



EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA

MEMORIA IAC

Instituto de Astrofísica de Canarias

2022



MEMORIA 2022

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

Foto portada: *Eclipse de Luna sobre el Observatorio del Teide.* Daniel López

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	9
CONSORCIO PÚBLICO “INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS”	11
LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS	17
COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)	21
ACUERDOS	27
SUBDIRECCIÓN	31
OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)	38
OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC.....	40
CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS.....	44
OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC).....	51
SERVICIOS INFORMÁTICOS (SI)	54
ÁREA DE INVESTIGACIÓN	57
FÍSICA SOLAR.....	60
SISTEMA SOLAR Y SISTEMAS PLANETARIOS	73
FÍSICA ESTELAR E INTERESTELAR.....	81
LA VÍA LÁCTEA Y EL GRUPO LOCAL.....	97
FORMACION Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS.....	103
COSMOLOGÍA Y ASTROPARTÍCULAS	134
INSTRUMENTACIÓN Y ESPACIO	150
OTROS.....	210
ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN	211
INGENIERÍA.....	213
PRODUCCIÓN	228
IACTEC	233
ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR	243
CURSOS DE POSGRADO Y GRADO.....	245
SEMINARIOS CIENTÍFICOS.....	247
COLOQUIOS IAC	251
BECAS.....	252
XXXIII ESCUELA DE INVIERNO.....	254
ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES	257
GERENCIA ADMINISTRATIVA.....	263
GERENCIA OPERACIONAL	265
PRESUPUESTO Y FONDOS.....	266
OTRAS ACTUACIONES DESDE SERVICIOS GENERALES	269
BIBLIOTECA.....	272
RECURSOS HUMANOS	274
UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA (UC3)	279
COMUNICACIÓN EXTERNA Y REDES SOCIALES.....	281

EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN	284
OTRAS ACTIVIDADES.....	287
Y ADEMÁS.....	292
OFICINA DE TRANSFERENCIA Y ACCIONES INSTITUCIONALES.....	295
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	305
ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO.....	306
ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS (INVITED REVIEWS).....	346
COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES	347
COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES.....	363
ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS	364
ARTÍCULOS EN REVISTAS NACIONALES.....	365
LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS.....	365
TESIS DOCTORALES	366
REUNIONES CIENTÍFICAS	371
NOMBRAMIENTOS Y DISTINCIONES.....	377
PERSONAL	381
DIRECCIONES Y TELÉFONOS	401



PRESENTACIÓN

En el año 2022 hemos recuperado buena parte de la actividad normal de nuestro centro, tras las dificultades causadas por la pandemia y el volcán de la Palma. Los proyectos de investigación han seguido su curso, mantenido una producción científica elevada en las mejores revistas de Astrofísica. Muchas de estas publicaciones son realizadas en el marco de múltiples y diversas colaboraciones internacionales que mantiene el IAC. Es remarcable constatar que las seis líneas de investigación de nuestro centro de excelencia Severo Ochoa han tenido avances significativos con resultados de primera línea.

El número de investigadores que han realizado observaciones en los Observatorios de Canarias se acercó a las cifras de hace años. También hemos recuperado los números de profesores visitantes de otros años y las de organización de reuniones científicas. Algunas especialmente numerosas, como la Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía, que congregó a unos 500 asistentes en La Laguna y otras fueron memorables, en particular, la celebración de los 25 años de cooperación del IAC con la ESA. Es una satisfacción que dicha colaboración haya servido de base para el desarrollo de varios de los experimentos de entrelazamiento cuántico del Prof. Zeillinger, reconocido este año con el Premio Nobel de Física.

En el telescopio WHT se ha realizado el comisionado del instrumento WEAVE, cuyo desarrollo ha supuesto un gran esfuerzo de los países que sostienen el grupo de telescopios Isaac Newton (Reino Unido, Países Bajos y España) y de otros socios internacionales que también han contribuido a este importante espectrógrafo multi-fibra. En el Roque de los Muchachos han comenzado las obras de instalación de tres nuevos telescopios Cherenkov de 23 m para el futuro CTA, proyecto que tiene como principales contribuyentes a Japón y España. Los telescopios están ya fabricados y confiamos en que la instalación prosiga a buen ritmo. En el Observatorio del Teide también ha comenzado la instalación de los telescopios Cherenkov ASTRI (Italia) y el primero de esos nueve telescopios está ya en fase de comisionado. Además, en este Observatorio se han instalado los primeros telescopios del proyecto TTT (España), dos telescopios robóticos de 80 cm que han comenzado su comisionado con muy buenos resultados. En el próximo año, otros dos telescopios robóticos de 2 m completarán el proyecto. En los TTT la comunidad nacional tendrá acceso al 25% del tiempo de observación libre de gastos.

En nuestras divisiones de Instrumentación y en IACTEC se ha trabajado intensamente en varios instrumentos y telescopios. Las pruebas de la óptica adaptativa del GTC con estrella natural han concluido satisfactoriamente, se ha avanzado en la preóptica del instrumento HARMONI para el 39 m ELT, en desarrollos de subsistemas para varios instrumentos como EMIR, OSIRIS y FRIDA, del GTC, y también de observatorios espaciales como Plato o Litebird. En el ámbito de las tecnologías espaciales se ha completado nuestra segunda cámara infrarroja DRAGO-II y se avanza en el prototipado de los telescopios espaciales de 22 cm IACSAT para observación de la Tierra y del Universo. Además, el diseño del European Solar Telescope, del 4 m New Robotic Telescope y del 3.5 m Small-ELF están muy avanzados, y pronto cumplirán las condiciones técnicas para poder iniciar su construcción.

Gracias a los fondos del Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia que el Ministerio de Ciencia e Innovación asignó al IAC, este año hemos acometido una profunda remodelación nuestros laboratorios de producción mecánica, electrónica, criogénica y, especialmente, óptica. Durante dos años, invertiremos el equivalente de las pasadas dos décadas. Ya hay nuevos equipamientos en el IAC que nos permiten producir componentes ópticos de hasta 50 cm de tamaño y, el año que viene, cuando el nuevo Centro de Sistemas Ópticos Avanzados esté completado, alcanzaremos dimensiones tres veces superiores. La administración del IAC ha tenido que realizar un esfuerzo extra para ejecutar el PRTR que todos agradecemos. La otra gran aportación de los fondos PRTR que ha recibido el IAC, procedente, en este caso, del Ministerio de Economía, nos ha permitido abordar la redundancia de la comunicación digital por cable submarino con la isla de la Palma, proyecto que ya se está ejecutando.

Junto a los avances científicos y tecnológicos, continúa la labor formativa del IAC en personal investigador, especialmente con la incorporación de nuevos doctorandos y también con la docencia y dirección de trabajos de máster y grado. El nuevo convenio con la Universidad de la Laguna potenciará al departamento de Astrofísica y todas estas actividades conjuntas.

En materia de cultura científica, divulgación y comunicación la actividad ha sido incesante. Vuelven los cursos presenciales para profesorado, crecemos en seguidores en los medios digitales y ya recuperamos las visitas de los colegios a nuestros observatorios. Es una alegría constatar que el nuevo Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos está en plena operación, recibiendo miles de visitantes cada mes. Desde el IAC seguiremos trabajando para implementar actualizaciones y mejoras que lo hagan un centro singular y único en el mundo.

RAFAEL REBOLO

Director del IAC

CONSORCIO PÚBLICO

“INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS”

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

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

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

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

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

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

El IAC lo integran:

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

Se estructura en áreas:

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

Órganos Directivos

Nº Reuniones

• CONSEJO RECTOR

1

PRESIDENTE

- Ministra de Ciencia e Innovación

VOCALES

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

• DIRECTOR

Órganos Colegiados:

Nº Reuniones

• COMISIÓN ASESORA PARA LA INVESTIGACIÓN (CAI)

1

• COMITÉ DE DIRECCIÓN (CD)

45

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

1

81

7

1

• COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL (CCI)

2

SUBCOMITÉS

- Servicios Comunes Obs. del Teide
- Servicios Comunes Obs. del Roque de los Muchachos
- Calidad Observatorios

2

2

2

• COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)

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

2

2

REUNIONES CELEBRADAS

Consejo Rector

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

La ministra de Ciencia e Innovación Diana Morant, presidió, el 28 de julio la reunión anual del Consejo Rector del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) en La Laguna, donde fue informada sobre la producción científica del último año (más de 600 publicaciones en revistas de alto nivel), los contratos y plazas de estabilización aprobadas en este periodo, así como de los nuevos desarrollos tecnológicos que se encuentran en marcha en este centro de investigación.

Además de la ministra, a esta reunión también asistieron Raquel Yotti Álvarez, secretaria General de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación; Elena Máñez Rodríguez, consejera de Economía, Conocimiento y Empleo del Gobierno de Canarias, Eloisa del Pino Mtuete, presidenta del Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC (por videoconferencia); Anselmo Pestana Padrón, delegado del Gobierno en Canarias; y Carlos Navarro Martínez, director de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI). Por parte del IAC, además de su director, Rafael Rebolo López, han participado Casiana Muñoz-Tuñón, subdirectora del centro, y Jesús Burgos Martín, administrador General, quienes han informado de la situación económica, fiscal y del personal del centro, así como de los acuerdos y convenios firmados a

lo largo del último año. En esta reunión, también se ha presentado la memoria anual del IAC que recoge la actividad del Centro y los Observatorios de Canarias; y el Informe Anual del Comité Científico Internacional (CCI).

Durante las declaraciones posteriores a la reunión, la ministra Diana Morant ha reconocido que el IAC es un centro que *“goza de muy buena salud”* y ha destacado la aportación extraordinaria de 9 millones en 2021 y de 13 millones en 2022 que el centro ha recibido del Ministerio de Ciencia e Innovación gracias al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. *“Estos fondos van a permitir la mejora del equipamiento y la instrumentación de vanguardia. Especialmente se va a reforzar el centro para investigaciones ópticas avanzadas, que va a hacer posible un hito histórico para nuestro país porque vamos a ser capaces de desarrollar y fabricar en el IAC lentes y espejos para grandes telescopios. Estos nuevos laboratorios, han venido para quedarse y fortalecer nuestros centros de investigación y el sistema de ciencia de nuestro país”*, ha dicho Morant.

Por su parte, Elena Máñez se unió a las palabras de reconocimiento por la actividad del centro, en particular la altísima ejecución de los presupuestos y destacó la relevancia de los adelantos en el IAC para toda la sociedad, *“porque la transferencia de toda esta investigación de excelencia genera economía y progreso para toda Canarias”*, señaló.

El director del centro, explicó a los medios que asistieron a las declaraciones posteriores al Consejo Rector, que el IAC se encuentra reformando todos sus laboratorios, para abordar nuevos desafíos. Estos laboratorios estarán en marcha a finales del año que viene, lo que dotará al centro de nuevas capacidades en laboratorios de criogenia, mecánica, electrónica, sistemas ópticos avanzados, comunicaciones cuánticas con el espacio y de cargas útiles para microsátélites. *“Conjuntos de capacida-*



Izquierda: Llegada de las autoridades a la reunión del Consejo Rector del IAC. Derecha: Asistentes a la reunión del Consejo Rector del IAC. Crédito: Inés Bonet (IAC).



Atención a los Medios después de la reunión del Consejo Rector. De izquierda a derecha: Elena Mánez, consejera de Economía, Conocimiento y Empleo del Gobierno de Canarias, Diana Morant, ministra de Ciencia e Innovación, y Rafael Rebolo, director del IAC. Crédito: Inés Bonet (IAC).

des que estamos desarrollando aquí en Canarias - ha destacado Rebolo - y que no son tan frecuentes en nuestro país". Durante esta intervención, también mostró su apoyo al Gobierno de Canarias para cualquier propuesta que este quiera hacer como sede de la Agencia Espacial Española. "Si el Gobierno de Canarias oferta el territorio canario para la sede de la Agencia Espacial Española, el IAC estará detrás ayudando en todo lo que pueda".

Actividad 2022 y Presupuestos 2023

En la reunión se aprobaron las cuentas finales presentadas por el IAC para el año 2021 previamente auditadas por la Intervención General del Estado sin salvedades y se informó sobre la marcha de la ejecución del presupuesto del año 2022 con especial detalle en las actuaciones del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Se aceptó la propuesta de presupuesto para el año 2023, conforme a la previsión del Plan Cuatrienal del IAC, siempre con sujeción a la disponibilidad final presupuestaria de las dos Administraciones.



Diana Morant, junto al director del IAC, Rafael Rebolo, y otros asistentes durante su visita al centro. Crédito: Inés Bonet Márquez (IAC).

Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

Durante 2022 tuvieron lugar dos reuniones del CCI:

- La reunión número **87** del CCI se celebró los días 24 y 25 de mayo.

Un nutrido grupo de representantes de las diversas instituciones que forman parte del Comité Científico Internacional se reunió, presencialmente, en la isla de La Palma, en el parador de Breña Baja, los pasados 24 y 25 de mayo; a ellos se sumaron varios participantes de forma remota a través de videoconferencia.

En esta reunión del CCI (Comité Científico Internacional) se trataron, entre otros temas, los últimos descubrimientos científicos logrados desde los Observatorios de Canarias así como el estado de los nuevos proyectos. Además, se analizó el progreso de los Observatorios del IAC, basándose en los informes de sus Administradores y de los Subcomités de Operaciones y de Finanzas. Igualmente, se hizo hincapié en el estado actual de recuperación de la isla tras la crisis volcánica y en las posibles líneas de cooperación para contribuir a la misma.

Se contó con la presencia del presidente del Cabildo insular, Mariano Hernández Zapata, quien clausuró la reunión. En su intervención el presidente agradeció la prolongada colaboración del IAC y todas las instituciones usuarias del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) con la sociedad palmera. Asimismo, reconoció la contribución desarrollada durante muchos años que ha situado a La Palma en primera línea mundial de la innovación en





Un instante de la reunión del CCI.

Astrofísica. Por último, agradeció el apoyo y asesoramiento prestado durante la crisis volcánica.

- La reunión número **88** del CCI se celebró los días 15 y 16 de noviembre.

Los representantes del Comité Científico Internacional de las instituciones presentes en los Observatorios que gestiona el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), se reunieron los días 15 y 16 de noviembre en La Laguna. En este encuentro bianual, que se celebró en las instalaciones de la Oficina de Relaciones Internacional de la Universidad de La Laguna (ULL), se presentaron los informes que recogen el estado de los nuevos y futuros telescopios en los Observatorios de Canarias, tales como las redes de telescopios CTA (*Cherenkov Telescope Array*) y ASTRI, y el *Thirty Meter Telescope* (TMT). Además, se discutieron diversos aspectos del funcionamiento de ambos observatorios y se aprobaron los presupuestos para el próximo año.

Durante la jornada, la Agencia Espacial Europea (ESA) presentó un resumen de los principales hitos científicos y tecnológicos de la colaboración con el IAC en los últimos 25 años. También se habló del impacto de las megaconstelaciones de satélites en las observaciones astronómicas, de la instalación de detectores de polvo en los Observatorios de Canarias -fruto de la firma de un acuerdo con AEMET- y del Plan

de Sostenibilidad de los Observatorios, en particular, de la generación de energías renovables a través de nuevas instalaciones solares fotovoltaicas.

En esta edición, los asistentes también agradecieron el trabajo e implicación en los Observatorios de Canarias del Prof. Ennio Poretti, director del *Telescopio Nazionale Galileo* (TNG) que se jubila tras muchos años dedicados a la investigación astrofísica.

El Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias es el mecanismo que tienen las instituciones que forman parte de los mismos para participar de manera efectiva en la toma de decisiones que afectan a la operación de los telescopios.



Participantes de la 88 Reunión del Comité Científico Internacional (CCI). Crédito: IAC

IAC
MEMORIA ANUAL
2022

LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS



OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

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

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
20	Monitor de <i>seeing</i> automático (DIMMA)	IAC (E)	2010
Telescopios de microondas			
40	Experimento GroundBIRD	Colaboración GroundBIRD *	2019
150	LSPE/STRIP	Univ. Milan (IT) Inst. Física Nuclear (IT) IAC (E)	2019
250 x 2	QUIJOTE I y QUIJOTE II	IAC (E) Univ. Cambridge (RU) Univ. Manchester (RU) Inst. Física Cantabria (E) Univ. Cantabria (E)	2012 y 2014
Telescopios ópticos e infrarrojos			
8	Telescopio EARTHSHINE	New Jersey Inst. Technology (EEUU)	2009
34	COAST	Open Univ. (RU)	2016
40 x 2	LCOGT-Teide Node	LCOGT Network (EEUU)	2015
40 x 2	Telescopio MASTER	Inst. Sternberg MSU (RU)	2014 y 2015
30 x 2 40 x 2	Red de telescopios ópticos (OTA)	Sociedad del Telescopio (EEUU)	2015
40	Telescopio PIRATE	Open Univ. (RU)	2017
50	Telescopio MONS	Univ. Mons (B)	1972
70	Telescopio solar de Torre al Vacío (VTT)	Inst. Kiepenheuer (A)	1989
80	Telescopio IAC-80	IAC (E)	1993
90	Telescopio solar THEMIS	CNRS (F)	1996
100	Telescopio SONG	Univ. Aarhus (D) IAC (E)	2014
100	Telescopio OGS	ESA (Intern.)	1996
100	Telescopio ARTEMIS-SPECULOOS	Univ. Liega (B) MIT (EEUU) IAC (E)	2019
120 x 2	Telescopios robóticos STELLA	Inst. Potsdam (A)	2005 y 2008
150	Telescopio solar GREGOR (GT)	Inst. Kiepenheuer (A) MPS (A) Inst. Potsdam (A)	2014
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
Telescopios Cherenkov			
400	Telescopio ASTRI	Inst. N. de Astrofísica (IT)	2022
Instrumentos en el Laboratorio Solar			
	Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	1977
	Tacómetro de Fourier GONG-T	NSO (EEUU)	1996
	Fotómetro estelar EAST	IAC (E)	2006
Cámaras			
	CILBO	ESA (Intern.)	2011
	AMOS-CI	Univ. Bratislava (ES)	2014
<p>A= Alemania; B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España; EEUU= Estados Unidos; ES=Eslovaquia; F= Francia; IT= Italia; J= Japón; K= Korea; RU= Reino Unido; Intern.= Internacional</p> <p>Colaboración GroundBIRD: RIKEN Inst. for Advanced Photonics, KEK (High Energy Accelerator Research Organization), Kyoto Univ., Saitama Univ., Tokyo Univ., NAOJ (National Astronomical Obs. of Japan) (J), Univ.Tohoku (K); IAC (E).</p>			

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

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

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
20	Monitor de seeing automático (DIMMA)	IAC (E) Univ. Niza (F)	2004
30	Monitor de seeing automático (RoboDIMM)	STFC/ING (RU)	2007
Telescopios ópticos e infrarrojos			
36 x 16	CLASP	Univ. Warwick (RU)	2021
40 x 16	GOTO	Univ. Warwick (RU)	2017
45	DOT	Fundación DOT (PB)	1997
97	Refractor solar (SST)	Univ. Estocolmo (S)	2002
100	Telescopio Warwick	Univ. Warwick (RU)	2014
100	Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)	IAC (E) SARA (EEUU)	2015
120	Telescopio MERCATOR	Inst. Sterrenkunde (B) Univ. Leuven (B)	2002
200	Telescopio robótico Liverpool (LT)	Univ. John Moores Liverpool (RU)	2003
250	Telescopio Isaac Newton (INT)	IAC (E) ING (RU)	1984
256	Telescopio Nórdico (NOT)	Asoc. Científica NOTSA (D-FI-N-S-IS)	1989
358	Telescopio Nacional Galileo (TNG)	INAF (IT)	1998
420	Telescopio William Herschel (WHT)	IAC (E) ING (RU)	1987
1.050	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E) Univ. Florida (EEUU) INAOE-UNAM (M)	2008
Telescopios Cherenkov			
	FRAM	Acad. Checa de Ciencias (RCh)	2018
300	FACT	Colaboración FACT *	2011
1.700 x 2	MAGIC I y MAGIC II	Colaboración MAGIC **	2005 y 2008
2.300	LST 1	Colaboración LST ***	2018
Cámaras			
	CILBO	ESA (Intern.)	2011
	AMOS-CI	Univ. Bratislava (ES)	2014
12 x 4	SuperWASP	Univ. Warwick (RU)	2014
<p>A= Australia; B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España; EEUU= Estados Unidos; ES=Eslovaquia; F= Francia; FI= Finlandia; IS = Islandia; IT= Italia; M= México; N= Noruega; P= Polonia; PB= Países Bajos; RCh= República Checa; RU= Reino Unido; S= Suecia; T= Tailandia; Intern.= Internacional</p> <p># GOTO: Consorcio de universidades del Reino Unido (Armagh, Leicester, Sheffield, Warwick- RU); Univ. Monash (A); Univ. Turkey (FI); NARIT (T).</p> <p>* Colaboración FACT: Univ. Würzburg, TU Dortmund (A); ETH Zurich; ISDC, Univ. Ginebra (SZ).</p> <p>** Colaboración MAGIC: Inst. for Nuclear Research & Nuclear Energy (BU); Croatian MAGIC Consortium (Rudjer Boskovic Inst., Univ. Rijeka & Univ. Split.) (C); Finnish MAGIC Consortium (Tuorla Obs., Univ. Turku & Dept. of Physics, Univ. Oulu.) (FI); DESY, Zeuthen, MPI für Physik, Munich, Univ. Würzburg, T. Un. Dortmund; (A); SINP, Kolkata (IN); Univ. Udine & INFN Trieste, INAF, Rome, Univ. Siena & INFN Pisa, Siena, Univ. Padova & INFN Padova, Univ. Insubria & INFN Milano, Como (IT); Japanese MAGIC Consortium (ICRR, Univ. Tokyo, Tokyo & Division of Physics & Astronomy, Univ. Kyoto (J); Univ. Łódź (P); CIEMAT, Madrid, IAC, La Laguna, IFAE-BIST & CERES-IEEC, Univ. Autònoma de Barcelona, ICE-CSIC, Univ. Barcelona, Univ. Complutense, Madrid (E); ETH, Zurich, ISDC, Univ. Geneva (SZ).</p> <p>*** Colaboración LST: CBFP, Rio de Janeiro (BR); CNRS/LAPP, Annecy (F); MPI für Physik, Munich; Univ. Hamburg; Univ. Würzburg (A); FESB, Univ. Split (C); SINP, Kolhata (IN); INFN Bari, Univ. Padova & INFN Padova, INFN Perugia; Univ. Siena & IFNF Pisa, Siena; Univ. Udine & IFNF Trieste, Udine (IT); ICRR & Univ. Tokyo, Univ. Kyoto, Univ. Ibaraki, Univ. Nagoya, Univ. Hiroshima, Univ. Yamagata, Univ. Waseda, Univ. Konan, Univ. Aoyama, Univ. Saitama, Univ. Kinki, KEK, Tsukuba, RIKEN & Univ. Saitama, Univ. Tokai, Kanagawa, Univ. Tokushima (J); CIEMAT, Madrid, IAC, La Laguna, IFAE-BIST, Univ. Autònoma de Barcelona, ICC, Univ. Barcelona, Univ. Complutense, Madrid (E); Univ. Stockholm (S); ETH, Zurich (SZ).</p>			

COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)

En los Observatorios del IAC



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

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

Cada uno de los tres Paneles de la nueva composición está formado por un Comisionado, un Vice-comisionado, un representante de la Subdirección General de Promoción e Infraestructuras Tecnológicas y Grandes Instalaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, en relación con el Programa de Mejora y Acceso a Grandes Instalaciones y tres vocales y especializados en un campo específico de la Astrofísica: el Panel de **Galaxias y Cosmología (GACOS)**, el de Galaxias y Estrellas (GAES) y el de **Estrellas y Planetas (ESPLA)**. El cometido de estos Paneles es reunirse para estudiar las propuestas de su especialidad, pre-evaluar las solicitudes y hacer llegar sus informes científicos al Presidente y Vicepresidente del CAT, por medio de sus respectivos Comisionados y Vice-comisionados, con el propósito de facilitarles su labor. Los tres Paneles se reúnen simultáneamente durante dos días consecutivos y los seis Comisionados y Vice-comisionados se reúnen a continuación con el Presidente y Vice-presidente durante dos días más.

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

SALA NOCTURNA

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

23-26 de mayo – telemática (1)

21-24 de noviembre (2)

Presidenta	María Rosa Zapatero Osorio (CAB, CSIC-INTA) (1 y 2)
Vicepresidente	Ignacio Trujillo Cabrera (IAC) (1 y 2)

PANEL I; GALAXIAS Y COSMOLOGÍA (GACOS)

Comisionado	Javier Roman García (IAC) (1 y 2)
Vice-comisionado	Mireia Montes (STSci) (1 y 2)
Vocales	Michael Beasley (Swinburne) (1 y 2) Laura Sánchez Menguiano (Univ. Granada) (1 y 2) Alberto Domínguez (UCM) (1 y 2)

PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado	Carme Gallart Gallart (IAC) (1) Sergio Simón Díaz (IAC) (2)
Vice-comisionado	Sergio Simón Díaz (IAC) (1) Jorge Sanz Forcada (CAB, CSIC-INTA) (2)
Vocales	Rainer Schädel (IAA) (1 y 2) Manuel Linares (UPC) (1 y 2) Jorge Sanz Forcada (CAB, CSIC-INTA) (1) Stefan Geier (IAC-GRANTECAN) (2)

PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado	Guillem Anglada Escude (ICE) (1 y 2)
Vice-comisionado	Hugo Tabernerero (CAB, CSIC-INTA) (1) M. Cruz Gálvez Ortíz (CAB, CSIC-INTA) (2)
Vocales	José Luis Ortiz (IAA) (1 y 2) Juan Carlos Morales (ICE) (1 y 2) Álvaro Álvarez –Candal (Univ. Alicante) (1 y 2)

SALA DIURNA

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

27 de febrero (1)

6 de junio (2)

Presidente	M. Jesús Martínez González (IAC) (1 y 2)
Vocal del IAC	Sara Esteban Pozuelo (IAC) (1 y 2)
Vocales de la Comunidad Nacional	David Orozco Suarez (IAA) (1) Jaume Terradas (Univ. Islas Baleares) (1 y 2)
Vocal Comité Científico Internacional	Jaime de la Cruz Rodríguez (Univ. de Estocolmo, Suecia) (1 y 2)

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

- telescopios solares: <http://www.iac.es/cat/pages/cat-solar/es/introducciasup3n.php>

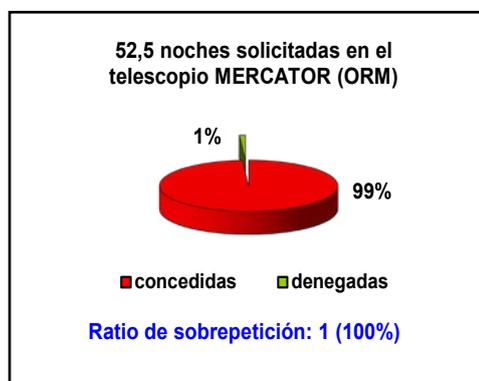
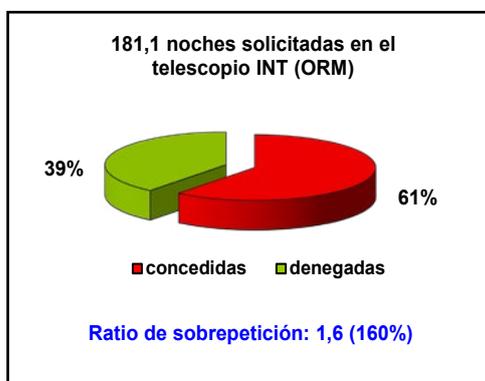
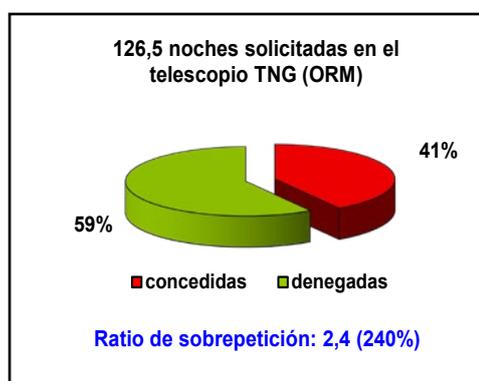
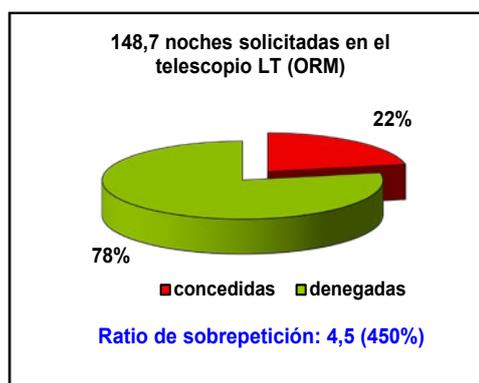
- telescopios nocturnos: <http://www.iac.es/cat/pages/cat-nocturno/es/presentacion.php>

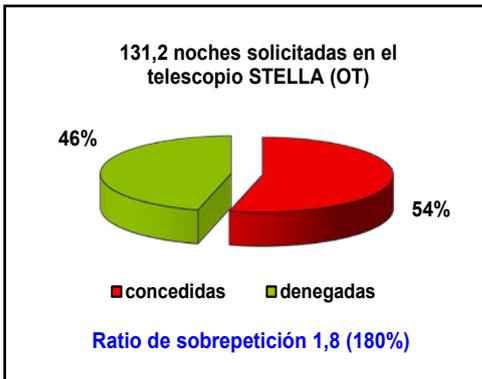
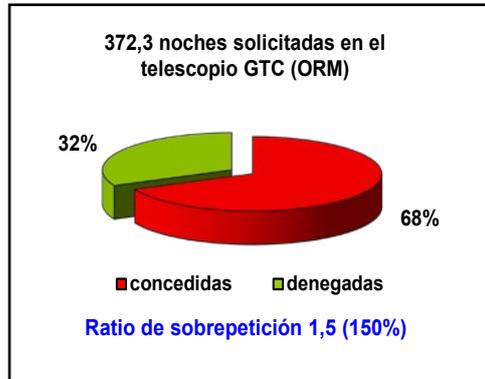
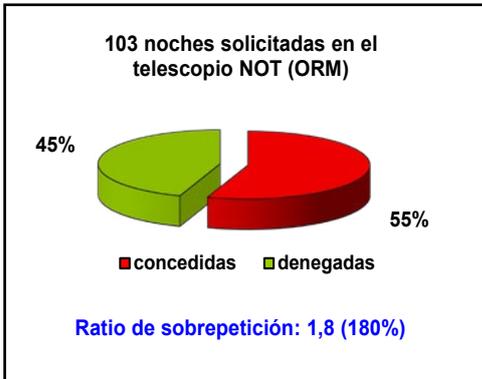
por lo que para evitar repeticiones no se incluirán en esta Memoria.

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

El Telescopio WHT no se ofreció a la comunidad en estos dos semestres en preparación para la llegada del instrumento WEAVE.

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





ACUERDOS



El asesoramiento para la elaboración y tramitación de convenios se ofrece desde la Administración de Servicios Generales, asegurando que cumplan con lo previsto por toda la normativa que es de aplicación, y que tengan los contenidos mínimos como para adquirir la naturaleza jurídica que se desea. Asimismo, se ofrece el asesoramiento necesario para garantizar que los derechos y obligaciones del IAC en el acuerdo se corresponden con el propósito a perseguir. Posteriormente, con la conformidad del CD, o una vez se han implementado las propuestas de mejora pertinentes, se tramita el documento para la obtención de las correspondientes autorizaciones previas a su firma, y posterior publicación.

En total, se han firmado 26 acuerdos de diferente tipología a fecha de 31 de diciembre y gestionado una decena de convenios más que no han finalizado su tramitación en 2022. Además, se ha tramitado un modelo normalizado de convenio para la cooperación educativa con Universidades nacionales que ha per-

mitido una gestión más ágil de las relaciones en la colaboración con este tipo de entidades.

A finales del año 2022 se ha aprobado en Comité de Dirección el procedimiento revisado de convenios y su flujograma, en el que se han incluido todos los procesos de autorizaciones que recoge la diferente normativa de aplicación y que había sufrido modificaciones desde el último procedimiento aprobado. Se ha incluido también documentación complementaria que sirva de apoyo para la tramitación y seguimiento de las actuaciones previstas en los convenios, así como una guía para entender mejor los diferentes tipos que suscribe el IAC.

A continuación, se relacionan los Convenios más relevantes firmados con entrada en vigor a lo largo 2022, nacionales e internacionales, tanto Acuerdos Marco, como Convenios al amparo de la Ley 40/2015, de 1 de junio, de Régimen Jurídico del Sector Público, y al amparo de la Ley 25/2014, de 27 de noviembre, de Tratados y otros Acuerdos Internacionales.

Convenios firmados		Régimen jurídico de aplicación		
Ámbito		Ley 40/2015	Ley 25/2014	Otros
	Internacional	1	1	10
	Nacional	13	0	3

Tipología de los convenios firmados en 2022 según el régimen jurídico de aplicación y ámbito de los mismos.

En 2022 se firmaron un total de 26 convenios/acuerdos de diferente tipología.



Tipología de los convenios firmados en 2022 según su finalidad principal de colaboración.

INTERNACIONALES

- Acuerdo Marco sobre la prórroga del acuerdo de intercambio académico entre el Institute for Cosmic Research, University of Tokyo y el IAC.
- Acuerdo Marco para fomentar diversas actividades y promover así las colaboraciones académicas internacionales entre Riken Center for Advanced Photonics y el IAC.
- Modificación del acuerdo para añadir la Universidad de Warwick entre U. Cambridge, Exeter, U. Geneva, NOVA, U. Upsala, CCA, U. Princeton, U. Oxford, U. Belfast, U. Warwick y el IAC, para las mejoras y el funcionamiento del INT de 2.5 m.
- Convenio entre el Vetenskapsrådet Stockholm, la Stockholms Universitet Estocolmo y el IAC sobre la operación del Telescopio Solar Sueco en el ORM, La Palma. Este convenio, que comenzó su tramitación en el año 2020 se ha formalizado en junio de este año aunando esfuerzos por las instituciones firmantes.
- Acuerdo Marco para desarrollar colaboraciones científicas y técnicas en astronomía entre el Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences of Ukraine y el IAC.

NACIONALES

- Convenio entre AEMET y el IAC para facilitar la operación de los Observatorios del Teide, del Roque de los Muchachos y Atmosférico de Izaña.
- Convenio entre el IAC y Light Bridges, SL para el desarrollo del proyecto de doctorado industrial destinado a la realización de la tesis doctoral "Habitable Earth-like planets with ESPRESSO and NIRPS".
- Convenio entre RED.ES y el IAC para coordinar el establecimiento, puesta en servicio y explotación de infraestructuras de comunicaciones ópticas financiadas con el Plan de Recuperación.
- Convenio para la cooperación educativa entre el IAC y la UCM para la realización de prácticas externas curriculares.
- Convenio entre CSIC-IAA, INTA, UPM, UVEG y el IAC para la constitución de la Red Española de Física Solar Aeroespacial.
- Convenio entre el IAC y D-ORBIT SPA para las actividades de demostración y validación de la cámara infrarroja DRAGO-2.



El director del IAC, Rafael Rebolo firmando el convenio con AEMET.

- Convenio entre el IAC y el Ayuntamiento de Santiago del Teide en materia de regulación lumínica y difusión de la Astronomía.



Jugadores del Lenovo Tenerife con las nuevas equipaciones inspiradas en el cielo de Canarias en el Observatorio del Teide.



- Convenio entre el IAC y CT Ingenieros AAI, SL para el “Desarrollo de un diseño de estación terrestre transportable de comunicaciones con encriptación cuántica” en IACTEC.
- Convenio para la cooperación educativa entre el IAC y la Universidad de Murcia para la realización de prácticas externas curriculares.
- Convenio entre el IAC y el Ayuntamiento de Mogán en materia de regulación lumínica.
- Convenio entre el IAC y Cantera Base 1939 Canarias SAD para la difusión de la astronomía.
- Adenda de prórroga del convenio para la mejora de los instrumentos OSIRIS, EMIR y FRIDA en el telescopio GTC.
- Convenio entre la Fundación Jesús Serra y el IAC para la colaboración en el programa de investigadores visitantes “Fundación Jesús Serra”.



Los directores de la Fundación Jesús Serra y del IAC tras la firma del convenio.



De izquierda a derecha los investigadores visitantes de a través del Convenio con la Fundación Jesús Serra del Norbert Langer (Alemania), Diego Blas (Reino Unido) y Vyacheslav Lukin (EEUU).

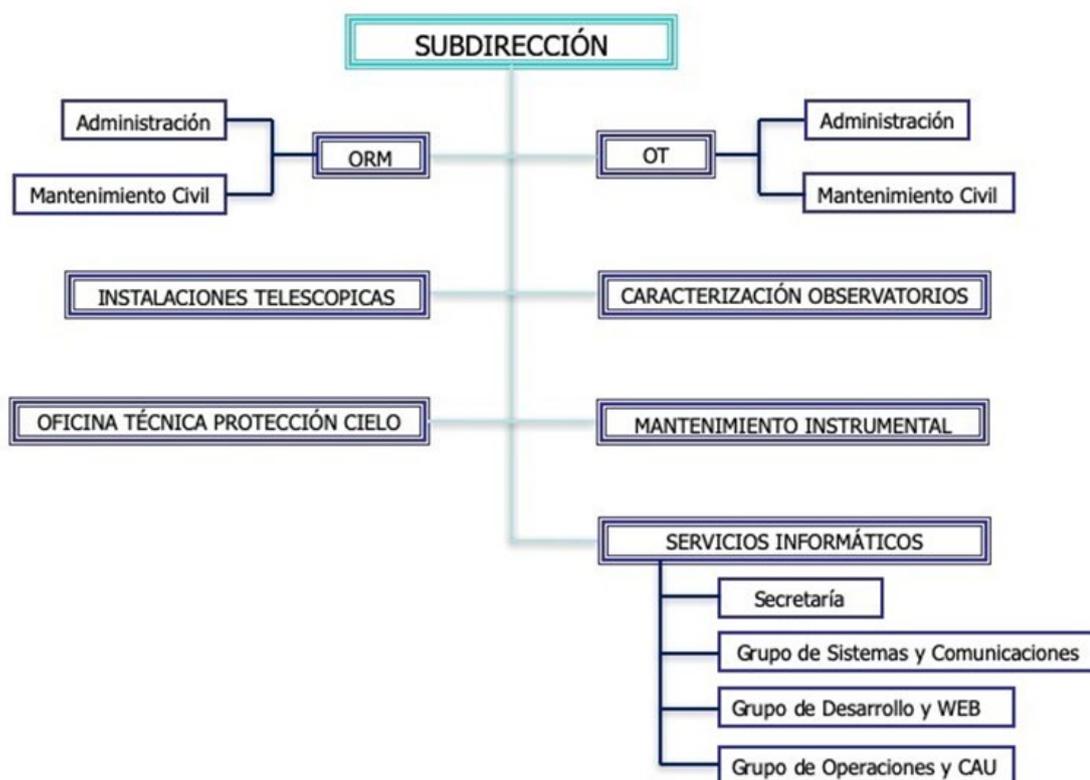
SUBDIRECCIÓN



Todas las unidades directamente relacionadas con la operación de los Observatorios de Canarias, están agrupadas y dependen de la Subdirección del IAC (decidido en el Consejo Rector de junio de 2015). De esta manera se asegura la sinergia entre ellas, una gestión activa de los acuerdos internacionales y la coordinación entre ambos Observatorios, Además se optimiza el trabajo de las diferentes unidades de apoyo a las actividades en La Palma y Tenerife.

Las unidades dependientes de la Subdirección son las que se detallan a continuación.

- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) + Centro de Astrofísica de La Palma (CALP)
- Observatorio del Teide (OT)
- Operaciones de las Instalaciones Telescópicas
- Caracterización de los Observatorios de Canarias
- Mantenimiento Instrumental
- Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC)
- Servicios Informáticos comunes (SI)





El IAC juega un papel clave garantizando la excelencia de los OCCC, no sólo a nivel científico; también en el despliegue de inversiones tecnológicas y técnicas que aseguran una explotación exitosa de los mismos y una operación ininterrumpida los 365 días del año.

Actualmente los OCAN albergan numerosos telescopios e instrumentos, constituyendo el grupo de instalaciones para astrofísica nocturna y solar, visible e infrarroja, más importante en los territorios de la Unión Europea (UE) y la mayor colección de telescopios multinacionales en todo el mundo. Otros experimentos para Astrofísica de Altas Energías y el estudio del Fondo Cósmico de Microondas completan la batería de instalaciones disponibles.

Los OCAN albergan el mayor telescopio Óptico-IR de Mundo, el Gran Telescopio Canarias (GTC), de 10,4 m de espejo primario. Además, dos telescopios Cherenkov (MAGIC I y MAGIC II) actualmente operativos, y cuya exploración científica será ampliamente reforzada por la red de telescopios Cherenkov Telescope Array (CTA) en el Hemisferio Norte. CTA constituirá el mayor y más sensible observatorio de rayos gamma de alta energía. El Proyecto consta de 4 telescopios Cherenkov de 23 m (Large-Sized Telescopes, LST) y 15 de 12 m (Medium-Sized Telescopes, MST). El primer LST se inauguró en 2018 y los otros 3 están en fase de construcción. Por su parte, el Observatorio del Teide acoge también un ambicioso experimento para el estudio del Fondo Cósmico de Microondas (QUIJOTE) y diversos instrumentos empleados en el Laboratorio Solar. Entre las instalaciones solares destacan el telescopio de 1,5 m GREGOR (situado en el OT) y la Torre Solar Sueca, de 1 m, en el ORM, además del futuro telescopio solar europeo (EST) de clase 4 m que se instalará en La Palma. A todo ello, debemos añadir los instrumentos de monito-

rización automática, dedicados estos últimos a la cuantificación y protección de la calidad de los cielos canarios.

La vocación de colaboración científica está en los fundamentos originarios del IAC y la amplia y variada presencia de instituciones internacionales en los Observatorios de Canarias es una prueba irrefutable de ello. Estas instituciones internacionales usuarias de los observatorios son propietarias de la mayoría de las instalaciones telescópicas. Siguiendo las directrices establecidas en los convenios internacionales firmados para formalizar dicha colaboración científica, se creó un Comité Científico Internacional (CCI) que coordina las actuaciones de las diferentes instituciones usuarias y que entre sus principales funciones tiene la asignación del 20% del tiempo de observación que estas instituciones internacionales deben ceder como contraprestación por la cesión de territorio donde se localizan.

La organización detallada, planificación y funcionamiento cotidiano se articula a través de diferentes comisiones y comités. Se listan a continuación algunos de ellos de especial relevancia.

Comités oficiales relacionados con los Observatorios:

- Comité Científico Internacional (CCI)
- SuCOSIP (CCI) + Subcommittee Site Properties CCI
- Laser Working Group (SUCOSIP/CCI)
- Comité de Servicios Comunes del Observatorio del Roque de los Muchachos
- Comité de Servicios Comunes del Observatorio del Teide
- Grupo de Trabajo Observatorio Sostenible
- Comité de Seguridad ORM

OBSERVATORIOS DE CANARIAS (OCAN)

- Comité Internacional de Iluminación (CIE)
- Comité de Alto nivel Acuerdo IAC-AEMET

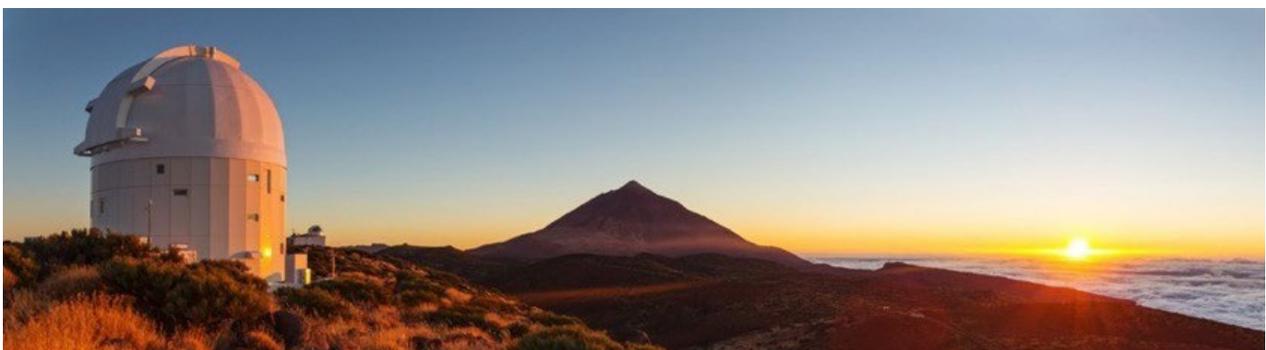
Los Observatorios de Canarias (OCAN), administrados por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) están catalogados como Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS). En los dos emplazamientos que lo conforman, el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM, La Palma) y el Observatorio del Teide (OT, Tenerife), ambos a unos 2.400 m de altitud, colaboran más de 75 instituciones científicas de 25 países.

Ambos Observatorios, como uno sólo, bajo la denominación de Observatorios de Canarias (OCAN), forman parte del mapa nacional de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares (ICTS), como parte integrante de la Red de Infraestructuras de Astronomía. Esto es así desde la primera convocatoria en el año 2007.

La excelente calidad astronómica del cielo de Canarias, perfectamente caracterizado y protegida por Ley, hace de los Observatorios del

IAC una “reserva astronómica”, abierta a la comunidad científica internacional desde 1979 mediante la firma de los Acuerdos de Cooperación en materia de Astrofísica.

Los Acuerdos Internacionales de Astrofísica confieren a la participación española unas características singulares y un marco de colaboración con organizaciones científico-técnicas facilitando, entre otros aspectos, atraer notables inversiones a los observatorios; mantener en funcionamiento unas instalaciones de primer orden; reservar para la comunidad astrofísica española un porcentaje del tiempo de observación más un 5% adicional para programas cooperativos, lo que supone un retorno mucho más que proporcional a la inversión española; y desarrollar en Canarias tecnología avanzada de calidad, con una intensa promoción de la industria de la ciencia, posicionándola de manera estratégica para la construcción de la nueva generación de telescopios en los principales observatorios del mundo.



Panorámicas del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), arriba, y del Observatorio del Teide (OT) abajo.

Financiación

Si bien los Observatorios disponen de numerosas infraestructuras de apoyo a la observación, la creciente demanda de nuevas instalaciones, unida a la alta competencia por consolidar a los OCAN como punto de emplazamiento de referencia mundial en el hemisferio norte, han propiciado la elaboración de un Plan Estratégico 2017-2021 (prorrogado hasta 2023) con 3 objetivos estratégicos:



Para ello se han priorizado inversiones estratégicas en las siguientes actuaciones clave:

- INSTRUMENTACIÓN AVANZADA PARA INSTALACIONES TELESCÓPICAS
- MEJORA EN OPERACIONES TELESCÓPICAS Y PROGRAMAS DE OBSERVACIÓN
- GRANDES INFRAESTRUCTURAS DE INVESTIGACIÓN
- SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS TÉCNICAS ESTRATÉGICAS DE APOYO A LA EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DE LOS OBSERVATORIO DE CANARIAS

Estas actuaciones se desagregan en 20 acciones prioritarias, incluyendo inversiones en infraestructuras únicas o excepcionales en su género, por valor próximo a los 30 millones de

euros, cuya importancia y carácter estratégico justifica que su uso esté abierto a todo el colectivo de I+D+i. Los OCAN dependen indefectiblemente del adecuado respaldo de Servicios e Infraestructuras Técnicas Estratégicas que desarrolla el Plan Estratégico. Cumplir con estas necesidades técnicas garantiza su reconocimiento como parte de la élite de la astronomía mundial y apalanca su impacto socio-económico. Por un lado, estos prestigiosos emplazamientos de investigación astrofísica abren la puerta a nuevas inversiones en instalaciones telescópicas clave para el sector astrofísico, reportando beneficios directos a empresas de diversos ámbitos, incluyendo aquellas de ingeniería especializada, de mecanizado de precisión de grandes y pequeñas dimensiones, empresas de calderería y punteados de precisión y empresas de desarrollo y construcción de circuitos electrónicos, software especializado, entre otras. Los beneficios son directos para todas ellas ya que deberán incorporar técnicas y recursos específicos para los nuevos proyectos incluyendo nuevos desarrollos en aspecto clave como: grandes estructuras mecánicas para telescopios gigantes, electrónica ultra-rápida y de bajo ruido para cámaras, integración de mecánica y electrónica en esas cámaras, sistemas de control, sistemas auxiliares, espejos, etc.

Los OCAM pueden acceder a financiación FEDER para desarrollar inversiones estratégicas gracias a su inclusión en el Mapa nacional de ICTS. Las ICTS son grandes instalaciones, de titularidad pública, que se caracterizan por ser únicas en su género y por estar abiertas a usuarios de toda la comunidad científico-tecnológica e industrial del sector público y privado. Son instalaciones complejas, de coste de construcción y operación elevado, que implican desarrollos tecnológicos específicos y la utilización de tecnología de vanguardia y que

Plan Estratégico de los OOC (2017-2021)
PROCESO DE EVALUACIÓN INTERNACIONAL

MAPA DE INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS SINGULARES (ICTS)

MAPA DE INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS SINGULARES (ICTS)

ESTRUCTURA DE CTS

ÁREAS TÉCNICAS

> FORMALMENTE APROBADO: DICIEMBRE 2018
 > 19 acciones (de 33) priorizadas por la Junta de Evaluación Internacional
 > Propuesta de ejecución: Ene 2019 - Jun 2023
 > Número de acciones que han solicitado fondos: 17
 > Número de acciones financiables con fondos FEDER: 11
 > Fondos solicitados (provisionalmente): 8,1 Meuros
 > Fecha prevista para la firma del convenio: Mayo 2020.

MAPA DE INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS SINGULARES (ICTS)

requieren de una masa crítica de científicos y tecnólogos. Las imágenes siguientes resumen la situación de financiación aprobada

El IAC continúa ejecutando el Proyecto INSIDE-OOCC cuyo presupuesto total asciende a 8,139 M€, con fecha de finalización 30 de junio de 2023.

Debido a diferentes circunstancias sobrevenidas, algunas de las actuaciones de este convenio no se completarán al 100%, existiendo la posibilidad de ser completadas en una segunda fase del mismo.

Por otra parte, y con vinculación al Plan Estratégico de los OCAN 2021-2024, se ha aprobado el Proyecto IMPACTT-OCAN con fondos del PRTR, por un valor de 4,250 M€ con una cofinanciación del 10%, y que plantea las sub-actuaciones que se muestran en la siguiente tabla:

Actuación / Subactuación	Presup. (k€)	Periodo
ACT1.- CONSTRUCCIÓN DEL OBSERVATORIO NORTE DEL CHERENKOV TELESCOPE ARRAY (CTAN)	250	2021- 2023
ACT-2 EUROPEAN SOLAR TELESCOPE (EST)	2.500	2021- 2023
ACT4.- NEW THECNOLOGY HYBRID OPTICAL TELESCOPE (SAMLL-ELF)	700	2021- 2023
ACT7.- AN ATLAS NODE AT OT FOR PLANETARY DEFENSE	200	2021- 2023
ACT8.- UPGRADE OF THE COSMIC MICROWAVE BACKGROUND	600	2021- 2023
Total general	4250	

Por otra parte, la población de Canarias está imbuida de la importancia que tienen los Observatorios y sus instalaciones presentes y futuras. La difusión de la Ley del Cielo ha sensibilizado especialmente a los habitantes de las islas de La Palma y Tenerife, que no sólo aprecian y valoran el cielo que poseen sino que además asumen la importancia de cuidarlo. El Plan actual contribuirá especialmente a la labor de sensibilización de residentes y visitantes de las Islas acerca de esta reserva astronómica, acercándoles la ciencia realizada en ambos Observatorios a la vez que se destaca la importancia de preservar las condiciones excepcionales de este patrimonio natural.

El progreso tecnológico, y en concreto la iluminación artificial de las áreas urbanas, hace que sea cada vez más difícil observar un cielo nocturno nítido. La polución lumínica y la interferencia de señales de radio están poniendo en peligro emplazamientos que fueron elegidos en su día para albergar los observatorios astronómicos más sofisticados por lo favorable de su ubicación. En los últimos tiempos, la interferencia visual de las megaconstelaciones de satélites artificiales en órbita terrestre baja ha añadido otro impacto negativo considerable a la observación del cielo nocturno.

La Unión Astronómica Internacional (IAU), junto con la Oficina de Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Exterior (UNOOSA) y el

Gobierno de España promovieron una conferencia titulada “Cielos oscuros y silenciosos para la ciencia y la sociedad”, que tenía previsto organizar el Instituto (IAC) en octubre de 2020, finalmente, la pandemia obligó a celebrar el evento en línea.

El éxito de este taller en línea superó con creces las expectativas, con más de 950 participantes registrados de todo el mundo y entre 250 y 380 asistentes en cada uno de los cinco días del evento.

La redacción del informe estuvo a cargo de cinco grupos de trabajo formados por expertos de renombre internacional en diferentes campos y se puso de antemano a disposición de los participantes del taller. Los grupos de trabajo revisaron el texto incorporando el gran número de comentarios y sugerencias que los participantes remitieron por escrito. El documento final constituye el informe más completo y actualizado hasta la fecha sobre la protección de los cielos oscuros y silenciosos. El Comité Ejecutivo de la IAU aprobó el resumen ejecutivo del documento (llamado documento de sesión o CRP, por sus siglas en inglés, en la jerga de la COPUOS) el 5 de enero de 2021. El CRP tiene como objetivo informar y concienciar sobre el creciente riesgo de una grave degradación de las observaciones astronómicas a los representantes de alto nivel de

las 95 naciones de la ONU que pertenecen a la COPUOS.

El CRP incluye medidas de mitigación y recomendaciones específicas para contener y reducir el impacto negativo de todos los desarrollos tecnológicos mencionados. El documento, firmado por Chile, Etiopía, Jordania, Eslovaquia, España y la Unión Astronómica Internacional se presentó al Subcomité Científico y Técnico (STSC, por sus siglas en inglés) de la COPUOS en abril de 2021. Muchas delegaciones del STSC apoyaron sin reservas las recomendaciones y el comité aprobó la siguiente conclusión:

“El Subcomité alentó a la Oficina para Asuntos del Espacio Exterior a dialogar con todas las partes interesadas pertinentes, como la IAU y otras, sobre el tema de los cielos oscuros y silenciosos, ya que guarda relación con el mandato del Comité y sus subcomités, y a presentar el debate, incluidas las acciones y resultados que permitan proseguir el análisis de este tema, para que el Subcomité lo examine durante su 59.ª sesión, en 2022. A este respecto, la conferencia sobre cielos oscuros y silenciosos para la ciencia y la sociedad que organizará la UNOOSA junto con el gobierno de España y la IAU, prevista para octubre de 2021, podría proporcionar aportaciones para un debate sobre oportunidades de cooperación internacional”.

A pesar del evento del Volcán de La Palma, la reunión se celebró en octubre de 2021 en modo virtual para debatir y acordar estrategias de puesta en práctica de las recomendaciones. La IAU y la COPUOS expresaron su gratitud al Gobierno español y al Instituto de Astrofísica de Canarias por prestarse a albergar y organizar la conferencia.

La IAU y la UNOOSA junto a los gobiernos, el de España en particular, tratarán ahora cómo proceder, incluida la posibilidad de más intervenciones, en las próximas reuniones del Subcomité Jurídico y de la COPUOS en 2022.

La calidad del cielo de los Observatorios tiene que protegerse continuamente con iniciativas legislativas y de concienciación en todos los ámbitos, local, nacional e internacional. En 2019, el Estado Español respondió a la propuesta de Naciones Unidas de organizar un congreso Internacional sobre Cielos Oscuros y Silenciosos y le dio el cometido al IAC, que desde entonces lleva una labor muy activa junto a la IAU y UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs);

- En octubre de 2020 el IAC organizó un workshop de cinco días sobre el tema. Participaron 1.000 personas y se discutieron las amenazas para la protección del cielo, la contaminación lumínica y las nuevas mega-constelaciones de satélites.

- Se elaboró un primer documento analizando los peligros y las posibles soluciones que fue presentado en UNOOSA en febrero de 2021 logrando apoyo político.

- Octubre de 2021 se celebró Dark&Quiet Skyes II y se elaboró un segundo documento científico-técnico en el que se concretan las recomendaciones propuestas en 2020. Fue discutido en el Comité Científico Técnico (STSC) de UNOOSA en febrero de 2022. Para ello se ha contado con la colaboración de la delegación permanente del MAEC en Viena de la que somos miembros.

- Se ha realizado una declaración en defensa del cielo oscuro firmada por España, Chile y otros países, y se ha incluido en la agenda de la COPUOS del año 2023.

Otra acción relacionada: en octubre 2022, visita oficial de la Embajadora de España en Naciones Unidas en Viena y del presidente del Comité Científico Técnico de COPUOS.

Los OCAN han vuelto a optar a financiación dentro de las ICTS. El Plan Estratégico 2021-2024 ha sido aprobado por la Subdirección General de ICTS. El Plan cuenta con un total de 27 acciones estratégicas, estando 12 de ellas focalizadas en viabilizar ciencia de alto impacto facilitando y apoyando el desarrollo de telescopios internacionales de vanguardia: incluyendo, entre otros, al Cherenkov Telescope Array Northern Observatory (CTA-N), el conjunto ASTRI, el European Solar Telescope (EST), el New 4 m Robotic Telescope (NRT), el prototipo de nueva tecnología telescopio híbrido Exo-life finder (ELF), así como estudios de diseño de un nuevo telescopio robótico Infrarrojo Óptico de 4 m, un telescopio para la detección de materia oscura (DALI) y el Proyecto European Low Frequency Survey Telescope. Para viabilizar su ejecución se ha presentado una primera solicitud de financiación por importe de 10 Meuros a la Subdirección General de ICTS.

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

VISITAS Y JORNADAS DE PUERTAS ABIERTAS

El 1 de diciembre de 2021, después de las restricciones impuestas por la pandemia, se reanudaron las visitas que son gestionadas por la empresa Volcano Teide-. El número total de visitantes (separando estudiantes de centros educativos) se muestran en la siguiente tabla. En el año 2022 se empiezan a recuperar las cifras de visitantes prepandemia.

Las puertas abiertas del año 2022 fueron virtuales.

	2015	2016	2017	2018	2019	2022
OT (Colegios)	10104 (1427)	13468 (4747)	16807 (4129)	16679 (2375)	19682 (3290)	13754 (975)
OT (Jornadas de PPAA)	3475	1963	1667	1768	2100	-
TOTAL	13579	15431	18474	16679	21782	13754

Visitantes VIP

Marzo

- 29, D. José Antonio Valbuena, Consejero de Medio Ambiente Gobierno de Canarias.

Abril

- 18, Comisión Asesora de Investigación del IAC.

Junio

- 13, Representantes de la Agencia Estatal de Meteorología de Canarias.
- 27, Proyecto educativo DRAGO con miembros del Gobierno de Canarias.
- 28, D. Carlos Marco Estellés, Subsecretario de Ciencia e Innovación.

Septiembre

- 8, D. Manuel del Castillo González, Director del Banco Cajasiete.

Octubre

- 6, Dña. Inmaculada Aguilar, Directora de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- 24, D. Juan Francisco Facetti, Embajador de Paraguay en la República de Austria y Representante Permanente de Naciones Unidas y Dña. Esther Monterrubio Villar, Embajadora de España representante permanente en Viena.
- 29, D. Akira Kusunoki, Cónsul de Japón en Canarias.

TELESCOPIOS ASTRÍ

El Proyecto ASTRÍ tiene como principal objetivo la instalación de un mini-array de un mínimo de 9 (y hasta 12) telescopios de doble espejo de "tamaño pequeño" -4 m de diámetro- para estudiar el Universo en rayos gamma utilizando las técnicas Cherenkov Atmosféricas. Durante los meses de verano de 2020 se iniciaron las prospecciones geológicas de los lugares propuestos para la colocación de los distintos telescopios. Durante la segunda mitad del 2022 entró en funcionamiento la estructura el primer telescopio.



Primer telescopio del conjunto ASTRÍ instalado en el Observatorio del Teide (IAC).

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURAS Y SEGURIDAD

Sistemas de protección activa contra incendios

Durante 2022 se siguieron con las actuaciones correctivas en los diferentes sistemas de protección activa contra incendios que dispone el Observatorio del Teide, en particular se han terminado de adecuar las Bocas de Incendios Equipadas (BIE's) y los grupos de impulsión de los edificios Cielo Nocturno, Casa Solar y Telescopio IAC-80.



Izquierda: Grupo de Impulsión de la Casa Solar (IAC). Derecha: BIE reemplazada de la Casa Solar (IAC).

También, y para reducir los tiempos de reacción ante un conato de incendio, en el entorno del Observatorio del Teide se han instalado so-

portes para la colocación de extintores polivalentes.



Soporte con su armario y con el extintor polivalente en su interior (IAC).

A los ubicados cerca de telescopios se les ha añadido otro armario para extintor de CO₂, al objeto de poder atacar de forma adecuada un fuego originado en el interior de los mismos.

Instalaciones de media tensión

Englobadas dentro de las obras del Proyecto ASTRI, se amplió el Centro de Transformación CT-01 del Observatorio del Teide, ubicado en las cercanías del Telescopio Themis, aumentando su potencia de 400 kVA a 600 kVA. La actuación no solo incluyó la sustitución del transformador, sino el acondicionamiento de todo el centro y el cambio de toda la paramenta tanto de media (celdas) como de baja tensión (cuadros).



Interior reformado del Centro de Transformación CT-1 del Observatorio del Teide (IAC).

Por otro lado, a finales del año 2022, se inició el proceso de redacción del proyecto industrial para la ampliación del Centro de Transformación CT-3, ubicado en la Residencia del Observatorio, de cara a aumentar la potencia de 100 kVA a 600 kVA, con todas las actuaciones

complementarias que se requieran. El objetivo es tener la capacidad de dar servicio a los actuales y futuros telescopios que se ubicarán en la zona de telescopios robóticos del Observatorio, en el entorno de la Residencia.

Instalaciones de baja tensión

Siguiendo con las actuaciones de mejora de las instalaciones eléctricas de baja tensión de los diferentes edificios y telescopios del Observatorio, iniciadas en 2021, a lo largo de 2022 se acometió la mejora de las instalaciones de los edificios Casa Solar, Telescopio TCS y Telescopio ATLAS-P (antiguo QATAR).



Nuevo Cuarto Técnico del Telescopio Carlos Sánchez (IAC).

Estas actuaciones de mejora seguirán durante 2023 en otras instalaciones y edificios.

Otras actuaciones

Aprovechando el periodo que se empleó para la reparación de la cúpula del Telescopio TCS, se acometió la reforma interior parcial del mismo, adecuando las estancias a nuevos usos (nuevo taller de Mantenimiento Instrumental, nuevo cuarto de limpieza, ...).

Con estas actuaciones, se permitió retirar el contenedor que se encontraba en el exterior del mismo.

Actuaciones en curso

A finales del año 2022 se iniciaron las siguientes actuaciones y se espera concluir las en el primer semestre de 2023.

- Mejora y reparación del Acceso Viejo o de Staff.
- Suministro y colocación de albardilla en murrete vial de los telescopios IAC-80 y TCS.
- Reforma del comedor de desayunos de la Residencia.

OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC

El objetivo de la Unidad es la correcta gestión de aquellas instalaciones pertenecientes al IAC en los Observatorios de Canarias, así como de la instrumentación propia del centro y de la parte del tiempo de observación que se disfruta en otros telescopios.

Existen tres tipos de instalaciones: Instrumentos, Telescopios y Experimentos (ITE). En el primer grupo entrarían aquellos desarrollados por el IAC que están en operación en la actualidad, tales como AOLI o LIRIS en el Telescopio WHT; FastCam en Telescopio NOT; TIP o TIP-II en el Telescopio VTT y GREGOR; FastCam o MuSCAT-2 en el Telescopio TCS; CAMELOT-2 y CARONTE en el Telescopio IAC-80; etc. Los telescopios incluyen aquellos pertenecientes al IAC: TCS, IAC-80 o MONS, el tiempo reservado para España en la OGS o telescopios de la Red SARA, JKT, KP y CT, y las noches de servicio CAT en instalaciones extranjeras (TNG, INT y NOT). Asimismo, se realizan tareas de revisión o pequeñas actuaciones en otros telescopios, como SPECULOOS, OU o LCOGT. Con respecto a los experimentos, hay tres grupos: el complejo CMB, el Laboratorio Solar y los pequeños telescopios y experimentos (DIMMA, SQM, etc.).

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

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

Hitos

Se han completado más de 100 noches de servicio y pruebas y mejoras instrumentales en los telescopios TCS, IAC-80, NOT, INT y TNG.

Se ha llevado a cabo una reforma global del Telescopio TCS, involucrando sobre todo a su cúpula (incluyendo ventana y compuerta) pero también al sistema eléctrico e informático.

Se dispone de un nuevo instrumento de uso común, CARONTE, con interfaz de usuario

propia y caracterizado por el equipo, y se han llevado a cabo mejoras importantes en otro de los instrumentos, FastCam.

Avances importantes en el nuevo sistema de control de los telescopios TCS e IAC-80.

Actuaciones en Laboratorio Solar, Artemis, SONG, GONG, QUIJOTE, VTT, DIMMAs, SQMs, etc.

El Telescopio IAC-80 vuelve a ser sensor de la red SST tras diversas observaciones y mejoras importantes en el software de observación, reducción y análisis de los datos.

Los telescopios TCS e IAC-80 tienen el menor porcentaje de pérdidas de tiempo por motivos instrumentales de los últimos años.

Desarrollo y resultados

TCS e IAC-80

La gran actuación durante 2022 ha sido la reparación completa de la cúpula del Telescopio TCS, que ha sido completamente remodelada, y del resto del edificio, con cambios en la mecánica, electrónica, aislamiento, motores, etc. Esta actuación ha involucrado al personal de varios departamentos: MI, MOT, Grupo de Operaciones y Taller de Mecánica, así como a varias empresas externas. Además de una coordinación entre todo el personal involucrado, se han generado numerosos procedimientos y manuales imprescindibles para el éxito del proyecto. Tras varias semanas de trabajo, los resultados han sido excepcionales, consiguiéndose la mayor parte de los objetivos inicialmente previstos.



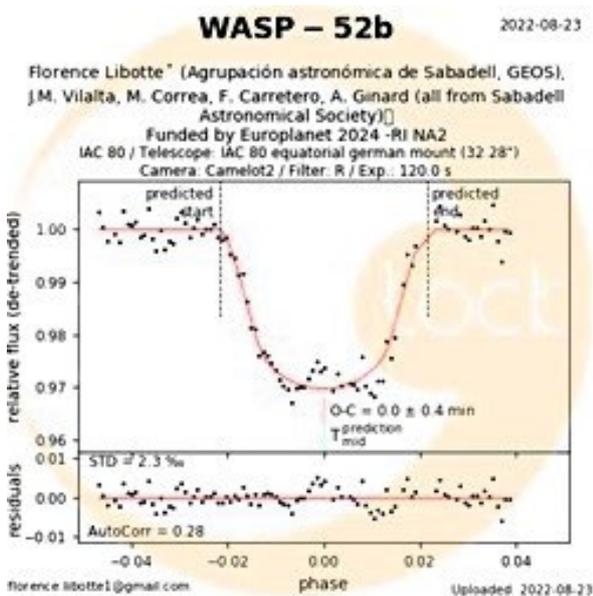
Dos momentos de la reparación de la cúpula del Telescopio TCS.

Además de la puesta a punto de la cúpula, ha habido otras actuaciones importantes en estos dos telescopios:

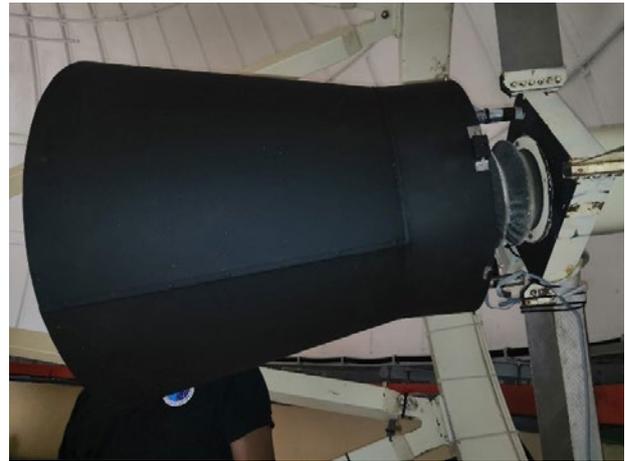
- Sustitución del equipo informático de la cúpula del Telescopio IAC-80
- Se han desmontado y reparado los motores de la cúpula del Telescopio IAC-80

- Tras un estudio exhaustivo, se han encontrado flexiones en los telescopios que impiden el guiado con buscadores fuera del eje óptico
- Han vuelto a obtenerse precisiones de 6 mmag en observaciones de la Agrupación de Sabadell con el Telescopio IAC-80
- Se ha iniciado un proyecto para hacer mantenimiento predictivo de las condiciones de humedad para el nuevo sistema de control mediante redes neuronales
- Fabricación e instalación de un nuevo baffle en el Telescopio TCS, menos pesado que el anterior y más fácil de quitar e instalar
- Se ha comenzado a realizar una tabla magnitud/tiempo de estándares con el Telescopio IAC-80
- Se han instalado focos halógenos en la cúpula del Telescopio TCS para mejorar los flatfields
- Se han descubierto problemas de movimiento de los espejos secundarios de ambos telescopios que probablemente sean el origen de algunos problemas endémicos
- Se han realizado avances muy importantes en el nuevo sistema de control de los telescopios TCS e IAC-80, proyecto del Plan Estratégico de los OCAN que está suponiendo un esfuerzo considerable para el Proyecto

Tras las reformas realizadas en ambos telescopios, el porcentaje de tiempo de observación perdido por motivos instrumentales es inferior al 2%, todo un hito en la historia de estas instalaciones.



Observaciones realizadas con el Telescopio IAC-80 con un altísimo nivel de precisión.



Nuevo baffle del Telescopio TCS.

Además de las observaciones normales, ejecutadas en gran parte por el personal del proyecto, y de observaciones para numerosas universidades de todo el mundo, se han hecho 66 noches de pruebas con FastCam, ALIOLI, CARONTE, sistemas de guiado, mejoras del telescopio, etc. No ha habido ninguna noche sin observación, salvo causas técnicas o meteorológicas. Destacar que en 2022 se han generado 21 publicaciones en revistas con árbitro con datos generados en el TCS y 7 con los del IAC80.

Laboratorio Solar

Los instrumentos y experimentos (Mark-I/ BISON, GONG, SONG y Solar-SONG) en el área SolarLab del OT (Pirámide van der Raay y Cielo Nocturno) han funcionado durante todo el año, con observaciones continuas y diarias. Se han llevado a cabo diversos trabajos y reparaciones en todos ellos, desde cuestiones sencillas hasta conseguir salvar numerosos días y noches de observación gracias al trabajo del personal del proyecto, reparando o mejorando instrumentos, telescopios, instalaciones, etc. Destacar la reparación del celostato secundario de Mark-I y las obras para desmontar la caja de TON e instalar la montura de MUSOL, en la que se han iniciado las observaciones: MUSOL ya es capaz de meter luz en mini-BISON.

Otras instalaciones

El personal, Mantenimiento Instrumental, observador, Técnicos en Operaciones Telescópicas, Técnicas Superiores en Operaciones Telescópicas, Astrónomo de Soporte y Astrónomo IAC-NOT, ha realizado decenas de actuaciones, reparaciones y mejoras en distintas instalaciones, sobre todo del OT: TCS, IAC-80, Mark-I, GONG, SONG, SPECULOOS, LCOGT, OU, QUIJOTE, Gregor, Mons, DIMMA, MUSOL, Ground-BIRD, etc. Además de ello, se ha solicitado ayuda al personal del Proyecto para monitorizar

GroundBIRD, tras un curso de formación en el mismo. Se han realizado distintas actuaciones para la nueva estación meteorológica del OT, incluyendo un medidor de partículas en suspensión.

FastCam

FastCam es un instrumento de lucky imaging desarrollado por el IAC. En 2022 se ha instalado en numerosas ocasiones para realización de pruebas, comprobación de la nueva interfaz, mejoras varias y observaciones astronómicas límite, todo ello conducente a su estabilización como instrumento de uso común del Telescopio TCS. Entre otras muchas mejoras, se ha conseguido conectar FastCam con el telescopio y obtener información del mismo, cambiar el foco y meter toda la información en las cabeceras e incluso guiar con FastCam en lugar de con FOVIA. Las observaciones científicas han sido para distintos grupos de investigación y también se ha propuesto usar las imágenes para ver la calidad del cielo. Además de todo ello, existe una colaboración con la Universidad de Cantabria para aplicar un software de procesado de las imágenes que mejore incluso la calidad de las mismas.

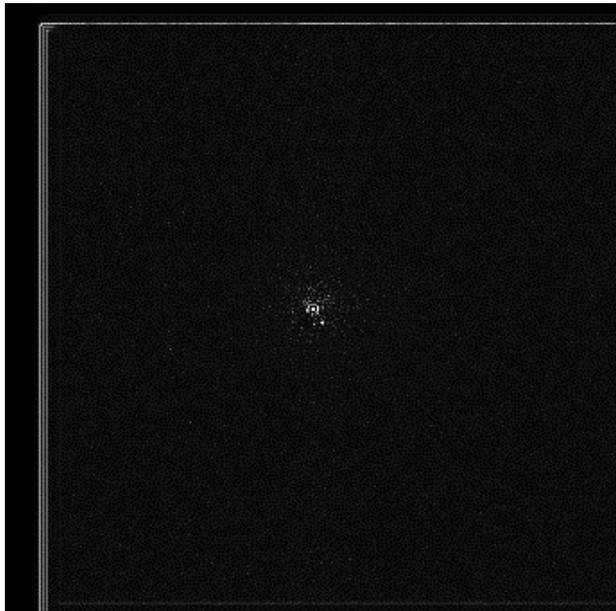
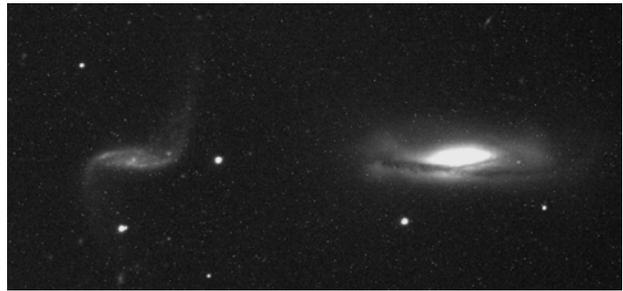


Imagen de FastCam tras la aplicación del nuevo algoritmo de procesado.

CARONTE

Los telescopios IAC-80 y TCS disponen de un nuevo instrumento de uso común: CARONTE. Se trata de una sCMOS, modelo QHY461, con chip Sony y 102 Mpx. Tras su instalación y primera luz, se han realizado distintas pruebas y se ha caracterizado el instrumento. Asimismo, el personal del Proyecto está diseñando y generando una interfaz de usuario que permita

maximizar los resultados de CARONTE y, a su vez, sea capaz de controlar los telescopios desde la misma.



Primera Luz de CARONTE.

CAMELOT2

Se sigue trabajando en el proyecto de nueva interfaz de usuario de CAMELOT2 que corrija todos los errores encontrados e introduzca nuevas mejoras y utilidades. Ya existe una primera versión de la misma.

Basura espacial

Tras un tiempo de parón, vuelve el proyecto de observaciones de basura espacial (SST) con el Telescopio IAC-80. Se han llevado a cabo diversas campañas junto con otros telescopios para observaciones de este tipo y, tras ellas, desde CDTI se vuelve a aceptar al Telescopio IAC-80 como sensor SST. El personal del Proyecto desarrolla con éxito una pipeline para la reducción de imágenes de satélites en tiempo real, así como software de observación SST.

Software, procedimientos, aplicaciones y web

El personal del Proyecto ha llevado a cabo diversos desarrollos de programas, utilidades y pipelines:

- Un método para hacer astrometría a gran velocidad
- Reparación del calculador de tiempo de exposición del Telescopio IAC-80
- Pipeline para análisis fotométrico automático de las imágenes de CAMELOT2
- Pipeline de coeficientes de extinción para imágenes de CAMELOT2

Se han realizado numerosas mejoras en las webs a cargo del Proyecto: instalaciones telescópicas, tanto interna como externa, datos meteorológicos y CAT interno del IAC. Además, se han creado nuevas páginas, como la de CARONTE, aparte de actualizaciones importantes en otras, como la de FastCam.

Personal

Se ha incorporado el nuevo astrónomo IAC-NOT y se ha obtenido financiación Severo Ochoa para prorrogar 3 contratos temporales del equipo. El personal del equipo ha llevado a cabo decenas de noches de servicio en el IAC80 y más de 20 en el ORM. Se ha elaborado un nuevo manual para los TOTs diurnos.

Formación y PRL

Además de la formación habitual, el personal del Proyecto ha realizado numerosos cursos de formación: actuadores, Beckoff, evaluación de riesgos en puestos de trabajo, etc. También se han llevado a cabo acciones derivadas de la revisión PRL de puestos de trabajo.

Actividades de divulgación y difusión

Se sigue moviendo el uso de redes sociales para promocionar la labor del Grupo de Operaciones Telescópicas. Se ha participado, entre otros, en la reunión de la Sociedad Española de Astronomía o en el congreso "ICTs and its applications in Research and Innovation". Se han impartido charlas en y a colegios, congresos, estudiantes y visitantes en general, entrevistas, divulgación remota desde los telescopios, etc. Numerosas visitas tanto en la sede central del IAC como a los Observatorios de Canarias. Se ha publicado un artículo en la revista Astronomía sobre las nuevas instalaciones del OT y se ha ofrecido el Telescopio IAC-80 para observaciones remotas de estudiantes colombianos. También se ha participado en la IAU General Assembly, en Corea en 2022 con la charla titulada "The brightness and colors of Oneweb satellites".

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

La caracterización de los Observatorios de Canarias es tarea del Equipo de Calidad del Cielo (Site Quality Team - SQT) del IAC, formado por J.A. Castro Almazán, S. Hidalgo Rodríguez, A. Prieto Antúnez y A.M. Varela Pérez (en tiempo compartido con la dirección de la Fundación Starlight). El equipo está dirigido por C. Muñoz-Tuñón.

El SQT tiene el objetivo de implementar técnicas, obtener medidas, y analizar y publicar resultados que cuantifiquen de manera objetiva la calidad de los Observatorios de Canarias para la Astronomía y optimicen su operatividad. También es el interlocutor del IAC con otras instituciones internacionales y observatorios en este campo.

Automatización de los monitores de seeing DIMMA

Diferentes problemas de hardware (problemas con el enfocador en el OT, con la montura en el ORM, rotura por hielo de correas y cables de la cúpula del OT, etc.), con las consiguientes modificaciones de software de control para adaptarlo a componentes sustitutos o para puentear errores, retrasaron las pruebas de comisionado del software de automatización. Las pruebas se llevaron a cabo finalmente de marzo (OT) y en julio (ORM), seguidas de calibraciones adicionales de la escala de placa y foco nominal. En particular, el problema con el enfocador en el DIMMA-OT, componente descatalogado, aún no está solucionado.

Caracterización para el futuro Telescopio Solar Europeo (EST)

El SQT lleva dando soporte al Proyecto EST desde 2019, tanto durante su fase de selección de sitio como en la posterior de diseño. En 2022 se ha mantenido este soporte, con reuniones y cesión de datos locales de viento, para apoyar las simulaciones numéricas de alta resolución de flujo de aire y las pruebas de túnel de viento, llevadas a cabo por la oficina del proyecto sobre el prototipo final, en su ubicación definitiva. Las simulaciones y pruebas llevadas a cabo en 2022 se focalizaron, particularmente, en estudiar el impacto de la nueva instalación en los telescopios vecinos.

Polvo en suspensión

Las medidas actuales de polvo en suspensión en los Observatorios son limitadas y, dependiendo de cada equipo, presentan problemas de fiabilidad y falta de calibración y/o continui-

dad. Algunos equipos con datos de alta calidad, como los fotómetros CIMEL o los datos de PM10 recibidos directamente por AEMet, presentan otros problemas. En el primer caso, ausencia de datos nocturnos y en tiempo real y no discriminación por tamaño de partículas. En el segundo, nos vemos limitados por tener datos sólo en Izaña, con frecuencia insuficiente para la toma de decisiones operacionales y con un único calibre que no brinda información sobre partículas pequeñas.

En el caso del ORM, se dispone de un contador óptico de partículas de polvo en el Telescopio TNG que mostró extrema utilidad durante el proceso volcánico de 2021. No obstante, siendo un equipo pensado para salas limpias, presenta incertidumbres de calibración y riesgo de saturación en calimas intensas.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se planteó un proyecto para estudiar y adquirir dos equipos gemelos de medición de polvo atmosférico para ambos Observatorios, en colaboración con el Grupo de Operaciones Telescópicas. Los objetivos eran dos: disponer de un servicio de datos precisos en tiempo real para la toma de decisiones en los telescopios (apertura/cierre, programa científico, postprocesado...) y contar con un registro de series temporales de partículas de polvo de alta calidad, calibradas, homogéneas y simultáneas en ambos observatorios, para estudios científicos y de caracterización.

Se estudiaron y consideraron distintos tipos de equipo de rango de precio similar y 3 marcas distintas, incluidos entre ellos la versión actualizada del monitor de sala limpia de Telescopio TNG. El resultado fue la selección de un Medidor Óptico de Partículas (Optical Particle Sizer -OPS-) marca TSI modelo 3330, basados en características como su caudal de entrada reducido, lo que redundaba en la sensibilidad, nivel de saturación dos órdenes superior a los monitores de sala limpia y disponibilidad de



Equipo de medición de polvo atmosférico OPS (TSI modelo 3330) de 16 canales entre 0.3 y 10 micras.

16 canales configurables para la distribución de tamaños entre 0.3 y 10 micras. Se trata de un equipo de pequeño tamaño con admisión de protocolos de comunicación adecuados para su acceso y extracción remota de datos en tiempo real. Los equipos, junto con un caudalímetro de calibración, se recibieron en diciembre 2022. Su instalación se llevará a cabo en 2023.

Brillo de fondo de cielo nocturno (NSB)

El NSB es un parámetro clave para la calidad astronómica de un observatorio. En el caso de los Observatorios de Canarias, el NSB está protegido por la Ley del Cielo. Por ese motivo, las medidas rutinarias de este parámetro han sido llevadas a cabo, desde los años 90, principalmente, por la Oficina Técnica de Protección del Cielo (OTPC), con diferentes técnicas. Dentro del IAC, otros grupos de investigación también han realizado mediciones con fotómetros tipo Sky Quality Meter. El Grupo de Operaciones Telescópicas, asimismo, ha llevado a cabo campañas periódicas con el Telescopio IAC-80.

En 2012 la OTPC adquirió unos nuevos equipos llamados ASTMON que realizan fotometría con cámaras de todo-cielo (all-sky) y detector CCD. En total, se adquirieron 4 equipos ASTMON, uno para el OT y dos para el ORM (JKT y Las Moradas), además de uno portátil. Estos equipos han estado prestando servicio rutinario hasta la actualidad, aunque afrontando una serie de problemas de fiabilidad, lo que, unido al cierre de la empresa fabricante, con el consiguiente cese del soporte técnico, ha supuesto que, hoy en día, solo el ASTMON-JKT permanezca activo.

El SQT comenzó a apoyar las medidas de NSB de la OTPC con ASTMON hace unos años, desarrollando un software de generación de resultados y gráficos (ASTMONDAT) y dando soporte técnico puntual. En 2022, la situación de los ASTMON (cuyo software propietario no puede ser modificado) ha forzado el abordaje de un nuevo proyecto de sustitución o actualización de estos equipos. El proyecto incluye, además, el procesado de la serie histórica de valores NSB. Este proyecto lo lidera el SQT, con apoyo de la OTPC.

Para la renovación de los equipos ASTMON se desarrollaron dos líneas paralelas. En la primera de ellas se ha planteado una actualización completa del software de los equipos, conservando el mismo hardware. El nuevo software debía poder controlar el hardware, procesar y calibrar las imágenes, de forma completamente modular. El desarrollo del software, escrito

en Python bajo SO Linux, comenzó en julio y se extenderá al primer trimestre de 2023, en el que está prevista la fase de implementación. Para el control de hardware se está usando la librería de código abierto INDI (Instrument Neutral Distributed Interface; <https://indilib.org/>). El nuevo software se denomina PhAllSky (Python-Photometry AllSky) y será implementado en los antiguos ASTMON, que quedarán completamente actualizados. PhAllSky implementa nuevos protocolos de reducción de imágenes, calibración fotométrica, control de hardware y automatización mejorados respecto al software anterior.



Equipo ASTMON-OT ya desplazado al taller en el IAC durante su desmontaje, previo a la reconfiguración como PhAllSky.

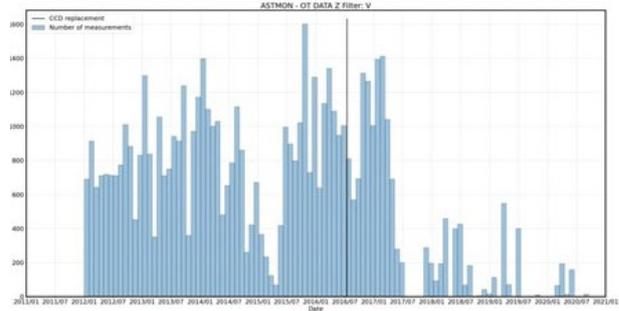
En paralelo, como segunda vía, se contactó en febrero con Martin Aubé, especialista de las universidades de Sherbrooke y Bishop (Québec, Canadá), para que estudiara una opción de equipo equivalente al ASTMON, pero de coste reducido, basado en detectores CMOS, en lugar de CCD. El concepto propuesto por Aubé fue aprobado en mayo y la oferta final para un equipo completo de prueba, incluyendo su instalación en el OT, se llevó a cabo en el mes de Julio. El proyecto se fue desarrollando durante el otoño, de modo que el nuevo equipo quedó listo para su instalación en los primeros meses 2023.

Para dar cierre a los ASTMON, se ha procedido al análisis de toda la serie histórica de datos. Para ello, se ha usado el software ASTMONDAT. Los resultados preliminares han evidenciado pequeñas derivas en las series, consecuencia de problemas de calibración, que afectan al margen de error. En este paquete de tareas, se ha revisado y actualizado ASTMONDAT (programado en IDL), corrigiendo bugs, desactivando opciones obsoletas y reprogramando o añadiendo nuevas funciones en Python, para hacerlo compatible con las salidas de PhAllSky. Para corregir los problemas de calibración de las series antiguas, se ha optado por ir recalibrando los viejos ASTMON con el nuevo software PhAllSky. Para ello, se ha diseñado un plan de implementación durante 2023 con un despliegue gradual de PhAllSky, comenzando por el equipo ASTMON portátil, de modo que este equipo pueda ir sirviendo de calibrador de los demás. Para ello, El propio equipo portátil deberá ser validado con medidas en el Telescopio IAC-80.

En paralelo, como segunda vía, se contactó en febrero con M. Aubé, especialista de las universidades de Sherbrooke y Bishop (Québec, Canadá), para que estudiara una opción de equipo equivalente al ASTMON, pero de coste reducido, basado en detectores CMOS, en lugar de CCD. El concepto propuesto por M. Aubé fue aprobado en mayo y la oferta final para un equipo completo de prueba, incluyendo su instalación en el OT, se llevó a cabo en el mes de julio. El proyecto se fue desarrollando durante el otoño, de modo que el nuevo equipo quedó listo para su instalación en los primeros meses 2023.

Para dar cierre a los ASTMON, se ha procedido al análisis de toda la serie histórica de datos. Para ello, se ha usado el software ASTMONDAT. Los resultados preliminares han evidenciado pequeñas derivas en las series, consecuencia de problemas de calibración, que afectan al margen de error. En este paquete de tareas, se ha revisado y actualizado ASTMONDAT (programado en IDL), corrigiendo bugs, desactivando opciones obsoletas y reprogramando o añadiendo nuevas funciones en Python, para hacerlo compatible con las salidas de PhAllSky. Para corregir los problemas de calibración de las series antiguas, se ha optado por ir recalibrando los viejos ASTMON con el nuevo software PhAllSky. Para ello, se ha diseñado un plan de implementación durante 2023 con un despliegue gradual de PhAllSky, comenzando por el equipo ASTMON portátil, de modo que este equipo pueda ir sirviendo de calibrador de los demás. Para ello, El propio equipo por-

tátil deberá ser validado con medidas en el Telescopio IAC-80.



Distribución de número de datos válidos obtenidos por ASTMON-OT en banda V desde su instalación. Se evidencia la paulatina pérdida de fiabilidad que ha mostrado el instrumento en los últimos años, lo que desembocó en las acciones llevadas a cabo en 2022. El gráfico se obtuvo como parte del análisis de los valores históricos de NSB.

Vapor de agua precipitable (PWV)

El PWV es un parámetro que continúa teniendo alta demanda. Tanto los monitores, basados en la técnica GNSS, como el sistema de predicción ForO (Forecasting the Observatories), se han mantenido operativos, dando soporte a varios proyectos. Ha continuado la colaboración con proyectos internos como QUIJOTE o externos, como el equipo del instrumento KISS, con el que no solo se han compartido resultados de PWV, sino también técnicas para obtener perfiles verticales de temperatura promedio atmosférica. Como resultado, se ha participado en la publicación: "Observations with KIDs Interferometer Spectrum Survey (KISS)" (Fasano et al, 2022; Proceedings of the International Conference entitled "mm Universe @ NIKA2", Roma (Italia), June 2021, EPJ Web of conferences).

Actualización del informe "Summary of the site testing results at the Roque de los Muchachos Observatory"

En marzo, a petición de GTC, actualizamos el informe "Summary of the site testing results at the Roque de los Muchachos Observatory" redactado en 2016 para TMT. En los seis años transcurridos, se han obtenido nuevos resultados de la distribución de turbulencia en la Capa Ligada (<200m), tiempo de coherencia, efectos de la resolución vertical en los resultados de gSCIDAR, PWV y calidad en IR y tiempo útil. En la nueva versión de 2022, todos estos resultados están incluidos o actualizados.

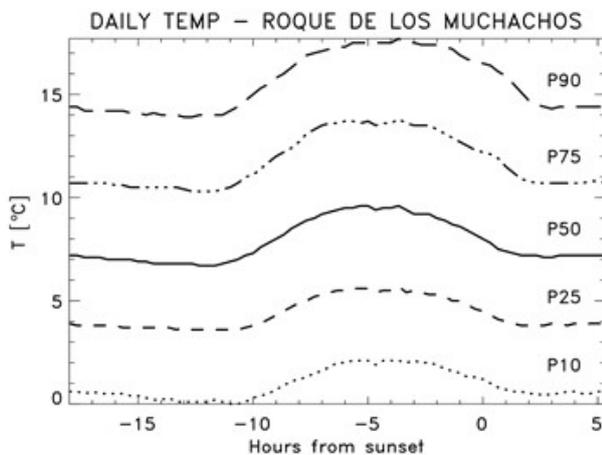
Colaboración con TMT

El consorcio TMT se sometió a evaluación a partir de diciembre. Para completar sus informes sobre las características del ORM se nos

solicitó, e hicimos llegar, copia del documento Summary of the site testing results at the Roque de los Muchachos Observatory actualizado en marzo de 2022.

TMT solicitó, además, resultados particulares de los gradientes de temperatura dentro de un mismo día en el ORM. El gradiente de temperatura diurna es un parámetro relevante para la optimización y ajustes diarios de la operación del telescopio, incluyendo los requerimientos impuestos a la óptica activa de los espejos. Como primera aproximación, se extrajo la información relevante del paper Climatological Study for the Cherenkov Telescope Array North Site at the Canary Islands I: Temperature, Precipitation, and Relative Humidity (Castro-Almazán, Muñoz-Tuñón, 2018, PASP, v.130, Is. 993), que incluye un profuso análisis de este parámetro en el OT.

Para obtener un resultado ad-hoc para el ORM, equivalente al obtenido para Mauna Kea por la oficina del proyecto, se usaron cinco años de datos de temperatura en mástil de 2m registrados por el telescopio NOT en el ORM, obteniendo el gráfico de la figura siguiente.



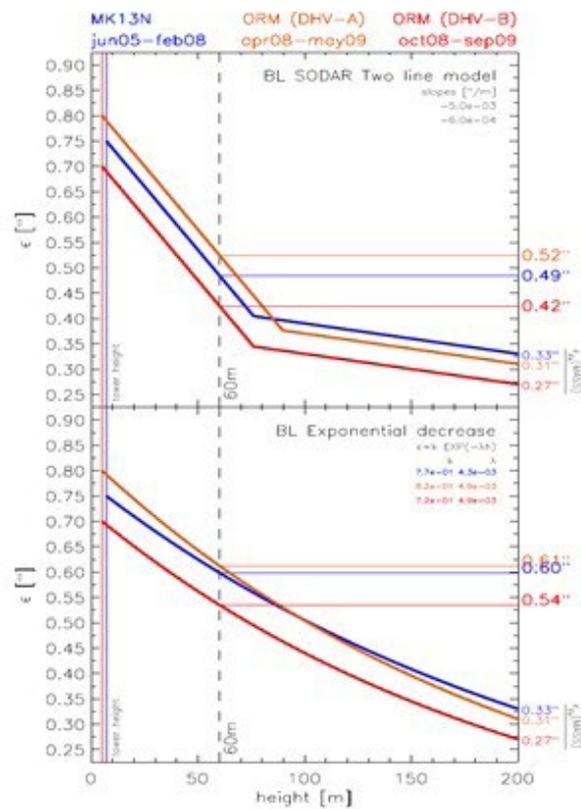
ROQUE DE LOS MUCHACHOS OBSERVATORY (ORM) - LA PALMA - CANARY IS: 2010-2014 Air Temperature Recorded in mast (2m) at the Nordic Optical Telescope 28N45°24.2' 17W53°05.3' (2388 masl)

Sampling: 1 min⁻¹ - Units: °C

Percentiles:	P10	P25	P50	P75	P90
$T_{max} - T_{min}$	3.7	4.7	6.0	7.3	8.5
$T_{max} - T_{(sunset, t=0)}$	1.7	2.7	3.9	5.2	6.2
$T_{(sunset, t=0)} - T_{min}$	0.5	1.0	1.7	2.8	4.2
Max recorded T	25.4				
Min recorded T	-8.5				

Prepared by the IAC Site Characterization Team, Dec 2022

Gradiente de temperatura diario en el ORM basado en 5 años de datos de temperatura a 2m de altura, registrada en el mástil del Telescopio NOT. La primera fila de la tabla muestra la estadística del gradiente durante las 24h, la siguiente se refiere al gradiente durante el período diurno y la tercera, durante el período nocturno.



Dos estimaciones (modelo bilineal y exponencial) de la caída del efecto del seeing en la capa ligada para en el ORM (con dos series de datos distintas, rojo y naranja) y Mauna Kea (azul). Se aprecia como la caída es ligeramente más rápida en el ORM que en Mauna Kea en ambos supuestos, lo que supone una ventaja. Esta figura forma parte de la actualización del informe "Summary of the site testing results at the Roque de los Muchachos Observatory" actualizado en 2022.

Participación en la Asamblea General EGU 2022

Se participó de forma remota en la Asamblea de la Unión Europea de Geociencias (EGU) de 2022 (celebrada en Viena del 23 al 27 de mayo) con tres trabajos en 2 sesiones. Se presentaron las siguientes ponencias:

- "The Precipitable Water Vapour GNSS monitors at the Canary Islands Astronomical Observatories: towards an optimization of the final accuracy" (2022EGUGA..2413374C). Castro-Almazán, García-Lorenzo, Muñoz-Tuñón, Romero.
- "Impact at the astronomical Observatory of Roque de los Muchachos from the Cumbre Vieja 2021 volcanic eruption at La Palma" (2022EGUGA..2412852P). Pérez-Arencibia, Castro-Almazán, Eff-Darwich, García-Álvarez, Vilches-Sarasate, Gallo-Acosta, García-Lorenzo, Muñoz-Tuñón.

Y se participó en:

- "Geological risk at Roque de los Muchachos astronomical observatory: lessons lear-

ned from Cumbre Vieja eruption" (2022EGU-GA..2412449E). Eff-Darwich, González, García-Lorenzo, Castro-Almazán, Pérez-Arencibia, Rodríguez-Losada.



Portada de la ponencia presentada en la Asamblea General de la EGU sobre los efectos de la erupción volcánica de Tajogaite (2021) en la dorsal de Cumbre Vieja (La Palma) en el ORM.



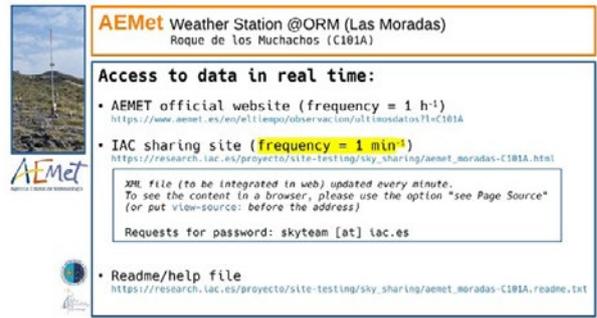
Una de las cúpulas de 2m de ScopeDome para COXMo, todavía desmontada y almacenada en el CALP, a la espera de su traslado para ser instalada en el ORM.



Una de las monturas de marca 10Micron recibida para COXMo.

Monitores de Extinción Nocturna (Proyecto COXMo)

El Proyecto COXMo (Canarian Observatories eXtinction Monitors) prosigue según cronograma. En 2022 se remató el diseño, se subcontrataron los proyectos de ingeniería civil y acometidas, se seleccionaron los componentes y tramitado las compras. Los componentes fueron llegando a lo largo del otoño. Hacia



Captura de la presentación realizada para la reunión de SUCOSIP el 15 de noviembre, con los detalles de la forma de acceso a los datos de la estación meteorológica de AEMet en el ORM en tiempo real, mediante script preparado por el SQT.

el final del año, se iniciaron los trámites de petición de permisos legales para la ejecución de las obras civiles previas. Se ha identificado un importante riesgo de demora en la concesión de los permisos en el ORM.

Colaboración con IAU en el marco "Dark and Quiet Skies for Science and Society"

Se mantiene la participado en los Working Groups creados bajo el marco de la iniciativa Dark and Quiet Skies for Science and Society de la Unión Astronómica Internacional (IAU). Este grupo de trabajo actúa junto con la Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Exterior (UNOOSA) para establecer recomendaciones que conduzcan a la minimización del impacto de las actividades humanas en la visibilidad del cielo estrellado y en el progreso de la astronomía.

Casiana Muñoz-Tuñón es miembro de la delegación española de UNOOSA en Viena y del Executive Committee WG Professional-Amateur Relations in Astronomy de la IAU.

Comisiones y comités

Algunos de los miembros del SQT forman parte, o son responsables, de distintos comités. En 2022 hubo dos reuniones del Subcomité de Propiedades de los Observatorios (SUCOSIP) y el Comité Científico Internacional (CCI). En la reunión del 24 de mayo, se presentaron los proyectos COXMo y el Sistema de Control de Tráfico de Láseres (LTCS) instalado en el OT en 2021. En la sesión de 15 de noviembre, se presentó el proyecto para un nuevo monitor de polvo atmosférico y se anunció la puesta a disposición de los usuarios del ORM de los datos meteorológicos de la estación de AEMet en tiempo real, tarea llevada a cabo por el SQT semanas antes.

También se reunió la Comisión del Clima y Calidad del Aire del Observatorio de Cambio Climático del Gobierno de Canarias.

Por último, finalizó la primera fase de la actividad del grupo de trabajo Astro-Weather de ESO, del que formamos parte. En este grupo se definieron los parámetros y técnicas de site-testing necesarias para la óptima operación de los futuros telescopios de clase >30m, como será el caso del EELT. En particular se diseñó la futura instrumentación de site-testing de apoyo al EELT en Cerro Armazones, Chile. Como resultado, se ha participado en la publicación:

- "The ESO's Extremely Large Telescope Working Groups"! (2022Msngr.189...23P). Padovani et al. The Messenger, Dec 2022.

Perfilador de turbulencia de la Universidad de Durham en el OT

En el marco de la colaboración del IAC con ESO y ESA, se va a instalar un experimento en 2023 en la OGS, que incluye óptica adaptativa, láseres de alta potencia para estrellas guía laser y comunicaciones ópticas con satélites (proyecto OGS-CANAPY-ALASCA). El experimento va a estar varios años en operación en la OGS.

Como parte del experimento, la Universidad de Durham (UK) contactó con el IAC en mayo para instalar un perfilador vertical de turbulencia en el OT. La colaboración la ha canalizado el SQT y el Departamento de Gestión de Proyectos. Tras dos visitas para evaluar los sitios posibles, se propuso ocupar la antigua torre SHABAR, para lo que se gestionó la cesión temporal por parte del IAC. A su vez, hemos levantado y suministrado nuevos planos, fotografías y compartido información sobre posibles cúpulas. El monitor está previsto que se instale y empiece a operar en 2023. Se trata de una variación de la técnica SLODAR, basada en el sensado de las pendientes del frente de ondas de llegada con un sensor tipo Shack-Hartmann. Mediante el uso de diafragmas, el monitor se ha diseñado para poder operar también durante el día.



Fig. 8: Felipe García López, del taller de Mecánica del IAC, tomando las medidas necesarias para el levantamiento del plano de la torre SHABAR en el OT, de cara a su adecuación para la instalación del futuro perfilador de turbulencia de la Universidad de Durham.

Divulgación, cursos, direcciones y arbitrajes

Se ha mantenido actividad divulgadora en distintos aspectos que incluyen charlas sobre la calidad de los cielos de Canarias o relacionadas con los fines de la fundación Starlight, además de dar respuesta a medios sobre temas específicos.

Se ha participado en el Proyecto ADA del Instituto de las Mujeres, Ministerio de Igualdad, para la promoción del interés de las niñas en las ramas científicas y tecnológicas y en el Ciclo Mujer y Ciencia 2021, impartiendo una decena de charlas en primaria, secundaria y bachillerato.

Se colabora, tanto suministrando datos como respondiendo consultas, con el TFG del estudiante de Informática de la ULL Daniel García Hernández, titulado "Técnicas de inteligencia artificial para la predicción del punto de rocío para el mantenimiento predictivo de un telescopio astronómico", cuyos tutores son Christopher Expósito Izquierdo (ULL) y Adrián Calzadilla González (IAC).

Se arbitraron dos papers científicos para MNRAS y se revisaron los aspectos referidos a valores de caracterización del OT en el paper para PASP: "SPECULOOS Northern Observatory: Searching for Red Worlds in the Northern Skies" (Burdanov et al, 2022)

Otras colaboraciones, participaciones y soportes

Colaboración con INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri

La colaboración continúa. En 2022 se cedieron datos de seeing obtenidos con DIMM tanto en el OT como en el ORM, para validación de modelos numéricos de predicción.

Eventos meteorológicos adversos en el ORM

A petición de la oficina de proyecto del consorcio CTA en el ORM, se recopilaban los informes y publicaciones realizadas por el SQT referentes a los posibles efectos del cambio climático y periodicidad y tiempos de retorno de eventos meteorológicos adversos en las cumbres de Canarias. Se extrajo y facilitó la información relevante.

Colaboración con la misión Gaia

En 2022 seguimos siendo miembros de la unidad de desarrollo DU11 englobada en la unidad de coordinación CU5 del DPAC (Data Processing and Analysis Consortium) que se dedica al tratamiento inicial de datos de los espectros obtenidos por la misión espacial Gaia de la ESA. En noviembre organizamos el Mee-

ting anual del Consorcio en las instalaciones de IACTEC.

Estudio calidad atmosférica con resultados de FastCam

Se inició una colaboración con el Grupo de Operaciones Telescópicas para estudiar los efectos instantáneos del seeing en el rendimiento del instrumento basado en la técnica de lucky-imaging FastCam, operado habitualmente en el Telescopio Carlos Sánchez del OT.

Miratlas

Hemos tenido varias reuniones de consultoría, además de ceder datos de seeing, con la empresa Miratlas, sobre la futura instrumentación de site-testing de apoyo al New Robotic Telescope (NRT) en el ORM.

Estudios Universitarios para Mayores y Adultos de la ULL

Se sigue impartiendo el Curso de Astronomía dentro del programa de Estudios Universitarios para Mayores y Adultos de la ULL.

Otras cesiones de datos

Se cedieron datos de perfiles de turbulencia (Cn2) obtenidos con g-SCIDAR al Dr Larry Scott como parte de su trabajo para la Universidad Central de Florida.

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

La OTPC ha continuado con las labores de emisión de informes técnicos e inspección a instalaciones de alumbrado. En el 2022 se han realizado 360 inspecciones y se han formulado 139 denuncias (31,13% más que el 2021) y se han resuelto 59 denuncias. La mayoría de inspecciones y denuncias son en instalaciones de alumbrado con nuevas tecnologías LED incumpliendo las especificaciones técnicas y sin los preceptivos informes técnicos del IAC, así como de letreros luminosos encendidos después de las 24h o por excesivo brillo. La colaboración de la Consejería de Industria, al amparo del Reglamento RD.1890/2008 ha mejorado, aunque continúa siendo mínima por lo que *cada vez resulta difícil hacer cumplir la Ley, aunque se ha detectado el envío de algunos expedientes y sanciones a los infractores, lo cual resulta esperanzador*. El número de informes técnicos se ha aumentado un 13,63% (200). Se han realizado 216 registros de entrada y 552 de salida (por la Sede Electrónica, gestionados por la OTPC, 214 entradas y 214 salidas). El número de correos electrónicos para consultas fue de 2154 mensajes (1220 en consultas a instalaciones y 434 de luminarias, 503 relacionadas con las denuncias). Se continúa certificando un importante número de luminarias y lámparas con un total de 47 certificaciones este año.

La carga de trabajo en la OTPC se va incrementando (laborioso proceso de comprobación de proyectos con la nueva tecnología LED e incremento de instalaciones) y no se ha conseguido contratar a otro técnico, solicitado desde hace 10 años, lo cual hace que algunos procedimientos se estén atrasando como son la gestión de nuevas denuncias y su resolución, lo cual puede suponer un agravio a los ciudadanos que si han adaptado sus instalaciones.

La inactividad desde 2013, ligeramente activada en el 2022, en las funciones de la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias, respecto a las infracciones en los alumbrados de exteriores, al amparo del Reglamento RD.1890/2008, está haciendo peligrar el buen mantenimiento de la calidad astronómica, así como la falta de personal técnico en la OTPC para gestionar las denuncias.

Continúa funcionando los ASTMOM en el ORM excepto el de Las Moradas que lleva un mes sin conexión a la red. Siguen dando fallos de forma aleatoria por problemas con Windows y conexiones por lo que se va obteniendo datos

con dificultad a falta de disponer de personal dedicado a su actualización y mantenimiento. Se sigue trabajando en un nuevo software para los ASTMOM por parte del equipo de la Caracterización de los Observatorios así como la construcción de un nuevo instrumento NIGHTMON que será probado en febrero de 2023 tras la validación de los datos por parte del equipo de Caracterización del Cielo.

No ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos observatorios ni por sobrepasar los niveles de campo electromagnético.

Labores realizadas por la OTPC durante 2022

Divulgación (charlas, ponencias y cursos impartidos)

- LPTMM Conference 2022 Light Pollution: Theory, Modelling and Measurements.
- Responsible Outdoor Lighting at Night Conference 2022 – ROLAN mayo.
- Charla dentro de “Café con estrellas” de la fundación Starlight. El papel de la OTPC en la aplicación de la ley del cielo en Canarias para reducir la contaminación lumínica. Fundación Starlight. On line. 28 de abril.
- Charla sobre La Contaminación lumínica, que es, como nos afecta y como reducirla. Ayuntamiento de La Victoria de Acentejo. La Victoria de Acentejo. 16 de mayo.
- Ponencia en XLVIII Simposium Nacional de Alumbrado. La farola del mar. Contaminación lumínica en zonas portuarias. Cartagena, 26 de mayo.
- Charla dentro del Jornadas sobre Las Pardeles: Prevención de la contaminación lumínica en instalaciones hoteleras. Turismo de Tenerife. Arona 13 de junio.
- Charlas dentro del Curso de monitores Starlight de Fuencaliente denominadas: Cuidado del cielo. Materia prima del turismo astronómico y práctica de medidas del fondo de cielo y parámetros luminosos. Fundación Starlight. Fuencaliente. 30 de junio.
- VIII International Summer School AEA-CI2022, charla sobre calidad del cielo y contaminación lumínica: la experiencia de la ley del cielo. Instituto de Astrofísica de Canarias (AACI). La Laguna. 28 de julio.
- Charla dentro del IAUGA 2022 en Focus Meeting #2. The OTPC (Technical Office for the Protection of the quality of the Sky) of

the IAC. Experience on Sky Law regulation. IAUGA Busan, Republic of Korea (on line) agosto.

- Charlas dentro del V encuentro Internacional Starlight de Fuencaliente. Los faros del mar. Contaminación lumínica en zonas portuarias y Experiencia de la aplicación de la ley del cielo en Canarias. Fundación Starlight. Fuencaliente. 24-29 de octubre.

Otros

- Entrevistas en TV, Radio y notas de prensa.
- Artículo publicado en la revista del Comité Español de Iluminación "La OTC: Treinta años colaborando para proteger el Cielo".

Colaboraciones

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

En los alumbrados exteriores públicos de las zonas de Tenerife no protegidas por la "Ley del Cielo", se realizaron reuniones y obtuvimos el compromiso de usar ledes de no más de 2700°K (o Led Blanco Cálido IAC) con el Gobierno de Canarias, el Cabildo de Tenerife y los ayuntamientos de Santa Cruz de Tenerife y San Cristóbal de La Laguna. Con el ayuntamiento de Güímar se firmó un acuerdo de colaboración.

También nos hemos reunido con ENAIRE para la instalación de antenas receptoras en el ORM para la identificación de aeronaves, así como la colaboración de AENA en ser respetuosas con la astronomía en las instalaciones de alumbrado en el aeropuerto de TFS (fuera de la zona de protección).

No parece que hay aún acuerdo con la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife que en el 2022 ha instalado nuevas **luminarias led de más de 5000°K en la Dársena Pesquera, altamente contaminantes.**

Medidas, Control y Calidad

Medidas del fondo del cielo: Se continúa con las medidas en el OT y ORM con el "All Sky" ASTMON en el ORM, pero con dificultad, en el OT se encuentra esperando una solución con empresa externa o por contratación de personal para su reparación.

Se ha retomado las medidas de emisiones radioeléctricas con la Dirección General de Telecomunicaciones instalando un equipo portátil en el OT y en el ORM. No obstante, los datos que nos aportan son por bandas de frecuencias y no permiten identificar las emisoras más contaminantes por lo que se les ha solicitado la identificación de estas emisoras.



Sustitución de luminarias con filtro ámbar certificado por el IAC.

INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

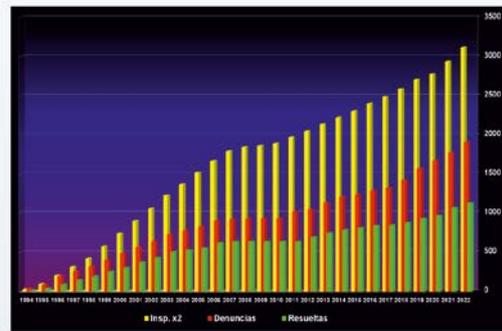
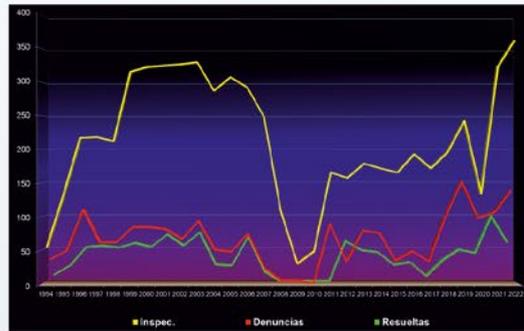
EVOLUCIÓN DE INSPECCIONES Y DENUNCIAS 1994-2022

AÑO	Inspec.	Denuncias	Resueltas
1994	56	36	10
1995	133	49	24
1996	217	110	52
1997	218	61	54
1998	212	61	51
1999	314	84	58
2000	321	84	52
2001	323	81	71
2002	325	66	54
2003	328	93	74
2004	286	50	25
2005	306	47	24
2006	291	74	68
2007	248	23	15
2008	110	4	0
2009	32	4	0
2010	50	0	0
2011	166	59	0
2012	158	32	61
2013	179	79	47
2014	172	75	44
2015	166	34	25
2016	193	48	29
2017	172	33	8
2018	196	99	32
2019	242	152	48
2020	135	97	43
2021	321	106	99
2022	360	139	59

AÑO	Insp. x2	Denuncias	Resueltas
1994	28	36	10
1995	95	85	34
1996	203	195	84
1997	312	256	140
1998	418	317	191
1999	575	401	249
2000	736	485	301
2001	897	566	372
2002	1060	632	476
2003	1224	728	500
2004	1367	775	525
2005	1520	822	549
2006	1665	896	617
2007	1789	919	632
2008	1844	923	632
2009	1860	927	632
2010	1885	927	632
2011	1968	1016	632
2012	2047	1048	693
2013	2137	1127	740
2014	2223	1202	784
2015	2306	1236	809
2016	2402	1284	838
2017	2488	1317	846
2018	2586	1416	878
2019	2707	1568	926
2020	2775	1665	969
2021	2935	1771	1068
2022	3115	1910	1127

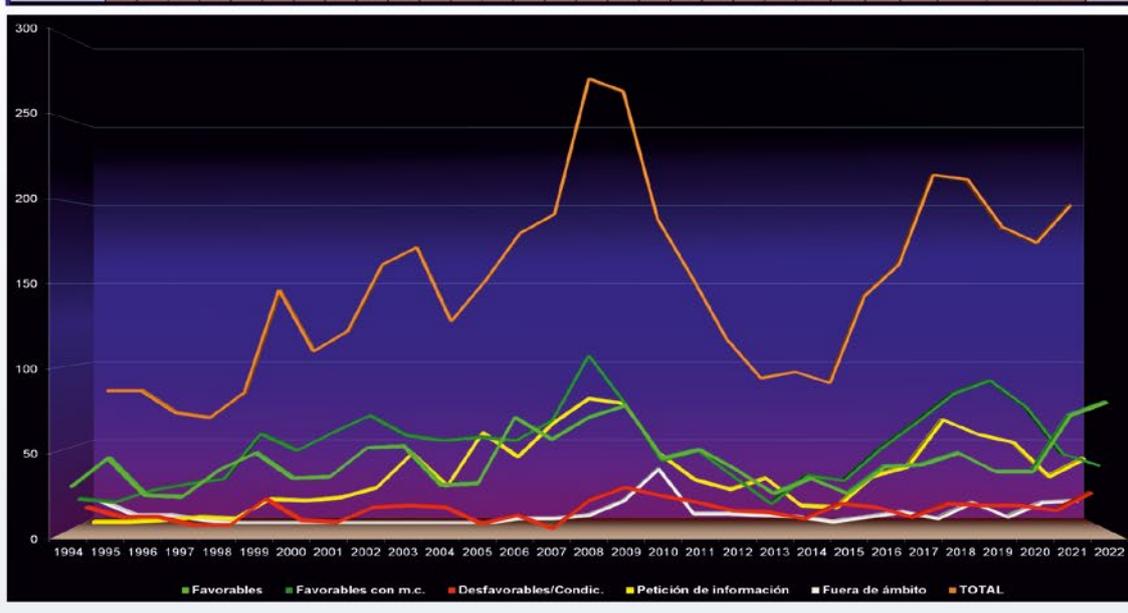
DATOS ANUALES

DATOS ACUMULADOS



EVOLUCIÓN DE INFORMES TÉCNICOS 1994-2022

INFORMES	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Favorables	45	30	47	25	24	40	50	35	34	53	54	31	32	71	58	71	78	47	52	40	26	35	26	42	43	50	39	39	72	80
Favorables con m.c.	24	21	19	26	30	33	40	50	61	71	59	56	58	56	68	107	78	64	50	34	18	35	32	51	67	84	92	76	43	41
Desfavorables/Condic.	6	14	8	8	3	3	19	6	5	14	15	14	4	9	1	18	26	21	17	12	11	7	16	14	8	16	15	15	12	23
Petición de información	4	3	3	4	6	5	17	16	18	24	45	25	58	43	64	79	76	45	29	23	30	13	12	31	37	66	57	52	31	42
Fuera de ámbito	0	14	5	5	2	*	*	*	*	*	*	*	*	3	3	5	14	34	6	6	5	4	1	4	7	3	13	4	13	14
TOTAL	79	82	82	68	45	81	146	107	120	162	173	126	152	182	194	280	272	191	154	115	90	94	87	142	162	219	216	184	176	200



Gráficos y tablas de evolución.

SERVICIOS INFORMÁTICOS (SI)

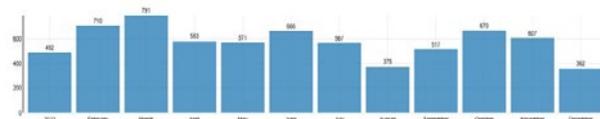
Los Servicios Informáticos del Instituto de Astrofísica de Canarias (en adelante SI) ofrecen y gestionan los servicios informáticos al resto de las Áreas del centro, así como a las Instituciones usuarias de los Observatorios, con el objetivo de que puedan desempeñar sus funciones con la máxima eficiencia y así realizar una investigación y desarrollo tecnológico de calidad.

El SI presta servicio en todas las sedes: en La Laguna, en el Centro Astrofísica La Palma, en los observatorios del Teide y Roque de los Muchachos, en la sede de IACTEC y en el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

Las principales acciones llevadas a cabo durante el año 2022 se resumen a continuación.

Servicio de Atención al Usuario

Atiende solicitudes e incidencias en el uso de infraestructuras y aplicaciones. A lo largo del año 2022 se gestionaron unas 7000 incidencias de usuario que se distribuyen por meses según el siguiente gráfico:



La inclusión de la modalidad de teletrabajo no ha supuesto en ningún caso una merma en la entrega de los servicios, por lo que hemos continuado con el préstamo de material, la gestión del equipamiento audiovisual del aula y de las salas de reunión. También hemos atendido más de 200 solicitudes de compra de material informático.

Servicio de red

Es la base fundamental para la conexión de nuestras instalaciones y los proyectos de investigación.

En relación con este servicio, y dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), el IAC está trabajando en un plan de refuerzo de la conectividad tanto marítima (entre las islas de La Palma y Tenerife, y de estas con la península), como terrestre (entre las sedes a nivel de mar con los respectivos observatorios, y dentro de éstos, con sus instituciones usuarias).

En lo que refiere al proyecto de redundancia marítima se ha adjudicado el proyecto, y se es-

pera realizar el kickoff del mismo en el mes de febrero del 2023.

Para el proyecto de redundancia terrestre, se hizo una consulta preliminar de mercado para estudiar las diferentes alternativas de ejecución, y esperamos continuar con los trámites de autorización para la implantación del mismo a principios del 2023.

Al margen de este proyecto, hemos realizado actividades para el mantenimiento y mejora del servicio de comunicaciones, destacando:

- La ampliación del radioenlace de emergencia entre el ORM y el OT a 100 Mbps.
- La conexión al Centro de Visitantes del ORM.
- La organización de una reunión técnica con los representantes TIC de nuestras instituciones usuarias.
- La actualización de nuestra red de conmutadores en la sede central de La Laguna.
- Trabajos de mantenimiento y mejora en las redes de fibra de los observatorios para la conexión de nuevos telescopios como el TTT o ATLAS.

El nodo de la Red Española de Supercomputación (RES) ubicado en el CALP ya ha comenzado a suministrar servicios de datos a grupos de investigación. Actualmente hay más de 90 TB en uso para estos proyectos que requieren almacenar gran cantidad de información.



Servicio de almacenamiento en la nube

El servicio de almacenamiento en la nube (<https://cloud.iac.es>) se ha consolidado como una suite de colaboración, de forma que ya no solo se usa como un espacio de almacenamiento accesible desde el exterior, sino que es una plataforma completa para el trabajo colaborativo.

La infraestructura de virtualización, que contribuye a la sostenibilidad de nuestros Centros de Proceso de Datos disminuyendo el número de servidores físicos en producción, y mejorando el aprovechamiento de la infraestructura, ha sido actualizada durante este último año. Se ha renovado su sistema de almacenamiento compartido para sustituir a su antecesor que había quedado sin soporte por parte del fabricante.

A lo largo del 2022 hemos además mejorado nuestro servicio de portal web. No solo a nivel tecnológico, sino además su organización y contenido. Se han añadido nuevas secciones como Severo Ochoa o Políticas Antifraude. En la parte interna hemos integrado todos los contenidos del área de Instrumentación.

Los incidentes de seguridad que han padecido en este año instituciones y administraciones públicas de nuestro entorno (como el CSIC) han acentuado la necesidad de reforzar la gestión de seguridad en el IAC. Lamentablemente por falta de presupuesto no hemos podido abordar proyectos para reforzar nuestra red. Sin embargo, durante el mes de diciembre hemos realizado un nuevo análisis de riesgos para adecuarlos al Esquema Nacional de Seguridad. En el aspecto operativo seguimos aumentando la capacidad de supervisión de nuestro cortafuegos, y también tenemos planes de adherirnos a nuevos servicios ofrecidos por nuestro proveedor RedIRIS.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN



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

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

Para asistir al Coordinador en el desempeño de sus funciones, existe la **Comisión de Investigación**, que él mismo preside, y de la que forman parte el Director del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, cinco doctores del centro, uno de ellos elegido por los estudiantes de Doctorado, y la Gerente de Investigación. Si bien es éste un órgano consultivo del Coordinador - para estudiar todos los asuntos relativos a la investigación y proponer las resoluciones pertinentes a los órganos competentes - éste lleva a través de la misma una dirección colegiada del Área de Investigación.

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

Los Servicios del Área comprenden, los **Servicios Informáticos Específicos**, el **Servicio Multimedia** y el **Servicio de Corrección Lingüística**.



Servicios

- Servicios Informáticos Específicos (SIE)

Su cometido es la instalación, mantenimiento y asistencia al usuario, en lo que concierne a todo el software de uso astronómico, así como las aplicaciones web del Área y otros servicios relacionados con este campo. El Servicio cuenta con un astrónomo responsable del mismo, tres Técnicos Superiores Especializados, un Ingeniero Senior y un técnico de apoyo temporal, que dedican una buena parte de su tiempo a estas labores de soporte, además de a tareas de desarrollo, implementación, seguimiento y mejora del servicio.

- Servicio MultiMedia (SMM)

Ofrece apoyo a los usuarios en todo lo referente a temas gráficos, tratamiento de imágenes, elaboración de ilustraciones o pósters y trabajos de vídeo o de infografía 3D. El Servicio está compuesto por un técnico especializado.

- Servicio de Corrección Lingüística (SCL)

Se encarga de la revisión de textos de investigación astrofísica en lengua inglesa, destinados a ser publicados en revistas especializadas del campo. El servicio está formado por un técnico especializado.

Actividad Investigadora

Finalmente, la actividad netamente investigadora en el IAC se estructura en **Proyectos de Investigación** que actualmente se engloban en seis líneas de investigación temática y que abarcan la mayoría de campos de la Astrofísica tanto teórica como observacional o instrumental. Las Líneas de Investigación actuales en el IAC son: Física Solar (FS), Sistema Solar y Sistemas Planetarios (SEYSS), Física Estelar e Interestelar (FEEI), La Vía Láctea y el Grupo Local (MWLG), Formación y Evolución de las Galaxias (FYEG) y Cosmología y Astropartículas (CYA-CTA).

Cada uno de 34 proyectos individuales, actualmente vigentes, está dirigido y gestionado por un Investigador Principal (IP) y aglutina la dedicación formal (total o parcial) de investigadores pre- y post- doctorales del IAC. Las vinculaciones y colaboraciones con investigadores de otros centros están reconocidas e incentivadas.

El personal investigador adscrito al Área (con relación contractual) se eleva a 250 personas, además de 24 Investigadores Afiliados y

2 doctores con el status de Colaborador adscritos al Área, quienes participan en distintos proyectos.

En la convocatoria 2022 de ayudas a «Proyectos de Generación de Conocimiento» y a actuaciones para la formación de personal investigador predoctoral asociadas a dichos proyectos, se han solicitado 17 proyectos de investigación dirigidos por investigadores del IAC, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023, por un total de 6.001.600 Euros. Asimismo, se incorporaron al IAC 28 investigadores postdoctorales a través de los proyectos del Plan Estatal (Proyectos I+D, Programa JCI y Programa RYC), 2 en el marco del programa Severo Ochoa, 2 en el marco del Programa de la EU y 3 contratados con otros fondos.

Igualmente ha habido una intensa actividad de Seminarios y Coloquios en el Área. A lo largo de este año, 67 investigadores de reconocido prestigio internacional de otras instituciones han impartido Seminarios, Charlas y Breaking News además de 25 charlas impartidas por ingenieros.

Finalmente, cabe destacar que durante 2022 se ha alcanzado la cifra de 647 artículos científicos publicados en revistas internacionales contempladas en SCI. La gran mayoría de estos artículos han sido publicados en las revistas más prestigiosas de la especialidad.

FÍSICA SOLAR

MAGNETISMO SOLAR Y ESTELAR (P/309902)

Christoph A. Kuckein

Íñigo Arregui Uribe-Echevarría, Andrés Asensio Ramos, Edgar S. Carlín Ramírez, Sangeetha Chitrapadi Rajaram, Manuel Collados Vera, Tobías Felipe García, Elena García Broock, Martín M. Gómez Miguez, Sergio J. González Manrique, Elena Khomenko Shchukina, Carlos Quintero Noda, Basilio Ruiz Cobo y Juan C. Trelles Arjona.

Colaborador del IAC: Héctor D. Socas Navarro.

L.R. Bellot Rubio, J.C. del Toro Iniesta (IAA); R. Kostic, N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); V. Olshevsky (Univ. de Leuven, Bélgica); A. Sainz Dalda (Univ. de Stanford, EEUU); Th. Berkefeld, S.K. Solanki (Max Planck Inst. for solar System Research, Alemania); A. Birch (MPI fur Sonnensystemforschung, Alemania); P. Cally, S. Shelyag (Monash Univ., Melbourne, Australia); M. Stangalini (Univ. de Tor Vergata, Roma, Italia); C. Beck (NSO, EEUU); A. Diercke, S.J. González Manrique (KIS, Alemania); C. González Fernández (Univ. de Cambridge, Reino Unido); J. de la Cruz Rodríguez, A. Pastor Yabar, C. Díaz Baso (Inst. of Theoretical Astrophysics, Noruega); M. Leitzinger (Univ. de Graz, Austria); A. López Ariste (CNRS, Francia); F. Leone (Univ. de Catania, Italia); R. Manso Sainz (Max Planck Institute for Solar System Research, Alemania); D. Braun, C. Lindsey (North West Research Associates, EEUU); R. Frazin (Univ. de Michigan, EEUU); A. Hillier (Univ. de Exeter, Reino Unido).

Introducción

Los campos magnéticos son uno de los ingredientes fundamentales en la formación de estrellas y su evolución. En el nacimiento de una estrella, los campos magnéticos llegan a frenar su rotación durante el colapso de la nube molecular, y en el fin de la vida de una estrella, el magnetismo puede ser clave en la forma en la que se pierden las capas externas de forma dramática. En la vida adulta, el magnetismo da lugar a la actividad de las estrellas.

Nuestro Sol tiene campos magnéticos que dan lugar a una actividad tan espectacular que es capaz de tener un impacto en la Tierra. Pero en otras estrellas, la actividad magnética es, en algunos casos, órdenes de magnitud más intensa que la solar, influenciando drásticamente el transporte de especies químicas y de momento angular, así como afectando posibles sistemas planetarios alrededor de éstas.

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar y en otras estrellas. Estas incluyen estructuras tan diversas como las manchas solares, los campos débiles presentes en el sol en calma o estructuras cromosféricas y coronales como los filamentos y las protuberancias. Así, se han ido abordando gradualmente los siguientes temas de investigación:

Magnetismo solar

- Estructura y evolución del campo magnético en manchas solares.
- Estructura y evolución del campo magnético en el Sol en calma.
- Estructura y evolución del campo magnético en la cromosfera y en estructuras cromosféricas (protuberancias, espículas,...).
- Estructura y evolución del campo magnético en bucles coronales.
- Estructura y evolución del campo magnético global del Sol. Estudios del ciclo de actividad magnética.
- Estudio empírico de la propagación de ondas magnetohidrodinámicas en el seno de estructuras magnéticas.
- Estudio empírico de mecanismos relacionados con el calentamiento de las capas externas del Sol.
- Estudio empírico de la influencia de la ionización parcial en la dinámica de la atmósfera solar.
- Implicación en el proyecto del Telescopio Solar Europeo.

Magnetismo estelar

- Desarrollo de métodos numéricos para el diagnóstico del campo magnético estelar,

tanto en la superficie como en la cromosfera.

- Aplicar los conocimientos adquiridos del magnetismo solar en estrellas.

Hitos

Se ha desarrollado un nuevo código de inversión (DeSIRe) basado en SIR y RH para el estudio de líneas espectrales cromosféricas.

Se ha aplicado con éxito el formalismo Bayesiano a la predicción de la amplitud del ciclo de actividad solar. Se propone una nueva metodología que permite cuantificar la bondad tanto de la predicción como del modelo subyacente.

Se ha desarrollado una herramienta de aprendizaje automático para la segmentación automática de imágenes de granulación solar para el estudio de este fenómeno complejo. La red, basada en una U-Net, clasifica cada pixel, identificando gránulos normales, irregulares o intergránulos.

Se han conseguido invertir perfiles espectrales cromosféricos (He I 1083 nm) en emisión sobre el disco solar provenientes de una fulguración solar.

Se ha mejorado la predicción de regiones activas en el sol desarrollando la red FarNet-II.

Desarrollo y resultados

Estudio del magnetismo en fulguraciones solares

Se ha llevado a cabo el estudio de los parámetros de Stokes generados durante una fulguración solar de clase M. Las observaciones de excepcional calidad fueron tomadas en 2013 en la VTT con el polarímetro TIP-II desarrollado en el IAC. Las señales polarimétricas de la fulguración son difíciles de interpretar debido a las condiciones extremas generadas en estos eventos violentos. El análisis se llevó a cabo usando la herramienta HAZEL 2. Este código de inversión es capaz de inferir las propiedades atmosféricas de donde se han generado los perfiles de Stokes de la fulguración. El rango espectral observado incluye la región espectral cromosférica del He I 1083.0 nm, un triplete muy conocido y usado extensamente en física solar para estudiar el magnetismo cromosférico del sol y las estrellas. Las primeras inversiones de los datos usando HAZEL son prometedoras. Debido a que el He I 1083.0 nm se encuentra en emisión sobre el disco solar, se ha hecho uso de un parámetro adicional en HAZEL para generar perfiles de emisión. La relación de este parámetro adicional con las pro-

iedades físicas de la atmósfera, especialmente la profundidad óptica, se está estudiando actualmente. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que es posible ajustar la intensidad y Stokes V, siendo los ajustes de Stokes Q y U menos buenos.

Desarrollo de un nuevo código de inversión para estudiar líneas cromosféricas

En los últimos años, se ha estado desarrollando y perfeccionando dentro del grupo solar el código de inversión DeSIRe (Departure coefficient aided Stokes Inversion based on Response functions). Este código está basado en uno de los códigos de inversión más usados para estudiar líneas espectrales fotosféricas en el sol: SIR. La novedad de esta nueva versión es la inclusión del código RH, el cual resuelve la ecuación del transporte radiativo bajo condiciones NLTE, abriendo nuevas puertas para el estudio de líneas cromosféricas. El tiempo de ejecución de DeSIRe se beneficia del empleo de funciones de respuesta analíticas calculadas en equilibrio termodinámico local (a través de SIR), modificadas con coeficientes de salida fijos para incorporar los efectos NLTE en las líneas espectrales cromosféricas. El código está listo para ser utilizado por la comunidad solar y se pone a disposición del público. Los resultados se han publicado en Ruiz Cobo, Quintero Noda, Gafeira, et al. 2022 (A&A 660, A37).

Se ha usado el código para estudiar la línea cromosférica del Ca II 854.2 nm, en una fulguración solar. Este fenómeno arroja perfiles espectrales más complejos de lo habitual. Los primeros resultados del código son muy prometedores. Los resultados fueron presentados en la XV reunión de la SEA y pronto serán enviados a una revista con árbitro.

Metodología para predecir la distribución de probabilidad de la amplitud del ciclo solar 25

Se ha aplicado con éxito el formalismo Bayesiano a la predicción de la amplitud del ciclo de actividad solar. Se propone una nueva metodología que permite cuantificar la bondad tanto de la predicción como del modelo subyacente. La cantidad de interés es la distribución posterior-predictiva del número máximo de manchas solares. Esta cantidad es una distribución de probabilidad y resulta de la combinación de una distribución de probabilidad posterior, inferida a partir de datos pasados para el número de manchas solares y una función de verosimilitud para los datos futuros no observados. Los resultados muestran distribuciones posterior-predictivas bien restringidas para el número máximo de manchas solares.

Se cuantificó el impacto de la incertidumbre sobre el número de manchas solares y el intervalo de tiempo entre las terminaciones. Una comparación entre los números máximos de manchas solares del pasado y las distribuciones posterior-predictivas calculadas permitió cuantificar la calidad de la inferencia y la predicción. Los resultados aparecen publicados en I. Arregui, "Methodology for Predicting the Probability Distribution of the Amplitude of Solar Cycle 25" (2022, Solar Physics, 297, 21).

Clasificación estructural de gránulos solares

Se ha desarrollado una herramienta de aprendizaje automático para la segmentación automática de imágenes de granulación solar para el estudio de este fenómeno complejo. La red neuronal convolucional, basada en una U-Net, clasifica cada pixel, identificando gránulos normales, irregulares o intergránulos. Se utilizaron mapas de intensidad del continuo del instrumento IMAx (Imaging Magnetograph eXperiment) a bordo del observatorio solar Sunrise I y sus correspondientes mapas segmentados como conjunto de entrenamiento. Los datos de entrenamiento fueron etiquetados utilizando la técnica de niveles múltiples (MLT) y también a mano. Se alcanza una precisión media superior al 80% en los experimentos de entrenamiento iniciales usando la arquitectura U-net para identificar patrones celulares en imágenes de granulación solar. Este estudio completo se puede leer en Díaz Castillo, Asensio Ramos, et al. 2022 (Frontiers in Astronomy and Space Sciences, vol. 9, id. 896632).

Mejora de la predicción de regiones activas en el Sol

En 2019 se presentó la red FarNet (Felipe, T., & Asensio Ramos, A. 2019, A&A, 632, A82), una red neuronal profunda que asocia los mapas sísmicos del farside (lado lejano del sol) obtenidos a partir de la holografía heliosísmica con la probabilidad de que las regiones activas se encuentren en el farside. La red se entrenó con pares de mapas heliosísmicos de desplazamiento de fase y magnetogramas del HMI a bordo de SDO adquiridos media rotación solar más tarde, que se utilizaron como proxy de la presencia de regiones activas en el farside. Ahora se han mejorado las detecciones de actividad en el farside desarrollando la red FarNet-II, que presenta una estructura similar a FarNet, siendo también una U-net, pero en este caso se han implementado módulos LSTM convolucionales y mecanismos de atención, además de dos capas de dropout. La red fue entrenada con 11 mapas heliosísmicos de

farside como inputs para generar una máscara de actividad asociada a cada uno de los mapas, y el rango de longitud de farside de los datos, tanto de input como de output, se incrementó desde los 120 grados con los que trabajaba FarNet hasta los 180. Los valores esperados del entrenamiento fueron datos del satélite STEREO, tomados directamente del farside. Los resultados muestran que este método reduce el umbral de la intensidad necesaria de la señal sísmica para detectarla. Se pueden identificar regiones activas más pequeñas, que producen desplazamientos menores de la fase, y también detectar regiones activas con vidas más cortas o cuya señal se pierde en algunos de los mapas sísmicos del farside. Esto permite aumentar significativamente el número de regiones activas identificadas en el farside. Los resultados aparecen publicados en Broock, Felipe, & Asensio Ramos 2022 (A&A 667, A132).

MAGNETISMO, POLARIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE RADIACIÓN EN ASTROFÍSICA (P/300725)

Tanausú del Pino Alemán.

David Afonso Delgado, Ernest Alsina Ballester, Andrés Asensio Ramos, Edgar S. Carlín Ramírez, Sara Esteban Pozuelo, Supriya Hebbur Dayananda, Hao Li, María J. Martínez González, Héctor D. Socas Navarro, Andrii Sukhorukov, Javier Trujillo Bueno, Andrés Vicente Arévalo, Ángel M. Vicente Garrido y Nikola Vitas.

Colaboradores del IAC: Carlos Allende Prieto, Iñigo Arregui Uribe-Echevarría, Manuel Collados Vera, Cristina D. Ramos Almeida y Basilio Ruiz Cobo.

M. Bianda, L. Belluzzi, R. Ramelli (Inst. Solari Ricerche, Suiza); R. Casini, R. Centeno (High Altitude Obs., NCAR, EEUU); R. Manso Sainz (Max Planck Institut für Sonnensystemforschung, Alemania); J. de la Cruz (Univ. de Estocolmo, Suecia); N. Shchukina (Main Astronomical Obs., Kiev, Ucrania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU); D. McKenzie (Univ. de Alabama, EEUU); R. Ishikawa (NAOJ, Japón); F. Auchère (IAS); J. Stepan (Astronomical Inst., Rep. Checa).

Introducción

Los campos magnéticos están presentes en todos los plasmas astrofísicos y controlan la mayor parte de la variabilidad que se observa en el Universo a escalas temporales intermedias. Los tenemos en estrellas a lo largo de todo el diagrama de Hertzsprung-Russell, en galaxias, e incluso quizás en el medio intergaláctico. La polarización de la luz nos proporciona la fuente más fiable de información para la teledetección de campos magnéticos en Astrofísica, incluyendo los campos magnéticos del Sol. En particular, el diagnóstico de campos magnéticos en las atmósferas del Sol y de otras estrellas requiere de la medida e interpretación física de señales de polarización en líneas espectrales, las cuales son inducidas por varios mecanismos físicos que operan a las escalas atómicas. Además del efecto Zeeman, hay muchos otros mecanismos físicos que producen polarización en la radiación electromagnética. Por ejemplo, la polarización de los niveles atómicos o moleculares inducida por el bombeo óptico de un campo de radiación anisótropo, las interferencias cuánticas entre niveles de estructura fina o hiperfina, el efecto Hanle, etc. La polarización generada por tales mecanismos es sensible a las condiciones físi-

cas del plasma astrofísico en consideración y, en particular, a la presencia de campos magnéticos en un rango de intensidades que va desde valores tan bajos como 1 microgauss hasta varios miles de Gauss.

El principal objetivo de este Proyecto es explorar, en profundidad, la física y el origen de la radiación polarizada en plasmas astrofísicos, así como su utilidad como medio de diagnóstico para descifrar y entender la actividad magnética en Astrofísica, con énfasis en el magnetismo de la atmósfera solar. Nuestras investigaciones involucran:

- La física de la polarización, lo que requiere profundizar en la teoría cuántica de la interacción radiación-materia, teniendo en cuenta procesos de "scattering" en presencia de campos magnéticos y eléctricos.
- El desarrollo de técnicas de diagnóstico de plasmas para la exploración de campos magnéticos en Astrofísica, con particular interés en descifrar el complejo magnetismo de la atmósfera solar, envolturas circunestelares y nebulosas planetarias.
- Observaciones espectropolarimétricas y su interpretación en términos de modelos físicos.
- Desarrollo de métodos numéricos para la solución de problemas de transporte radiativo sin suponer equilibrio termodinámico local, con aplicaciones a modelos tri-dimensionales de atmósferas estelares resultantes de simulaciones magneto-hidrodinámicas.
- Espectroscopia y espectropolarimetría atómica y molecular, con aplicaciones en varios campos de la Astrofísica.

Este Proyecto está formado por un grupo de científicos convencidos de la importancia de complementar investigaciones teóricas, observacionales e instrumentales para hacer frente a algunos de los retos actuales de la Astrofísica.

Hitos

Desarrollo de un método de inferencia variacional de alta flexibilidad para la inferencia bayesiana rápida con flujos normalizantes. Permite obtener distribuciones a posteriori órdenes de magnitud más rápido que con técnicas existentes.

Desarrollo de un método para la determinación de la probabilidad a posteriori de la distribución no uniforme de la temperatura de estrellas activas rotantes. Se ha obtenido el pri-

mer mapa bayesiano de las heterogeneidades de la temperatura en una superficie estelar.

Inversión de la intensidad y polarización circular observadas en una región de plage con el instrumento CLASP2. Los datos son únicos y es la primera inversión de la polarización de una línea de la alta cromosfera con efectos de redistribución parcial en frecuencias.

Se ha estudiado la formación de la polarización de las líneas D1 y D2 del potasio neutro con todos los ingredientes físicos necesarios. Se ha demostrado qué ingredientes físicos son cruciales para el modelado de la polarización y demostrado el potencial de estas líneas para el diagnóstico del campo magnético en la baja cromosfera.

Desarrollo y resultados

Se ha concluido y publicado en revistas científicas las investigaciones desarrolladas durante 2021 cuya publicación quedaba pendiente.

El desarrollo de un código numérico de transporte radiativo con polarización basado en el formalismo de las matrices de redistribución y el estudio de la fiabilidad de distintas aproximaciones sobre dichas matrices se ha publicado en *Astronomy & Astrophysics*.

El método para determinar coeficientes de alejamiento a partir de la estratificación de la temperatura mediante la aplicación de una red neuronal de grafos se ha publicado en *The Astrophysical Journal*.

El desarrollo del primer código de inversión capaz de tener en cuenta la polarización atómica y redistribución parcial en frecuencias y su aplicación a la inversión de perfiles calculados en modelos semi-empíricos conocidos se ha publicado en *The Astrophysical Journal*.

El desarrollo de un esquema estocástico para la inversión en tres dimensiones de observaciones espectropolarimétricas se ha publicado en *Astronomy & Astrophysics*.

El estudio de la región de formación y aplicabilidad de la aproximación de campo débil de las líneas resonantes del manganeso neutro se ha publicado en *The Astrophysical Journal*.

El estudio de la primera detección de un flare estelar que puede asociarse a la actividad magnética, es decir, con manchas estelares, en la estrella dMe HK Aqr ha sido publicado en *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Se ha estudiado la formación del espectro de polarización de las líneas h y k del magnesio ionizado en una serie temporal en 2.5D resul-

tado de cálculos magneto-hidrodinámicos radiativos, representativa de una región de plage solar. En particular, se ha obtenido un perfil sintético simulando una observación con una resolución espacial, temporal y espectral similares a las del instrumento CLASP2. Se ha determinado la componente longitudinal del campo magnético a partir de la aplicación de la aproximación de campo débil a dicho perfil sintético, demostrando que su aplicación sobre diferentes secciones del espectro de polarización circular permite obtener información del campo magnético longitudinal en diferentes capas de la atmósfera aún en presencia de fuertes gradientes de velocidad y campo magnético. El artículo correspondiente está aceptado para su publicación en *The Astrophysical Journal*.

Se ha estudiado la formación del espectro de polarización de las líneas D1 y D2 del potasio neutro. Con tal fin, se ha resuelto el problema de transporte radiativo con polarización considerando modelos semi-empíricos plano-paralelos de la atmósfera solar, incluyendo polarización por dispersión, redistribución parcial en frecuencias, estructura hiperfina, interferencia cuántica entre niveles F y J pertenecientes a un mismo término, múltiples isótopos y campos magnéticos de fuerza y orientación arbitraria. Se ha encontrado que los perfiles de intensidad y polarización circular pueden modelarse ignorando interferencia cuántica y la estructura hiperfina, siendo la aproximación de campo débil aplicable para la determinación de la componente longitudinal de campos magnéticos relativamente débiles. Se ha demostrado que la estructura hiperfina y los efectos de redistribución parcial son necesarios para el correcto modelado de la polarización lineal. Además, esta es particularmente sensible a campos magnéticos con módulo alrededor de 10 gauss, demostrando el valor de estas líneas para el diagnóstico del magnetismo del sol en la baja cromosfera y en la alta fotosfera. El artículo correspondiente se ha publicado en *Astronomy & Astrophysics*.

Se ha desarrollado un método para la eficiente determinación de la probabilidad a posteriori de la distribución no uniforme de la temperatura de una estrella activa rotante. Usando estimación neural amortizada de probabilidad a posteriori (ANPE) el modelo puede producir decenas de miles de muestras de la probabilidad a posteriori cada segundo. Se ha validado el modelo con observaciones de muy alta señal a ruido, mostrando que la probabilidad a posteriori es correctamente aproximada. El modelo se ha aplicado al rotador rápido II Peg, produciendo el primer mapa bayesiano de sus

heterogeneidades en la temperatura, demostrando el potencial de esta técnica para la inferencia bayesiana en problemas más complejos como la determinación del campo magnético a partir de observaciones polarimétricas. El artículo correspondiente se ha publicado en *Astronomy & Astrophysics*.

Se ha desarrollado un método de inferencia variacional de alta flexibilidad para la inferencia bayesiana rápida con flujos normalizantes. Los flujos normalizantes pueden entrenarse para devolver una estimación de la distribución a posteriori si se condicionan sobre observaciones. Se ha ilustrado la capacidad de dicho método con inversiones simples en un modelo Milne-Eddington y en una inversión en no equilibrio termodinámico local, demostrando la funcionalidad para la obtención de la distribución a posteriori órdenes de magnitud más rápido que con las técnicas existentes. El artículo correspondiente se ha publicado en *Astronomy & Astrophysics*.

Se ha estudiado el impacto de la pérdida de simetría axial en torno al eje óptico de las propiedades polarimétricas de un telescopio con un espejo primario segmentado cuando cada segmento está en diferentes etapas de deterioro. Los diferentes estados de oxidación presentes mientras los espejos son sustituidos uno a uno con el tiempo da lugar a términos de comunicación cruzada de magnitud no despreciable. Dicho efecto cambia con el rango espectral. El artículo correspondiente se ha publicado en *Applied Optics*.

Se ha aplicado un código de inversión recientemente desarrollado en el grupo a los datos espectropolarimétricos de la región de plage solar de la misión CLASP2. Se ha obtenido la estratificación de las propiedades del plasma a lo largo de toda la rendija. Se han con-

firmado los resultados previamente obtenidos mediante la aplicación de la aproximación de campo débil. Se ha utilizado la nueva información disponible al aplicar un método de diagnóstico más complejo para estimar la energía que podrían llevar ondas de Alfvén propagándose en la región de plage, encontrándose densidades de energía que superan las pérdidas radiativas esperadas para este tipo de regiones activas en el Sol.

Se ha publicado un artículo de revisión en *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* sobre el diagnóstico de campo magnético en las capas externas de la atmósfera del Sol. En el artículo se resume de forma breve los avances más recientes en el campo del modelado e interpretación del espectro de polarización del Sol, con énfasis en las líneas espectrales que se forman en la cromosfera, región de transición y corona.

Se ha estudiado la variación espacial de las señales de polarización de la línea Balmer alfa del hidrógeno neutro observada en un agujero coronal, encontrando diferencias en el comportamiento de las señales del parámetro de Stokes U cerca de los polos norte y sur solares. En regiones cercanas al limbo solar en las que se observa señales de polarización circular significativas se encuentran perfiles de polarización lineal asimétricos. También se encuentran perfiles de polarización circular con polarización circular neta. Se han determinado campos magnéticos de 10 gauss en regiones en calma cercanas al limbo solar y de 40-60 gauss en regiones de plage solar mediante la aplicación de la aproximación de campo débil a los perfiles de polarización circular observados. El correspondiente artículo se ha publicado en *Astronomy & Astrophysics*.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (P/300313)

Fernando Moreno-Insertis.

Iñigo Arregui Uribe-Echevarría, Iballa Cabello García, Belén Coronado Granados, Peter Hunana, David Martínez Gómez, Mikhail Mostov, Ana M. Navarro Noguera, Daniel E. Nóbrega Siverio, Andrea Perdomo García y Nikola Vitas.

M. Luna (Univ. Islas Baleares); J. Martínez Sykora, V. Hansteen, B. De Pontieu, S. Bose (Lockheed Martin Solar and Astrophysical Lab., EEUU); E.R. Priest (Univ. St. Andrews, Reino Unido); M. Madjarska (Max Planck Inst. for Solar System Research; Alemania), C. Fischer (Kiepenheuer Inst., Alemania), B. Schmieder (Obs. de Meudon, París, Francia); L.R. Van der Voort, R. Joshi, M. Carlsson (ROCS/ITA, Univ. de Oslo, Noruega).

Introducción

La simulación numérica mediante códigos complejos de ordenador es una herramienta fundamental en la investigación física y en la técnica desde hace décadas. El crecimiento vertiginoso de las capacidades informáticas junto con el avance notable de la matemática numérica ha hecho accesible a los centros de investigación de tamaño medio esta rama de la investigación, a caballo entre la física teórica y la física experimental. La astrofísica no es excepción a lo anterior, habiéndose desarrollado desde finales de los 70 una especialidad de la misma, la astrofísica computacional, que ha permitido llegar a comprender gran variedad de fenómenos inaccesibles a la investigación teórica pura y dar cuenta de observaciones hasta entonces inexplicadas. Su mayor campo de aplicación en las décadas pasadas han sido los fenómenos (magneto) hidrodinámicos y de dinámica de gases en multiplicidad de entornos cósmicos, por ejemplo los interiores y atmósferas estelares y planetarios y el medio interestelar, incluyendo magnetoconvección y dínamo, discos de acreción, evolución de nebulosas planetarias, explosiones y restos de supernova, etc. La incorporación a las simulaciones numéricas de las ecuaciones del transporte radiativo, ocurrida ya en décadas pasadas, ha permitido dotar de mayor realismo a los estudios de procesos hidrodinámicos en fotosferas y cromosferas estelares.

El presente Proyecto quiere apoyar el desarrollo en el IAC de la investigación astrofísica basada en el uso de grandes códigos numéricos

que requieren el uso de ordenadores masivamente paralelos y su enlace con los resultados de observación. Objetivo general de este Proyecto es la realización de cálculos de física de fluidos cósmicos y de transporte radiativo. La temática de dichos cálculos se centrará en:

- Fenómenos de dinámica de gases magnetizados en interiores y atmósferas estelares.
- Transporte de radiación y señales de polarización en líneas espectrales en base a modelos atómicos y moleculares realistas y los efectos Hanle y Zeeman.
- Comparación de resultados teórico/numéricos con datos de observación.

Este Proyecto es especialmente relevante a la vista de la involucración, cada vez mayor, del IAC en las redes de supercomputación nacionales y europeas y, en general, en grandes iniciativas de instalación de superordenadores.

Hitos

Usando el código Bifrost, se han modelado los CBPs con el suficiente realismo como para desentrañar los mecanismos que los generan (Nóbrega-Siverio y Moreno-Insertis, 2022). Este desarrollo ha sido también una de las piezas para justificar el potencial del futuro satélite MUSE (De Pontieu et al. 2022, Cheung et al. 2022), recientemente aprobado por la NASA.

Gracias al cálculo de observables sintéticos en la línea de $H\alpha$ de modelos numéricos 3D de prominencias, se ha mostrado que la emisión de $H\alpha$ podría utilizarse para medir las características del modo fundamental de oscilaciones tipo kink de las prominencias, lo que podría permitir avances significativos en la sismología de estos fenómenos (Martínez-Gómez et al. 2022b).

La nueva generalización de las conocidas ecuaciones multifluido de Braginskii 1965 es un logro importante en el campo teórico que tendrá implicaciones para regímenes de interés en astrofísica, como los de baja colisionalidad, como por ejemplo, en la corona solar (Hunana et al. al. 2022).

La nueva extensión implementada en el código MANCHA permitirá a los usuarios de este código ir un paso más allá, realizando simulaciones más realistas y de forma eficiente que incluyan la corona solar (Navarro et al. 2022).

La publicación de un artículo de revisión sobre los principales resultados obtenidos en la última década utilizando métodos Bayesianos demuestra la viabilidad de dichos métodos para estudiar, por ejemplo, bucles coronales,

prominencias y regiones extendidas de la corona (Arregui 2022a).

Desarrollo y resultados

Ionización parcial, ionización fuera del equilibrio y multifluidos

A lo largo del año 2022, este tema ha sido uno de los principales bloques de desarrollo tanto desde la perspectiva teórica como numérica. Por ejemplo, se ha logrado una generalización de las ecuaciones de Braginskii de 1965 para plasmas multiespecíficos generales con masas y temperaturas arbitrarias, y donde todas las viscosidades y flujos de calor en el modelo se describen mediante sus propias ecuaciones de evolución (Hunana et al. 2022). Este nuevo enfoque tiene la ventaja crucial de que las componentes paralelas a las líneas del campo magnético no se vuelven infinitamente grandes en regímenes de baja colisión: regímenes que son interés para este grupo como la corona solar. En este bloque temático también se han realizado simulaciones 2D y 3D, utilizando un modelo de dos fluidos que trata a las especies neutra e ionizada como dos componentes separadas. Estas simulaciones se realizaron para analizar el efecto que la interacción colisionante entre ambos componentes tiene sobre la dinámica de la lluvia coronal, la evolución de la inestabilidad de Kelvin-Helmholtz, la propagación de ondas magnetoacústicas a través de la cromosfera solar, y el calentamiento del plasma (Martínez-Gómez et al. 2022a). Otro ejemplo del desarrollo teórico con potenciales aplicaciones numéricas ha sido el seguimiento de los efectos de la difusión ambipolar en la cromosfera desde una perspectiva más fundamental mediante soluciones analíticas. Se ha demostrado que las soluciones obtenidas para casos con simetría cilíndrica constituyen una prueba exigente, pero no obstante viable, para códigos magnetohidrodinámicos (MHD) que incorporan difusión ambipolar (Moreno-Insertis et al. 2022). Además, se han puesto a disposición de la comunidad dichas soluciones tabuladas para que otros científicos puedan poner a prueba sus códigos MHD. Por último, se ha comenzado a estudiar los efectos de ionización fuera del equilibrio del átomo de Hidrógeno junto con los efectos de la línea Lyman α en configuraciones simples para ser aplicados posteriormente en simulaciones realistas que incluyan la cromosfera.

Códigos numéricos

Mejorar y probar las capacidades de los códigos MHD disponibles en el grupo solar ha sido otro de los grandes desarrollos clave llevados

a cabo en 2022. Por ejemplo, los resultados obtenidos por Moreno-Insertis et al. 2022 se utilizaron para comprobar que el código MHD Bifrost es capaz de reproducir las soluciones teóricas con suficiente precisión hasta tiempos de difusión muy avanzados, así como para explorar las propiedades asintóticas de estas soluciones teóricas. Además de eso, se han realizado varios cambios en el código MANCHA cuyo objetivo fue mejorar la eficiencia y agregar nuevas características que permitirán a los investigadores realizar experimentos más realistas, así como explorar nuevas áreas de investigación. En este sentido, el código MANCHA se ha ampliado para poder simular experimentos numéricos solares que incluyan la corona, agregando un nuevo módulo que calcula de manera eficiente uno de los ingredientes clave de dicha región de la atmósfera solar: la conducción térmica (Navarro et al. 2022). La preparación del código MANCHA para su extensión con multifluidos y radiación también ha sido otra rama de trabajo referente al desarrollo numérico en 2022, incluyendo también nuevas rutinas de ecuación de estado y opacidad. Además de poder afrontar diferentes retos en física solar, el gran desarrollo llevado a cabo en el código MANCHA es útil para estudiar estrellas frías de secuencia principal (G, K, M), lo que contribuye a una mejor comprensión de la física estelar. Para llevar a cabo todas estas tareas, fueron necesarias numerosas pruebas de escalado y experimentos numéricos en máquinas locales del IAC, así como en Supercomputadores como LaPalma, PICASSO, PizDaint y MareNostrum4.

Fenómenos de la atmósfera solar

Durante 2022, en este proyecto también se ha puesto el foco en diferentes fenómenos de la atmósfera solar y la correspondiente comparación con las observaciones. Como ejemplo ilustrativo, los Puntos Brillantes Coronales (CBPs de sus siglas en inglés “Coronal Bright Points”) se han modelado por primera vez con suficiente realismo como para desentrañar los mecanismos que los generan y que les dotan de energía, pudiendo además explicar diferentes características observadas desde satélites espaciales (Nóbrega-Siverio y Moreno-Insertis, 2022). Dicha comparación con las observaciones es a través de imágenes sintéticas de SDO/AIA, Solar Orbiter EUI-HRI, e IRIS, las cuales han sido calculadas a partir del experimento numérico realizado con el código Bifrost. Otro ejemplo de este bloque temático es la combinación de experimentos numéricos en 3D, con el código MoLMH, y el modelado directo, utilizando la línea $H\alpha$, para

estudiar oscilaciones de torceduras transversales en hilos que componen las prominencias. Los resultados contienen implicaciones relevantes para el campo de la sismología de las prominencias, mostrando que la emisión de $H\alpha$ puede utilizarse para detectar el modo fundamental de dichas oscilaciones (Martínez-Gómez et al. 2022b). También referente a filamentos/protuberancias, se ha realizado un estudio observacional combinando datos de EUV (AIA 171Å), $H\alpha$ y magnetogramas de SDO/HMI para detectar eventos de impacto de chorros coronales sobre filamentos que dan lugar a oscilaciones de gran amplitud (LALO) en el mismo. Se han documentado dos casos muy claros (Joshi et al 2022). Los patrones geométricos y de brillantamiento detectados en las observaciones corroboran de manera clara el modelo teórico sobre este tipo de eventos propuesto por Luna y Moreno-Insertis (2021). Por otro lado, se han analizado observaciones de alta resolución de eyecciones solares encontrando sorprendentes similitudes con los resultados obtenidos a partir de experimentos numéricos (Cabello, Nóbrega-Siverio et al. en preparación). Además de eso, también ha habido contribuciones significativas por parte de los miembros de este proyecto para la construcción de nuevos telescopios (Quintero et al. 2022) y satélites (De Pontieu et al. 2022, Cheung et al. 2022), utilizando el conocimiento obtenido de los experimentos teórico-numéricos. Finalmente, dentro de este bloque,

se realizó un primer intento exploratorio para comprender la física de los agujeros coronales y las regiones activas desde un punto de vista global a través de soluciones magnetohidrostáticas 2D (Terradas et al. 2022), que necesitará un mayor desarrollo en los próximos años para poder ser comparado con las observaciones.

Machine learning y estadística bayesiana

Se han aplicado herramientas de última generación como las proporcionadas por el aprendizaje automático (Machine Learning) y las estadísticas Bayesianas a problemas físicos de la atmósfera solar. En este sentido, se puso en marcha un proyecto para caracterizar los límites del método “k-means” y su aplicación a las observaciones solares. Además, se han llevado a cabo nuevos desarrollos de código para implementar el aprendizaje automático en los cálculos de términos radiativos. En 2022, también se continuó con la aplicación de técnicas Bayesianas a la comparación de modelos en sismología de la atmósfera solar, con la publicación de un artículo de revisión que da cuenta de los principales resultados obtenidos en la última década (Arregui 2022a). Además, el formalismo Bayesiano se ha aplicado con éxito a la predicción de la amplitud del ciclo de actividad solar, proponiendo una nueva metodología para cuantificar la bondad tanto de la predicción como del modelo subyacente (Arregui 2022b).

SISMOLOGÍA SOLAR Y ESTELAR Y BÚSQUEDA DE EXOPLANETAS (P/300008)

Savita Mathur.

Roi Alonso Sobrino, Paul Beck, Juan A. Belmonte Avilés, Hans Deeg, Diego O. Godoy Rivera, Antonio Jiménez Mancebo, Pere L. Pallé Manzano y Fernando Pérez Hernández.

Colaboradores del IAC: Antonio M. Eff-Darwich y Jesús Patrón Recio.

R.A. García (CEA Saclay, Francia); A.R.G.S. Santos (Univ. de Oporto, Portugal); S. Breton (INAF Obs. Astrofisico de Catania, Italia); J. van Saders (Univ. de Hawai, EEUU); J. Tayar (Univ. de Florida, EEUU); M. Pinsonneault (OSU, Ohio, EEUU); T.S. Metcalfe (WDC, Boulder, Colorado, EEUU); L. Bugnet (Inst. of Science and Technology, Viena, Austria); M.F. Anderson, F. Grundahl (Univ. de Aarhus, Dinamarca); E. Corsaro (INAF Obs. Astrofisico de Catania, Italia); K. Jain (NSO, Boulder, Colorado, EEUU); M. Cunha (CAUP, Portugal); W.C. Chaplin (Univ. de Birmingham, Reino Unido); T. Bedding (Univ. de Sydney, Australia); S. Korzennik (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); M. Deleuil (LAM Marsella, Francia); D. Gandolfi (Univ. de Torino, Italia); M. Fridlund (Univ. Chalmers, Suecia); L. Doyle (SETI, EEUU); H. Rauer, Sz. Czismadia, P. Klagyivik, J. Cabrera (DLR, Alemania); J. Schneider (Obs. Meudon, Francia); V. Kozhevnikov (Ural State Univ., Rusia); T. Mazeh (Univ. de Tel Aviv, Israel); D. Queloz (Obs. de Ginebra, Suiza); J. Ballot (CNRS, Univ. de Toulouse, Francia); O. Creevey (Lab. Lagrange, Univ. de Niza, Francia); T. Boyajian (Univ. de Yale, EEUU); D. Martín (Univ. de Ginebra, Suiza); A. TriAUD (Univ. de Cambridge, Reino Unido); D. Fabrycky (Univ. de Chicago, EEUU); K.P. Schroder (Univ. de Guanajuato, México); I. Martín Mateos (ULL).

Introducción

Los objetivos genéricos de este Proyecto son:

- El estudio de la estructura y dinámica del interior solar.
- La extensión de dicho estudio al caso de otras estrellas.
- La búsqueda de planetas extrasolares por métodos fotométricos (principalmente mediante tránsitos por delante de sus estrellas principales) y espectroscópicos (variaciones en la velocidad radial de la estrella).

Para el primer objetivo se utiliza la heliosismología tanto global (la que se obtiene de los modos propios de oscilación) como la local (que deriva del estudio de ondas viajeras). La sismología solar permite inferir de modo preciso información acerca de la estructura y dinámicas del interior del Sol hasta su mismo núcleo. El presente Proyecto cubre las distintas facetas necesarias para alcanzar dicho objetivo, desde la instrumental, pasando por la observacional, técnicas de reducción, análisis e interpretación de los datos, así como el desarrollo de técnicas teóricas de inversión y elaboración de modelos de estructura y evolución.

Por otro lado, la astrosismología pretende obtener un conocimiento similar en otras estrellas. Hoy en día esta rama de la astrofísica está produciendo un gran número de resultados gracias a la enorme cantidad de estrellas observadas por las misiones espaciales CoRoT, Kepler y TESS, siendo posible extraer información sobre la estructura y dinámica de cientos de estrellas, tanto de tipo solar como de gigantes rojas. Todo ello se verá complementado con el desarrollo de la red SONG (Stellar Observations Network Group), una batería de telescopios en Tierra dotados con espectrógrafos de alta precisión.

Actualmente el método de tránsitos, observando la disminución del brillo de una estrella cuando uno de sus planetas pasa por delante, es la metodología preferida para la investigación de planetas pequeños, no sólo por su sensibilidad sino también porque permite llevar a cabo estudios relativamente detallados de los planetas descubiertos. Sus observaciones fotométricas de alta precisión son similares a las que se utilizan en helio y astrosismología por lo que se puede entender como una extensión lógica de lo aprendido con los anteriores objetivos. Por otro lado, es importante desarrollar algoritmos y métodos observacionales para la detección inequívoca y el análisis de los planetas, distinguiéndolos de los que resultan ser falsas alarmas.

El panorama actual para los estudios de exoplanetas involucra nuevas misiones espaciales como CHEOPS y TESS que serán seguidos por JWST y en 2026, PLATO. Por lo tanto, se abre una ventana temporal en la que los observatorios terrestres pueden complementar estos datos. Para ello se siguen llevando a cabo observaciones usando principalmente con los telescopios TNG, NOT, GTC, además de contribuir al desarrollo de las nuevas misiones espaciales.

Hitos

Con la detección de oscilaciones en 99 gigantes rojas en estrellas binarias (la mayoría con datos de TESS), se pudo triplicar el número de estos importantes objetos de referencia conocidos para probar la compleja física y dinámica interna de las estrellas. El artículo presentó el catálogo de estrellas con oscilaciones de tipo solar caracterizados sísmicamente.

La nueva detección de oscilaciones en 99 enanas y subgigantes observadas por Kepler y la determinación de sus masas y radios con relaciones de escala sísmica dieron lugar al mayor catálogo Kepler de estrellas con oscilaciones de tipo solar caracterizadas sísmicamente.

El análisis comparativo de las observaciones obtenidos con Solar-SONG con las obtenidas con los instrumentos de referencia en Heliosismología (GOLF en SoHO, HMI en SDO, GONG y BiSON), demuestran la mayor sensibilidad del primero en lo que se refiere a la caracterización de modos propios de oscilación acústicos (modos p) en el rango más bajo del espectro (1.5 a 2 mHz).

Desarrollo y resultados

Heliosismología

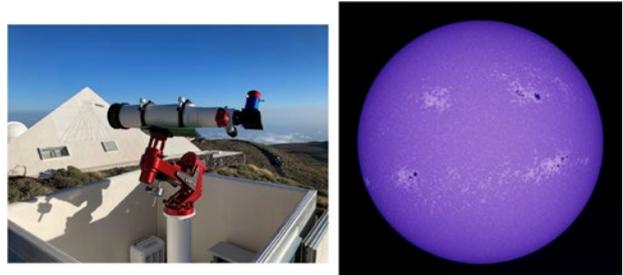
En relación a VIRGO/SoHO se ha continuado con la operación del instrumento y se ha estado preparando el análisis de los 27 años de SoHO cubriendo completamente dos ciclos solares. Durante este año se han estado haciendo mejoras sustanciales en la producción de los datos de nivel 2 incluyendo el tiempo y solventando el problema del “daily pulse” que introducía un “time shift” en los datos. También se ha estado produciendo los datos del radiómetro DIARAD ya que al fallecer su principal investigador (Claus Frolich) su producción se había detenido, ahora se vuelve a generar los datos de la TSI con este instrumento. El propósito de todo esto es ampliar estudios hechos anteriormente con solo un ciclo de actividad magnética y utilizando medidas simultáneas de intensidad (VIRGO) y velocidad radial (GOLF), DIARAD y PMO.

Se ha concluido el desarrollo de un programa de inversión de datos heliosismológicos globales, basado en una metodología iterativa. Se están actualmente preparando dos artículos asociados a este código de inversiones.

El análisis comparativo de las observaciones obtenidos con Solar-SONG con las obtenidas con los instrumentos de referencia en Heliosismología (GOLF en SoHO, HMI en SDO, GONG y BiSON), demuestran la mayor sensibilidad del

primero en lo que se refiere a la caracterización de modos propios de oscilación acústicos (modos p) en el rango más bajo del espectro (1.5 a 2 mHz). Dada la antigüedad y cierta degradación de estos instrumentos tras más de 20 años de funcionamiento ininterrumpido, se concluye que Solar-SONG es una opción de futuro para continuar con este tipo de observaciones y su explotación científica.

Se concluyó la primera fase del Proyecto MUSOL (Magnetometry Unit for Solar-SONG) con la instalación y operación efectiva en el Observatorio del Teide de la nueva montura ecuatorial en la que se ubica el sistema de fibra óptica para alimentar con luz solar directa el espectrógrafo estelar SONG (Stellar Observations Network Group) y llevar a cabo observaciones en el dominio de Heliosismología así como programas Sinópticos. Asimismo, el telescopio instalado en dicha montura con el filtro de Ca, permiten actualmente obtener imágenes de alta resolución del disco solar que serán usadas tanto para evaluar el índice de actividad magnética del Sol como para programas educativos. Por otra parte, se está llevando a cabo la fase de integración y verificación del polarímetro MUSOL que se desarrolla en el IAC y cuya instalación en la montura se espera para el final de la primavera de 2023.



Izquierda: montura ecuatorial de horquilla de un solo brazo donde se ubicará el polarímetro MUSOL, Tiene ya instalada un telescopio refractor de 130 mm de apertura y 910 mm de focal con un filtro de Calcio (K line), en la frontera entre el visible y el UV, con una anchura de 2.4 Å. Derecha: La imagen completa del disco solar se obtiene con una cámara CMOS monocroma que ofrece una resolución espacial de 0.56"/pixel, con una capacidad de obtención de más de 1.000 imágenes por minuto. Un enfocador motorizado y un auto-guiado solar permitirán robotizar/automatizar totalmente el proceso de observación.

Astrosismología

El código bayesiano de ajuste “Apollinaire” se ha ido mejorando este año (Sylvain Breton) y su última actualización es reciente. Durante este año las 60 estrellas de K2 que habían sido ajustadas por tres métodos distintos se han ido revisando en profundidad, discerniendo entre posibles modos mixtos y modos del modelo clásico que en ocasiones es bastante complejo como por ejemplo en subgigantes

por debajo de 1000microHz. Una vez habiendo procedido a su más correcta identificación se están ajustando usando la última versión (muy mejorada) del software Apollinaire usando los recursos de la máquina Dolme, se espera enviar el manuscrito del correspondiente artículo a Astronomy & Astrophysics este año.

Seguir analizando nuevas estrellas de las misiones KEPLER, K2 y TESS para buscar los modos y caracterizarlos. Se analizaron 8 estrellas observadas por K2 durante dos campañas de observación (~150 días). Tras calibrar las curvas de luz, se ajustaron los modos con el código apollinaire y se modelizaron con el IACgrid las 8 estrellas para extraer los parámetros radio, masa y edad. Se envió el manuscrito a Astronomy & Astrophysics (Gonzalez-Cuesta et al.) y se contestó al primer informe del referee bastante positivo.

Además, utilizando el código de optimización de las aperturas de TESS por Lucía Gonzalez-Cuesta, se estudiaron varias estrellas de TESS (incluyendo estrellas con planetas) que dieron 3 publicaciones.

Se ha progresado sobre el análisis de las gigantes rojas observadas por Kepler durante la visita de Prof. M. Pinsonneault y el Dr. R. García en particular para la muestra con observaciones de APOGEE.

Se ha avanzado el estudio de la granulación de 4.000 gigantes rojas de Kepler con parámetros atmosféricos de APOGEE. Se encontró una correlación con la metalicidad y una dependencia con el estado evolutivo. Un artículo liderado por la estudiante en el SSI (Boulder, EEUU) está en preparación (Perillo, Mathur et al.).

Dinámica estelar

Se ha finalizado el estudio de la actividad de las 55,232 estrellas de tipo solar observadas por Kepler con la edad. Se derivaron relaciones entre el índice fotométrico de actividad magnética, la edad y otras propiedades estelares utilizando dos métodos: ajustes bayesianos de las relaciones y aprendizaje automático. El artículo se estará enviado a Astrophysical Journal en breve. Los resultados se utilizarán en el sistema oficial de análisis estelar PLATO para derivar edades a partir de la actividad magnética.

El análisis de las observaciones de Arcturus (α Boo) con SONG obtenidas de forma continua lo largo de los últimos seis años, ha sufrido una demora sustancial debido a la elaboración de un nuevo código para la extracción de la velocidad radial a partir de los espectros “eche-

lle” con la celdilla de yodo (I2). El nuevo código, mucho más efectivo, preciso, versátil y abierto que el anterior (“iSONG” en lenguaje IDL), se denomina “Pyodine” y está en lenguaje Python. Se encuentra en proceso de arbitraje el artículo que describe todos los detalles técnicos, así como como de su acceso y uso por parte de la comunidad.

Si bien el programa científico prioritario con SONG es la media precisa de la velocidad radial en estrellas brillantes para hacer análisis astrosismológico, dada la versatilidad de su espectrógrafo de alta resolución caben otros programas de interés en el área de la Física Estelar. Como ejemplo la caracterización de la actividad cromosférica de origen magnético en un par de sistemas binarios del tipo “RS Canis Veaticorum” de largo periodo, a partir del estudio de líneas espectrales sensibles con sensibilidad magnética apropiada (el doblete D1 y D2 del Na, H- α - y H- β entre otros). Asimismo, las medidas precisas de velocidad radial en el sistema binario eclipsante σ -Draconis, permitieron una determinación precisa de sus parámetros orbitales y junto con las observaciones fotométricas obtenidas por TESS, restringir los valores de los parámetros físicos de cada uno de los componentes del sistema (Tipo espectral, Masa, Radio y Luminosidad).

El artículo sobre el estudio de la variabilidad de Sph de las estrellas de Kepler ha sido enviado a A&A y esta aceptado (Santos, Mathur et al.).

Se observaron eclipses del sistema triple HD 144548 con el Las Cumbres Observatory, lo cual motivó una solicitud para re-observarlos desde el espacio con la misión CHEOPS. Esta solicitud tuvo éxito con observaciones programados para primavera/verano del 2023, con el fin de determinar la estructura interna de los componentes de este sistema.

Planetas extrasolares

El análisis de la rotación de las estrellas con planetas de Kepler (KOIs) ha dado una muestra de mas de 700 estrellas con un planeta detectado. Se ha comparado la arquitectura de los sistemas con los modelos de interacción estrellas-planeta para entender la distribución con los tipos espectrales. Un artículo está en preparación (García et al.).

Se publicó un estudio de los últimos 3 planetas descubiertas por la misión CoRoT (34b, 35b, y 36b; Sebastián et al, 2022), con lo cual queda solo un planeta descubierto por esta misión pendiente a publicar, lo cual esperamos en llevar a cabo en el 2023.

Se estudio la rotación de superficie de la estrella con planeta de TESS (TOI-1416) utilizando el pipeline de rotación del grupo. Este trabajo se ha integrado en un artículo sobre este sistema liderado por nuestro grupo en el marco del consorcio KESPRINT, en lo cual hicimos también un análisis exhaustivo de la actividad estelar de este sistema.

Se ha continuado con la participación en las actividades de preparación de la misión PLATO (lanzamiento, a día de hoy, previsto para finales de 2026), en distintos frentes. La contribución técnica del IAC a la misión, consistiendo en el desarrollo de la fuente de alimentación de la electrónica principal, ha pasado a la fase de fabricación, la cual seguirá en el marco de un convenio 'PRODEX' dentro la ESA y la industria, con el IAC actuando como interfaz al consorcio del payload. Durante 2022 han tenido lugar distintas reuniones para desarrollar el pipeline para el análisis sísmológico de las estrellas de PLATO. En concreto, lideramos un paquete de trabajo de preparación de las curvas de luz para su posterior análisis sísmológico. Con reuniones mensuales del "Stellar Analysis System", se empezó a definir las tareas para este paquete. Durante una reunión HOW3 (Hands-on workshop) online, se empezó la discusión para definir las simulaciones necesitadas para probar los pipelines. También se ha participado y avanzado en diversas reuniones del «Ground-based Observing Program», destacando la participación en el Workshop de PLATO donde se presentaron las estrategias y carga esperada de las obser-

vaciones fotométricas de tipo «Time-Critical», que también lideramos.

La segunda edición del Handbook of Exoplanets (editores principales H. Deeg y J.A. Belmonte,) fue formalmente aprobado por el editorial Springer y se formó un nuevo equipo de editores de secciones lo cual ya está activo (incluyendo R. Alonso), hacía la publicación de esta nueva edición en el 2024.

Girocronología

Se ha realizado la selección de la muestra a estudiar, correspondientes a las compañeras de tipo secuencia principal de enanas blancas, las cuales están en sistemas binarios anchos (reportados por Qiu et al. 2021). La selección se hizo dada la caracterización disponible en la literatura de estos sistemas, en particular sus edades estelares. Se ha realizado una búsqueda y descarga exhaustiva de las curvas de luz públicamente disponibles de la misión TESS, y actualmente se está en el proceso de analizarlas para determinar la mejor combinación en términos de la corrección de efectos sistemáticos en la determinación de períodos de rotación. Para el análisis de las curvas de luz se está usando un código en IDL, desarrollado previamente por la P.I y colaboradores. Los resultados preliminares en un subset de targets muestran la detección exitosa de períodos de rotación de hasta 10 días. Actualmente se está en el proceso de análisis y expansión de la muestra.

SISTEMA SOLAR Y SISTEMAS PLANETARIOS

ARQUEOASTRONOMÍA (P/309307)

Juan A. Belmonte Avilés.

César Esteban López y Maitane Urrutia Aparicio.

Colaborador del IAC: Antonio Aparicio Juan.

A. Rodríguez Antó, C. González García (INCI-PIT-CSIC, Santiago); M. García Quintela (Univ. de Santiago); G. Magli (Politécnico de Milán, Italia); L. Costa Ferrer (Independiente, Santiago); J.L. Escacena Carrasco (Univ. de Sevilla); A. Espinosa (Vilamuseu, Vilajoiosa); L. Fatas Fernández, F. Romeo Marugán (Direc. General de Cultura y Patrimonio, Gob. de Aragón); M. Fekri (Univ. de Minufiya, Egipto); M.C. Gallegos, J.M. Vaquero (Univ. de Extremadura); S. Machause López (Univ. de Valencia); M.A. Molinero, A. Tejera (Univ. de La Laguna); M.A. Perera (Cabildo de Lanzarote); A. Polcaro (Univ. La Sapienza, Italia); M. Zedda (Soc. Archeofila Sarda, Italia); M. Órfila (Univ. de Granada); J.M. Noguera Celdrán (Univ. de Murcia); L. Benítez de Lugo Enrich (UCM); R. Shady (UNMSM, Lima, Perú); C. Rueda Galán, J.P. Bellón Ruiz (Univ. de Jaén); I. Grau Mira (Univ. de Alicante).

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 (Belmonte 2021). El interés del grupo se centra, en especial, en los pueblos del antiguo ámbito Mediterráneo desde el Atlántico al Oriente Medio, con una dedicación especial a España, su entorno geográfico inmediato y el Egipto antiguo. Sin embargo, también se tienen ramificaciones en el área del Pacífico, Perú y en Mesoamérica.

Hitos

En el artículo «Land- and Skyscapes of the Camino de Santiago: An Astronomy and World Heritage Sustainable Approach» se recogen todas las evidencias que hacen de la Ruta Jacobea, Patrimonio Mundial de la UNESCO, un

paisaje cultural excepcional en su relación con el celaje.

En el homenaje a Jiro Kondo, se ha publicado el artículo de revisión titulado: «Nefertiti strikes back! A comprehensive multidisciplinary approach for the end of the Amarna Period». En él se recoge un acercamiento multidisciplinar desde la astronomía, el C14, la arqueología, la genética, la epigrafía y la bioantropología a una época fascinante del Egipto antiguo.

Desarrollo y resultados

Este año se ha proseguido el trabajo en el marco de la Iniciativa «Astronomía y Patrimonio Mundial de la IAU y la UNESCO. En este marco, se ha culminado el trabajo de la candidatura «Menorca Talayótica: una odisea ciclópea insular», bien seriado que fue presentada a la UNESCO en su forma definitiva en febrero de 2022. El proceso de nominación sufrió un parón por culpa de la guerra en Ucrania, pero se espera que la situación se desatasque en 2023. Este año además se ha contribuido a la escritura del libro «LOS PAISAJES CULTURALES Y EL CELAJE EN LOS SITIOS DE LA UNESCO: CANARIAS COMO PARADIGMA». El volumen está acabado salvo trabajos de edición. Se quiere destacar que desde agosto de 2021 el IP del Proyecto es el Presidente de la Comisión C4 de la IAU «Patrimonio Mundial y Astronomía».

Se ha proseguido el trabajo de investigación sobre las «Tradiciones astronómicas del Camino de Santiago», que constituye el núcleo de la tesis doctoral de la FPI asociada al Proyecto M. Urrutia. Este año se ha completado el análisis mediante una estadística fiable y coherente, analizando tanto los patrones generales como las particularidades de cada territorio, ofreciendo un cuadro coherente, y a la vez diverso, como el defendido en Urrutia et al. (2022).

Se han finalizado los Trabajos de edición y redacción del Volumen 1: «The Cultural History of the Universe in Antiquity», de la colección «Cultural History of the Universe» de la Editorial Bloomsbury. El volumen debiera ver la luz en 2023.

Este año se ha asistido al encuentro anual de SEAC XXIX celebrado en Timisoara (Rumanía)

en el que se presentaron dos comunicaciones sobre la orientación de las catedrales en la Península Ibérica y los Archipiélagos y un recuerdo evocador al Prof. M. Hoskin. También se asistió al Congreso Oxford XII-SIAC VIII y su escuela asociada celebrado en La Plata (Argentina) en octubre donde se presentaron cuatro comunicaciones sobre una variada temática (ver contribuciones a congresos). también se realizó un homenaje a micahel Hoskin durante la Reunión de la SEA de La Laguna.

La campaña en Arabia Saudita para trabajar en Hegra se ha postergado por las restricciones a la movilidad a causa de la pandemia. Esperamos que la aprobación del Proyecto del MICIN OAS V permita acometer ambas campañas en un plazo razonable a lo largo de 2023.

Finalmente, se ha seguido trabajando en temas relacionados con el Egipto antiguo, aunque queremos destacar que se ha finalizado la elaboración de «Ancient Egyptian Astronomy: a cultural perspective» para la Editorial Springer. En este momento la obra se encuentra en prensa.

Este año también se ha publicado en el Festschrift del Profesor Jiro Kondo, un artículo de revisión sobre el final del Periodo de Amarna.

Se llevaron a cabo trabajos de campo en varios yacimientos ibéricos y romanos de la provincia de Jaén dentro del marco de colaboración con dos proyectos de investigación arqueológicos y en el poblado ibérico del Cabeço de Mariola en Alicante.

EXOPLANETAS Y ASTROBIOLOGÍA (P/301301)

Enric Pallé Bago.

Roi Alonso Sobrino, Juan A. Belmonte Avilés, Antonio L. Cabrera Lavers, Ilaria Carleo, Hans Deeg, Emma Esparza Gorges, Akhiko Fukui, Nikolas C. Cedric Lodieu, Manuel Mallorquín Díaz, Thomas Masseron, Savita Mathur, Giuseppe Morello, Felipe A. Murgas Alcaino, Norio Narita, Grzegorz Nowak, Jaume Orell Miquel, Hannu Parviainen, Jorge A. Pérez Prieto, Víctor J. Sánchez Bejar, Héctor D. Socas Navarro y Monika Beata Stangret.

P. Miles Páez (ESO); M.R. Zapatero Osorio (CAB-INTA-CSIC); M. MasHesse (CAB); M. Deleuil (LAM Marseille, Francia); M. Fridlund (Leiden, Países Bajos - Onsala, Suecia); L. Doyle (SETI, EEUU); H. Rauer, J. Cabrera, S. Csizmadia, P. Klagyivik (DLR, Alemania); D. Pollacco (Queens Univ. Belfast, Reino Unido); E. Günther, A. Hatzes (Obs. Tautenburg, Alemania); T. Mazeh (Univ. de Tel Aviv, Israel); T. Boyajian (Univ. de Yale, EEUU); D. Martin (Univ. de Ginebra, Suiza); A. Triaud (Univ. de Cambridge, Reino Unido); D. Fabrycky (Univ. de Chicago, EEUU); S. Grziwa (Univ. de Colonia, Alemania); J. Buday (Slovak Academia de Ciencias, Eslovaquia); P. Kabath (Obs. Ondrejov, Rep. Checa); N. Casayas (Univ. de Leiden, Países Bajos); G. Chen (Purple Mountain Obs., R.P. China).

Introducción

La búsqueda de vida en el Universo se ha visto impulsada por los recientes descubrimientos de planetas alrededor de otras estrellas (los llamados exoplanetas), convirtiéndose en uno de los campos más activos dentro de la Astrofísica moderna. En los últimos años los descubrimiento cada vez más numerosos de nuevos exoplanetas y los últimos avances en el estudio de sus atmósferas no sólo están dándonos valiosa nueva información sobre sus propiedades físicas, sino que nos están permitiendo además poner las propiedades de los planetas de nuestro Sistema Solar dentro un contexto más global. El campo está acercándose al importante descubrimiento de los primeros planetas potencialmente habitables, impulsando estudios más detallados de estos planetas. Con el lanzamiento de las nuevas misiones como JWST, CHEOPS, TESS, ARIEL o PLATO, al campo de exoplanetas se le plantea un futuro muy excitante.

Es por esta razón que este campo se ayuda de y, a su vez motiva, el desarrollo de instrumen-

tación cada vez más sensible y estable tanto para telescopios de tierra como para las misiones espaciales. Dos frentes para los que el grupo está especialmente preparado. Por un lado, durante los últimos años hemos desarrollado técnicas de observación y reducción de tránsitos de exoplanetas para los telescopios del ORM, siendo el nuestro uno de los grupos más productivos en la explotación del Telescopio GTC. Por otro lado, todas las misiones espaciales ESA (presentes y futuras) enfocadas a exoplanetas cuentan con uno o varios de los componentes del Proyecto como Cols, contribuyendo a la explotación científica de misiones actuales (TESS, CHEOPS) y la preparación de los futuros (PLATO, ARIEL).

En el marco de este Proyecto, se pretende que los investigadores del IAC mantengan una situación aventajada con la explotación de OSIRIS y EMIR, instrumentos de primera luz de GTC, y participen en la construcción, comisionado y operación de nuevos instrumentos. La explotación de la fotometría y espectroscopia de tránsitos es también uno de nuestros principales intereses.

En resumen, el proyecto «Exoplanetas y Astrobiología» se centrará entorno a estas cuatro líneas principales de actuación:

- Caracterización de las propiedades físicas y atmosféricas de exoplanetas (GTC, WHT, HARPSN, CARMENES, ESPRESSO, ARIEL, etc.).
- Búsquedas y confirmación de exoplanetas por tránsitos (CoRoT, Kepler, K2, TESS, CHEOPS, XO, LCOGT, WFC, PLATO, etc.).
- Búsquedas/confirmación de exoplanetas por velocidad radial (HARPSN, HORUS, LCOGT, SONG, NOT/FIES, CARMENES).
- Astrobiología.

Hitos

“Density, not radius, separates rocky and water-rich small planets orbiting M dwarf stars”. Artículo en Science. Luque and Pallé.

«Two temperate super-Earths transiting a nearby late-type M dwarf.» A&A Descubrimiento de dos planetas templados en una estrella cercana.

«A low-eccentricity migration pathway for a 13-h-period Earth analogue in a four-planet system», el planeta más pequeño con masa medida con precisión.

«A tentative detection of He I in the atmosphere of GJ 1214 b» Primera detección de las atmósferas de este famoso exoplaneta.

Desarrollo y resultados

El grupo de «Exoplanetas y Astrobiología» ha sido extremadamente productivo durante 2022, con más de 100 publicaciones en artículos con arbitro (contando las no listadas en IACPubs), con un gran número de estas publicaciones en revistas de impacto, incluidos varios artículos en Nature o Science. Y varios resultados más de impacto como resultado de nuestras actividades durante este año están ya aceptadas.

Búsqueda y confirmación de Exoplanetas

Durante el año 2022 se ha continuado con la búsqueda de planetas alrededor de estrellas Ms llevado a cabo con el instrumento CARMENES, dentro de los programas de legado CARMENES Legacy-Plus y CARM-TESS, fruto del cual se han publicado el descubrimiento de varios nuevos sistemas planetarios, incluidas varias super-Tierras transitando alrededor de la estrella M (Chatuverdi et al. 2022, Kemmer et al. 2022, González-Álvarez et al. 2022), algunas a menos de 10pc del Sol (Luque et al. 2022) y planetas gigantes gaseosos alrededor de estas estrellas, que desafían los modelos de formación (Quirrenbach et al. 2022).

Se continuó la colaboración con TESS y SuperWASP, coordinando las observaciones de seguimiento de sus candidatos utilizando mediciones de RV con HARPS-N y datos fotométricos con MUSCAT2. También se utilizaron las instalaciones del Observatorio Las Cumbres (LCO) para la validación de candidatos de la misión TESS como parte del proyecto clave de exoplanetas de LCO y TESS EXOFOP. Dentro de la colaboración KESPRINT y otras dedicadas a la búsqueda de planetas, se han realizado seguimientos de velocidad radial usando HARPS en La Silla, y HARPS-N y FIES en el ORM, de datos de las misiones espaciales K2 y TESS, llevando a la publicación de varios artículos anunciando nuevos sistemas de planetas.

I. Carleo está dirigiendo y coordinando un seguimiento de RV de los candidatos a TESS Warm Jupiters (WJ) con el espectrógrafo CHIRON en el Telescopio SMARTS de 1,5 m. Este es el primer programa grande (3 años) totalmente dedicado a los WJ. El primer resultado de este survey (Carleo et al. en preparación) es la confirmación de 3 WJ, que se suman a los muy pocos TESS WJ confirmados hasta ahora. Además de eso, Carleo está coordinando el seguimiento de RV de un gran programa con HARPS-N dedicado a la determinación de la masa de pequeños planetas (Carleo et al. en preparación). Dentro del Proyecto GAPS-Young Objects destinado a confirmar a los

candidatos jóvenes de TESS con HARPS-N, Carleo está trabajando en la determinación de la masa de un Júpiter cálido muy excéntrico que orbita una estrella G de 1,2 Gyr (Carleo et al. en preparación). En 2022, H. Deeg ha sido presidente del consorcio KESPRINT; con más de 50 miembros es uno de los principales grupos dedicados al seguimiento de planetas candidatos de la misión TESS, con aprox. 20 publicaciones por año y asignaciones de tiempo sobre los principales instrumentos para el seguimiento de RV.

El instrumento MUSCAT2, en el Telescopio TCS, sigue con su large survey de exoplanetas, y sus curvas de luz han sido usadas en más de una docena de artículos científicos sobre descubrimientos de nuevos planetas o variabilidad estelar.

Caracterización de las propiedades físicas y atmosféricas de los Exoplanetas

Dispusimos de tiempo de observación en diferentes instalaciones de alta resolución espectral (HARPS-N, GIANO, CARMENES y ESPRESSO) para estudiar la atmósfera de exoplanetas utilizando espectroscopía de transmisión y técnicas de correlación. En 2022 son destacables también los artículos con el espectrógrafo ESPRESSO sobre atmósferas planetarias, en los que nuestro grupo en el IAC tiene gran participación.

Dentro del subprograma GAPS Atmospheres, observó cuatro tránsitos de WASP-80b, un planeta gigante en tránsito cálido que orbita una estrella enana K tardía con el espectrógrafo NIR GIANO-B en el Telescopio TNG. Realizó análisis de espectroscopía de transmisión de alta resolución, detectando múltiples especies moleculares en la atmósfera de WASP-80b (Carleo et al., 2022): encontró presencia de H₂O, CH₄, NH₃ y HCN con alta significancia, detección tentativa de CO₂ y resultados no concluyentes para C₂H₂ y CO.

T. Masseron ha estado analizando el espectro de varias estrellas anfitrionas de planetas para derivar sus parámetros (temperatura efectiva, metalicidad, masa y radio) de varias estrellas anfitrionas de planetas. G. Morello, T. Masseron, J. Orell-Miquel y Esparza-Borges ha iniciado un proyecto destinado a simular los espectros de tránsito de un planeta frente a una estrella para probar todas las técnicas espectroscópicas conocidas destinadas a recuperar las propiedades del planeta (por ejemplo, correlación cruzada).

Misiones espaciales

En diciembre de 2019 se produjo el lanzamiento con éxito de CHEOPS, y durante 2022 se ha continuado con la explotación científica de la misión, que responde a las expectativas esperadas. Además, se ha contribuido al diseño del programa científico para la primera extensión de CHEOPS. Se han publicado varios artículos, con decenas más en la fase de preparación.

El grupo sigue activamente involucrado en la explotación de la misión TESS, que ocupan la mayor parte de las labores del equipo. Esto ha llevado al descubrimiento y caracterización de varias docenas de planetas.

Para las misiones PLATO y ARIEL se participa activamente en varios grupos de trabajo

para su preparación, liderando nuestro grupo varios de ellos, además de una importante contribución en el PLATO Product Definition Group (PDG). Se supervisa también una contribución técnica del IAC a la misión PLATO, consistiendo en el suministro de la fuente de alimentación del Main Electronics Unit (MEU-PSU), la cual recibió financiación para su construcción. Para la próxima misión PLATO, estamos liderando (Alonso, Deeg, Pallé) varios grupos de trabajo dedicados a la preparación del seguimiento fotométrico en tierra. También estamos participando activamente en el WG que está definiendo los productos de datos de PLATO y liderando el WG dedicado a los planetas circumbinarios.

PEQUEÑOS CUERPOS DEL SISTEMA SOLAR (P/300004)

Julia de León Cruz.

Javier A. Licandro Goldaracena, Vania Lorenzi, Hissa M. Lúcio Medeiros, David Morate González, Alejandro Oscoz Abad, Miguel Rodríguez Alarcón, Miquel Serra Ricart, Héctor D. Socas Navarro, Eri Tatsumi, Fernando Tinaut Ruano y Ovidiu Vaduvescu.

N. Pinilla-Alonso, H. Campins, (Univ. Central Florida, UCF, EEUU); J.L. Rizos García (Univ. de Maryland, EEUU); F. Vilas (Planetary Space Inst., EEUU); P. Abel (NASA Johnson Space Center, EEUU); A. Rivkin (John Hopkins Univ. EEUU); C. Thomas (Univ. de Arizona, EEUU); M. Popescu (Inst. de Astronomía, Rumania); P. Michel, P. Tanga, B. Carry (Obs. de la Côte d'Azur OCA, Francia); P. Pravec (Astronomical Inst. Academy of Sciences; Rep. Checa); C. Snodgrass (Univ. de Edinburgo, Reino Unido); A. Fitzsimmons (Queen's Univ. Belfast, Irlanda), J. Carvano, D. Lazzaro (Obs. Nacional, Brasil); J. Fernández (Univ. de Uruguay); F. Moreno, J.L. Ortiz (IAA); C. de la Fuente Marcos, R. de la Fuente Marcos (UCM); A. Álvarez Candal, A. Campo Bagatin (Univ. de Alicante).

Introducción

Este Proyecto (grupo de Sistema Solar) estudia las propiedades físicas y composicionales de los llamados pequeños cuerpos del Sistema Solar, que incluyen asteroides, objetos helados y cometas. Entre los grupos de mayor interés destacan los objetos trans-neptunianos (TNOs), incluyendo los objetos más lejanos detectados hasta la fecha (Extreme-TNOs o ETNOs); los cometas y los objetos transicionales cometa-asteroide (Centauros y los llamados Main Belt Comets o MBCs); y los asteroides primitivos. Los dos últimos grupos contienen el material más primordial y prístino del Sistema Solar y son claves para comprender su origen y evolución. Los estudios de composición superficial y propiedades físicas y térmicas de estos cuerpos se llevan a cabo utilizando espectroscopia en un amplio rango de longitudes de onda (desde 0.35 a 24 micras), así como imagen y fotometría en el mismo rango. Los datos se interpretan utilizando modelos de scattering y termo-físicos. El Proyecto trabaja además en el análisis de las propiedades físicas de los núcleos cometarios y de las propiedades del polvo y el gas en las comas cometarias, muy especialmente en el estudio del polvo en las colas de los MBCs y de los mecanismos por los cuales se emite.

Se está liderando el estudio de los asteroides primitivos: la IP del Proyecto es además IP (junto con la N. Pinilla-Alonso) de un survey espectroscópico (visible e infrarrojo cercano) de asteroides primitivos (PRIMitive Asteroid Spectroscopic Survey - PRIMASS), que ha obtenido hasta la fecha más de 700 espectros que se están subiendo al Small Bodies Node del NASA Planetary Data System. El grupo está además muy enfocado en el estudio de los asteroides que se acercan a la órbita de la Tierra (near-Earth asteroids o NEAs), así como los considerados potencialmente peligrosos (Potentially Hazardous Asteroids o PHAs). Como consecuencia tiene una participación muy activa tanto en misiones de estudio y caracterización in-situ de asteroides (OSIRIS-REx, Hayabusa2) como desde el punto de vista de defensa planetaria (DART y Hera).

Entre las actividades que se llevan a cabo, destacan sobre todo las observaciones de cuerpos menores (fotometría y espectroscopía) usando telescopios terrestres (en concreto los de los OOC) y espaciales y la participación activa en misiones de exploración espacial.

Hitos

Diseño, construcción e instalación en el OT del primer módulo de ATLAS-Teide, uno de los cuatro que formará parte de la red ATLAS en colaboración con la Universidad de Hawai (EEUU).

Firma del contrato con ESA para organizar las actividades del SAG de NEOMIR, satélite de observación de NEAs que se pondrá en L1.

Modificación del modelo comercial, finalización del modelo de ingeniería y calibraciones en tierra del instrumento HyperScout-H que irá a bordo de la misión Hera de la ESA, que será lanzada en octubre de 2024.

Desarrollo y resultados

Desarrollo

Durante 2022 se continuó con la actividad investigadora realizada en 2021, potenciando las líneas dedicadas al estudio de las propiedades físicas y composicionales de los pequeños cuerpos del Sistema Solar, en particular NEAs y asteroides del cinturón principal. Las principales actividades han sido:

- Continuación del estudio de asteroides primitivos y objetos transicionales (MBCs).
- Participación en misiones espaciales (Hayabusa2, DART, Hera, MMX, NEOMIR).
- La explotación de grandes bases de datos (data mining), como J-PLUS y VISTA.

- La explotación de datos de telescopios espaciales (Gaia, JWST).
- La observación de NEAs y PHAs.

Además de la participación del grupo en dos proyectos financiados por la UE, NEOROCKS (Grant no. 870403) y NEO-MAPP (Grant no. 870377) dentro del llamado de H2020 Advanced research in Near-Earth Object (NEOs) and new payload technologies for planetary defence (SU-SPACE-23-2019), así como en un proyecto financiado dentro del programa de ESA P3- NEO-I - Observational support from collaborating observatories, en 2021 se ha reforzado el liderazgo en el estudio de NEAs mediante la ejecución de un proyecto obtenido dentro del llamado para la adquisición de equipamiento científico-técnico (Subprograma Estatal de Infraestructuras de Investigación y Equipamiento Científico-Técnico), financiado con 839.000,00€ (EQC2021-007122-P), para la adquisición del hardware y la construcción de un telescopio para la red ATLAS en el Observatorio del Teide (OT), uno de los surveys más importante de NEOs.

Resultados

En 2022 se han publicado 22 artículos en revistas internacionales con árbitro, y presentado 45 contribuciones (orales y pósters) en congresos de ámbito nacional e internacional. A continuación, se detallan los resultados más relevantes de las líneas de investigación que se desarrollan en el Proyecto.

Asteroides primitivos

Continuación de la obtención de espectros en el visible (VIS) e infrarrojo cercano (NIR) para el survey PRIMASS, con especial enfoque en las familias colisionales de la región central del cinturón y en la zona más azul del visible, lo que se denomina ultravioleta cercano o near-UV (NUV). En 2022 se ha trabajado principalmente en completar el análisis de los espectros en el NIR de los asteroides de la familia de Erigone, obtenidos con los telescopios TNG, el IRTF y el WHT. Este análisis formará parte de la tesis doctoral de Britany Harvison (Harvison et al. 2022), supervisada por la colaboradora N. Pinilla Alonso (Florida Space Inst., EEUU) y co-IP de PRIMASS. En cuanto al NUV, se ha llevado a cabo un estudio detallado del comportamiento espectral de las estrellas de tipo solar en el NUV, que se utilizan de forma habitual para obtener los espectros de reflexión de los asteroides (Tatsumi et al. 2022) y se ha enviado a publicar (Tatsumi et al. 2023, Aceptado en A&A) un artículo en el que se utiliza fotometría del SDSS y de ECAS. Además, se ha hecho un

primer análisis de los espectros de asteroides publicados en el DR3 de Gaia, encontrando un enrojecimiento sistemático de los mismo en las longitudes de onda más cortas (Tinaut-Ruano et al. 2023).

Misiones espaciales

La IP del grupo es responsable del instrumento HyperScout-H que volará a bordo de la misión Hera de la ESA, para estudiar el sistema binario Didymos. Además coordina el grupo de observaciones remotas de la misión, y es responsable del high-level product Composition and Space Weathering. Durante 2022 se han completado las fases de modificación del modelo comercial del instrumento (proporcionado por la empresa Cosine) y puesta a punto del modelo de ingeniería; se han completado los requerimientos científicos en las diferentes fases de la misión, y se han iniciado las calibraciones en tierra del instrumento. Se obtuvo tiempo de observación en el Telescopio VLT para realizar un seguimiento del sistema durante el impacto de la nave DART (NASA) sobre el más pequeño de los dos asteroides (Dimorphos), que tuvo lugar el 26 de septiembre de 2022. Se obtuvieron espectros en el visible e infrarrojo cercano con el instrumento X-Shooter, durante cuatro noches (25 al 28 de septiembre), y se está escribiendo un artículo. Además, el grupo ha participado en la campaña global de observación del sistema antes de dicho impacto.

Por otro lado, el grupo participa en la misión MMX (Mars Moons Exploration) de la JAXA, que será lanzada a finales de 2024 y además en 2022 se firmó un contrato con ESA por el que el IAC, con J. Licandro como responsable, organizará las actividades del Science Advisory Group de NEOMIR, una misión del SSA de ESA que se encuentra en fase A. El SAG, en esta primera etapa, asesorará a ESA y a los ganadores de los dos contratos que ha firmado la agencia con industrias para preparar la fase A y B1 de esta misión destinada a poner un telescopio en el punto L1 de Lagrange para la detección de asteroides que puedan colisionar con la Tierra. J. Licandro configuró un SAG con 6 expertos europeos y el 19 de diciembre coordinó el Kick-off Meeting.

Observación de NEAs y PHAs

En 2022 se ha continuado con el trabajo que se viene realizando en relación con esta población de asteroides. Se obtuvo tiempo de observación en los telescopios GTC, NOT e INT para obtener espectros en el rango visible de NEAs y PHAs (Morate et al. 2023). Como parte del proyecto Europeo NEOROCKS, el IAC

es responsable de la Tarea 3.5, en la que debe proporcionar soporte observacional (espectros en el rango visible, colores y curvas de luz, así como astrometría de forma puntual), de aquellos objetos que tengan datos de radar de buena SNR y que aún no han sido publicados (Medeiros et al. 2022). En el estudio de NEAs, hay que destacar la obtención de colores en el visible usando el instrumento MuSCAT2 en el TCS, programa liderado por el Dr. Popescu, colaborador externo del grupo, con más de 250 asteroides observados hasta la fecha y un artículo en preparación.

Finalmente, en 2022 se han ejecutado una parte importante de las tareas relacionadas con el diseño y la construcción del nodo ATLAS-Teide dentro de la red ATLAS, con financiación que se obtuvo gracias al proyecto EQC2021-007122-P (IP: J. Licandro), en el programa de Infraestructuras y Equipamiento Científico-Técnico. ATLAS-Teide constará de 4 módulos, cada uno de los cuales tendrá 4 telescopios de 11 pulgadas equipados de cámaras CMOS, sobre una montura ecuatorial. Se ha

construido ya un primer módulo a modo de prototipo (ATLAS-P), instalado en noviembre de 2022 en el OT, y se están completando las pruebas de colimado, alineado, etc. Por otra parte, utilizando las cámaras CMOS previstas en el diseño de ATLAS tanto en los telescopios de ATLAS-P como en otros telescopios pequeños del Observatorio del Teide y en el laboratorio LISA, se realizaron diferentes pruebas para verificar que las características de las CMOS adquiridas (cámaras QHY600PRO) cumplen con los requerimientos de ATLAS. Hay un artículo en preparación (Alarcón et al.) que presenta los resultados de dichas pruebas y analiza las ventajas, las desventajas y cómo obtener y reducir los datos para optimizarlos. Por último, se presentó una acción a ICTS por la que se consiguió financiación adicional para contratar personal que permita realizar durante 2023 y 2024 los trabajos requeridos para completar la instalación e integración de ATLAS-Teide en la red ATLAS. Esta acción obtuvo 200.000€ adicionales para tal fin.

FÍSICA ESTELAR E INTERESTELAR

ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN ESTRELLAS (P/301008)

Carlos Allende Prieto.

David García Álvarez, Iveth Gaspar Gorostieta, Jonay González Hernández, Yeisson Martínez Osorio, R. Rebolo López y David Sánchez Aguado.

Colaboradores del IAC: Andrés Asensio Ramos, Giuseppina Battaglia, Juan Calvo Torvar, Nicola Caon, Jorge Casares Velázquez, Claudio Dalla Vecchia, Domingo A. García Hernández, Ramón García López, Francisco Garzón López, María F. Gómez Reñasco, Félix Gracia Temich, E. Joven Álvarez, Elena Khomenko Shchukina, Francisco S. Kitaura Joyanes, José A. López Aguerra, Martín López Corredoira, Thomas Masseron, Savita Mathur, Andrea Perdomo García, Jorge A. Pérez Prieto, Alexandre Vazdekis Vazdakís, Ángel M. Vicente Garrido, Nikola Vitas y Calros Westendorp Plaza.

I. Hubeny (Univ. de Arizona, EEUU); M. Shetrone, (Univ. de California Obs., EEUU); S. Majewski (Univ. de Virginia, EEUU); R. Schiavon (Univ. de Liverpool, Reino Unido); J. Holtzman (Univ. de Nuevo México, EEUU); H.G. Ludwig (Univ. de Heidelberg, Alemania); C. del Burgo (INAOE, México); T. Beers (Notredame, EEUU); V.S. Smith (National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory, EEUU); Y. Sun Lee (Chungnam National Univ., República de Corea); M. Cropper, D. Kawata (Univ. College London, Reino Unido); M.T. Belmonte (Univ. de Valladolid); D. Souto (Univ. Federal de Sergipe, Brasil); C. Rockosi (Univ. de California, EEUU); A. Cooper (Univ. Tsing Hua, Taiwán); B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido); R. Ezzeddine (Univ. de Florida, EEUU); S. Koposov (Univ. de Edinburgo, Reino Unido); M. Akhlaghi (CEFA).

Introducción

La espectroscopia de estrellas permite determinar las propiedades y composiciones químicas de las mismas. A partir de esta información para estrellas de diferente edad en la Vía Láctea es posible reconstruir la evolución

química de la Galaxia, así como el origen de los elementos más pesados que el boro, forjados principalmente en los interiores estelares. También es posible estudiar la formación estelar, y la de la propia Galaxia, a través de la huella que deja el potencial galáctico en las órbitas de las estrellas, y de las distribuciones de masa, edad y la abundancia de elementos pesados.

La obtención de espectros con alta resolución espectral, apropiados para estudios de la composición química, requiere instrumentación sofisticada y eficiente. Esto es especialmente cierto en investigaciones en las que se necesitan extensas muestras de estrellas, que exigen observar cientos, o incluso miles de fuentes de forma simultánea. El procesado y análisis de los datos debe ser automatizado para ser igualmente eficiente.

La interpretación de los espectros se basa en modelos físicos de las atmósferas de las estrellas, de donde se escapa la luz que observamos. Los ingredientes fundamentales para la construcción de estos modelos son la dinámica de fluidos, y las propiedades de los átomos, iones y moléculas, especialmente en lo que se refiere a sus interacciones con la radiación que proviene del interior estelar. Una vez que se tiene un modelo plausible, es posible calcular de forma detallada cómo se propaga la radiación a través de la atmósfera estelar, y el espectro emergente, para, de forma iterativa, compararlo con las observaciones y refinar el modelo.

Este Proyecto incluye tres diferentes frentes de investigación:

- La mejora de los modelos de atmósfera y las simulaciones de espectros estelares.
- El desarrollo de herramientas para la obtención, reducción y el análisis de observaciones espectroscópicas, y en particular para la determinación de abundancias químicas en estrellas.
- El diseño, preparación, y ejecución de estudios espectroscópicos de estrellas con el fin de entender: los aspectos más relevantes de la física de las atmósferas estelares, la formación y evolución de las estrellas, el

origen de los elementos químicos y la formación, estructura y evolución química de la Vía Láctea.

Hitos

Publicación de SDSS DR17, con los resultados finales para todas las observaciones del Proyecto APOGEE.

Gestión de la adquisición de un nuevo detector para HORUS.

Desarrollo de las herramientas synple y piferre.

Investigación de la medida de abundancias de calcio en estrellas de muy baja metalicidad usando el triplete infrarrojo de Ca II.

Desarrollo y resultados



DESI, montado en el histórico telescopio Mayall en Kitt Peak. El IAC ha participado en la construcción del plano focal del instrumento, en el desarrollo del datoducto de análisis de espectros estelares, y en la creación de simulaciones de estructura del universo a gran escala para la interpretación de los datos. Crédito: KPNO/NOIRLab/NSF/AURA/P. Marenfeld.

En 2022 se ha avanzado notablemente en la preparación para la explotación científica de DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument).



Posicionador de fibras robótico de WEAVE. Crédito: Isaac Newton Group of Telescopes (ING), La Palma.

Las operaciones comenzaron en 2021 y el Proyecto avanza a buen ritmo. El IAC está liderando el seguimiento de estrellas de muy baja metalicidad identificadas con las observaciones de DESI.

Se han concluido varias investigaciones en marcha utilizando datos de APOGEE, incluyendo la última liberación de datos del proyecto (SDSS DR17) y se han llevado a cabo varias gestiones para poder devolver a HORUS a las operaciones normales en el Telescopio GTC.

También se han conseguido cubrir la mayoría de los objetivos para el desarrollo del datoducto de análisis para WEAVE (WHT Enhanced Area Velocity Explorer), que ha comenzado recientemente sus operaciones en el telescopio de 4-m WHT en el Roque de los Muchachos. El IAC participa intensamente en este Proyecto, liderando varios de los subproyectos que incluye.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NEBULOSAS IONIZADAS (P/308614)

Jorge García Rojas.

Romano Corradi, César Esteban López, Verónica Gómez Sandoval-Llanos, David Jones, Antonio Mampaso Recio y José E. Méndez Delgado.

K. Arellano-Córdova (Univ. de Texas, EEUU); B. Balick (Univ. Washington, EEUU); H. Boffin (ESO, Alemania); F. Bresolin (IfA, Hawai, EEUU); L. Carigi, C. Morisset, M. Peimbert, M. Peña, L. Sabin (IA-UNAM, México); G. Domínguez-Guzmán, M. Rodríguez (INAOE, México); J. Drew (Univ. Hertfordshire, Reino Unido); X. Fang (Univ. de Hong-Kong); D.R. Goncalves (Obs. Volongo, Brasil); R. Greimel (Univ. Graz, Austria); T. Hillwing (Univ. Valparaiso, Chile); T. Liimets (Obs. Tartu, Estonia); A.R. López Sánchez (AAO, Australia); U. Magrini, U. Munari (INAF, Italia); J.E. Méndez-Delgado (Univ. de Heidelberg, Alemania); M. Miller Bertolami (UNLP, Argentina); B. Miszalski (SALT, Sudáfrica); H. Monteiro (Univ. de Itajubá, Brasil); A. Prsa (Univ. Villanovia, EEUU); M. Santander García (OAN); G. Stasinska (Obs. Paris-Meudon, Francia); N.C. Sterling (Univ. de West Georgia, EEUU); H. Van Winkel (KU Leuven, Bélgica); E. Villaver (UAM); R. Wesson (Univ. de Cardiff, Reino Unido) S. Akras (NOA, Grecia).

Introducción

La investigación que llevará a cabo el grupo se puede condensar en dos grandes líneas:

- Estudio de la estructura, condiciones físicas y composición química de las nebulosas ionizadas, tanto galácticas como extragalácticas, a través del análisis detallado y modelización de sus espectros. Investigación de los gradientes de composición química a lo largo del disco de nuestra galaxia y en galaxias cercanas. Estudio detallado de las implicaciones de los resultados obtenidos en los modelos de evolución química de galaxias. Estudio de la influencia de estructuras a pequeña escala (proplyds, objetos HH) en la determinación de condiciones físicas y abundancias químicas en espectros integrados de regiones HII.
- Determinar las condiciones físico-químicas de nebulosas planetarias tanto galácticas como extragalácticas. Se pone especial énfasis en nebulosas planetarias con estrellas centrales binarias con el fin de entender la influencia de la binariedad en la morfología y la cinemática nebular y poner a pue-

ba los modelos teóricos. En este sentido, el proyecto dedica un esfuerzo especial a la búsqueda de nuevas estrellas centrales binarias en nebulosas planetarias y a la caracterización detallada de sus parámetros estelares. Por último, se estudian las implicaciones de la evolución de los sistemas binarios en otros escenarios astrofísicos, como la formación de jets, las variables cataclísmicas y las explosiones de tipo nova y supernova.

Hitos

Se ha encontrado evidencia de la existencia de compuestos sólidos de azufre acumulados en el objeto HH 514, un chorro de gas eyectado en el corazón de la nebulosa de Orión, y que podría explicarse con la destrucción de reservorios de granos de polvo ricos en sulfuros, posiblemente ligados a la formación de exoplanetas.

Imágenes obtenidas del telescopio espacial James Webb de la nebulosa planetaria NGC 3132 han revelado estructuras morfológicas complejas en el gas que podrían ser debidas a la interacción de la estrella moribunda con dos o incluso tres compañeras muy cercanas e invisibles.

Desarrollo y resultados

Se ha publicado el análisis de datos IFU de 3 nebulosas planetarias con alto ADF (ver lista de publicaciones). Durante este año se han analizado los datos MUSE de una cuarta nebulosa (NGC 6153) encontrando resultados consistentes con los del artículo ya publicado. El artículo presentando estos resultados está en proceso de escritura. También se ha comenzado el análisis de otro cubo de datos MUSE de la nebulosa planetaria NGC 3242. Estos datos se tomaron con la configuración nominal (480-920 nm) con lo que no pretendemos abordar el problema de la discrepancia de abundancias ya que no se observan las líneas de O II a ~465 nm. En cambio, se pretende estudiar varias regiones de baja ionización (LIRs de sus siglas en inglés) que se observan en esta nebulosa. Este trabajo se está realizando en colaboración con investigadores de Brasil y Grecia.

Se ha finalizado el análisis de abundancias para 4 de las nebulosas planetarias más brillantes en la Gran Nube de Magallanes, usando los espectros más profundos disponibles hasta la fecha de nebulosas planetarias en esta galaxia. Los resultados se están usando para restringir modelos de fotoionización y obtener información sobre la temperatura efectiva de las fuentes ionizantes y la luminosidad de

las nebulosas. Estos espectros también están siendo usados para probar técnicas de aprendizaje automático para determinar los factores de corrección por ionización necesarios para calcular las abundancias totales.

Se ha publicado el último estudio de la tesis de J.E. Méndez Delgado sobre la influencia en la determinación de las condiciones físicas y abundancias químicas de chorros de gas a alta velocidad en la nebulosa de Orión. Se ha encontrado una sobreabundancia de azufre en el gas a alta velocidad del objeto HH 514 que ha sido interpretada como producto del filtrado de granos de polvo rico en azufre durante la acreción de material en un disco protoplanetario. Este trabajo ha sido objeto de una nota de prensa del IAC y se remarca en uno de los hitos del proyecto. Para confirmar el origen de la sobreabundancia de S, se ha preparado una propuesta de observación en radiofrecuencias con el interferómetro NOEMA para buscar señales de moléculas de azufre en las zonas centrales de la nebulosa de Orión. La propuesta ha sido aprobada y se está a la espera de la toma de datos.

Se ha realizado un estudio detallado sobre las abundancias químicas en la vecindad solar a partir de indicadores de las abundancias actuales (regiones H II, cefeidas, estrellas masivas, etc.) para contrastar un impactante resultado publicado en la revista Nature que encontraba inhomogeneidades químicas en la vecindad solar a partir del análisis del gas neutro. El resultado global del estudio indica que no existe evidencia de tales homogeneidades usando datos de regiones H II, cefeidas, estrellas masivas y cúmulos abiertos. Además, se ha demostrado que tampoco hay evidencia alguna de caída de nubes de alta velocidad de gas prístino (que podrían explicar tales inhomogeneidades químicas). Este trabajo ha sido publicado en la revista The Astrophysical Journal.

Se han analizado los espectros más profundos hasta la fecha de regiones H II en las Nubes de Magallanes, lo que ha permitido establecer que las abundancias de O, S, Ne, Ar y Cl son muy homogéneas tanto en la Gran nube como en la Pequeña nube, indicando que el gas está muy bien mezclado. Con estos datos se ha encontrado también una pequeña sobreabundancia de N en la Gran nube con respecto a la pequeña y un gran rango de depleción de Fe en polvo en ambas galaxias. El artículo sobre este trabajo ha sido publicado en la revista MNRAS.

La enorme calidad de los datos recopilados por investigadores del grupo de nebulosas

del IAC ha permitido recopilar una base de datos con espectros de altísima calidad de aproximadamente 190 espectros de regiones H II, tanto galácticas como extragalácticas, nebulosas planetarias galácticas, nebulosas anulares galácticas y objetos Herbig-Haro. Se está trabajando en el artículo de presentación de la base de datos que irá acompañado de un estudio de la estructura de temperaturas y densidad en nebulosas ionizadas, así como en al menos dos artículos relacionados con efectos de fluorescencia en las líneas de C II en nebulosas ionizadas y sobre la discrepancia de abundancias en regiones H II, respectivamente.

Se está finalizando un estudio detallado sobre las abundancias químicas en la nebulosa de Orión a partir de un re-análisis homogéneo de todos los datos obtenidos en esta nebulosa por nuestro grupo en los últimos 20 años.

Se está finalizando el análisis de abundancias de elementos-s en nebulosas planetarias de las nubes de Magallanes a partir de espectros en el IR cercano obtenidos con el espectrógrafo de alta resolución IGRINS en el telescopio Gemini Norte. Este trabajo se está llevando a cabo en una colaboración liderada por el Dr. N. Sterling (Univ. West Georgia, EEUU) y compuesta por un equipo de investigadores multidisciplinar, juntando expertos en observaciones ópticas e IR, y expertos en modelos de nucleosíntesis. Se realizó una propuesta para la verificación científica del instrumento CRILES+ en el Telescopio VLT para obtener espectros a muy alta resolución en el IR cercano de la nebulosa planetaria NGC 6790. Los datos han sido adquiridos y se está trabajando en su reducción.

Se ha publicado el análisis de datos ISIS/WHT del glóbulo ecuatorial pobre en H, J4 de la nebulosa planetaria "renacida" Abell 30. El análisis indica que el ADF es mucho menor que en los nudos polares estudiados previamente. Esto favorece un escenario en el que los glóbulos ecuatoriales y polares en este objeto se han originado en diferentes eventos, lo que unido a la sospecha de que la estrella central sea una binaria de corto periodo, refuerza la teoría de la influencia de la evolución del sistema central en el origen del fenómeno de altas discrepancias de abundancias.

Se ha obtenido por primera vez un espectro aislado de la estrella secundaria en un sistema post-envoltura común en una NP (Ou 5). Se ha realizado un modelado detallado de la curva de luz y de velocidad radial del sistema, encontrando que la Teff y la gravedad del progenitor de la NP es más consistente con evo-

lución post-RGB que con evolución post-AGB. Es de destacar la importancia de la caracterización de estos sistemas para entender la relación entre altas discrepancias de abundancias y evolución post-envoltura común. Este trabajo ha sido publicado en la revista MNRAS.

Se ha finalizado y publicado un estudio detallado sobre la estrella de bario en el centro de la nebulosa planetaria Abell 70. A partir de estudios de variabilidad fotométrica se ha encontrado que dicha estrella es una rotora rápida con variabilidad debida a manchas estelares. Espectros de alta resolución tomados en un amplio rango de tiempo parecen indicar que el sistema binario es de amplio periodo (> 2 años) y con alta excentricidad.

Se ha finalizado un estudio sobre la determinación de masas ionizada y molecular en una muestra de nebulosas planetarias a partir de datos en el óptico y en radio, con el objetivo de verificar la hipótesis de que envolturas provenientes de estrellas asociadas a sistemas binarios post-envoltura común deberían tener masas moleculares mayores que las asociadas a la evolución de una estrella individual. Se han encontrado resultados que ponen en jaque el conocimiento actual sobre estos objetos ya que solo en tres de las 21 NPs estudiadas se han detectado envolturas moleculares y por tanto el problema de la "masa perdida", dónde está y por qué no se detecta en la vecindad de la NP, sigue sin respuesta. El estudio ha sido publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics*.

Se ha estado trabajando en la creación de cubos de datos simulados para el análisis con la

pipeline desarrollada para el espectrógrafo de campo integral MAAT. MAAT es un sistema óptico de tipo "mirror-slicer" que permitirá al espectrógrafo OSIRIS en el Gran Telescopio Canarias (10.4m) la capacidad de operar como un espectrógrafo de campo integral con un campo de visión de aproximadamente 10" x 7" y una resolución espacial de 0.305". MAAT aumentará el poder de resolución espectral de OSIRIS en 1,6 veces con respecto a su rendija larga de 0,6" de ancho. Uno de los miembros del grupo (D. Jones) es el "project scientist" de MAAT y ha trabajado en la implementación tanto de datos OSIRIS como de MAAT en el paquete de reducción de datos Pypelt, así como en la producción de simulaciones de datos de MAAT.

Entre septiembre y octubre de 2022 nos ha visitado el Dr. H. Boffin (ESO, Alemania) para trabajar con D. Jones y con J. García-Rojas. H. Boffin ha repartido su estancia entre el CALP de La Palma y el IAC en La Laguna. En La Palma en las que trabajó con D. Jones en el análisis de curvas de luz de varias estrellas centrales de nebulosas planetarias, así como en la preparación de una propuesta de observación que ha obtenido tiempo en Telescopio GTC. También participó en la escuela de verano organizada por D. Jones a finales de septiembre impartiendo varios módulos y talleres. En el IAC trabajó con J. García-Rojas y V. Gómez-Llanos en el análisis de datos MUSE de nebulosas planetarias e impartió un curso de 6 horas de duración sobre escritura científica.

ESTRELLAS DE BAJA MASA, ENANAS MARRONES Y PLANETAS (P/309506)

Rafael Rebolo López.

Carlos Allende Prieto, Jonay I. González Hernández, Nicolás Cedric Lodieu, Manuel Mallorquín Díaz, Eduardo Martín Guerrero de Escalante, Thomas Masseron, Javier Olivares Romero, Vera Maria Passegger, Víctor J. Sánchez Bejar, Alejandro Suárez Mascareño, Maruska Zerjal y Yunyan Zhang.

Introducción

El estudio de la formación de estrellas de baja masa, enanas marrones y exoplanetas es una parte muy importante de la astrofísica actual. La caracterización de las propiedades físicas de estos astros en varias etapas evolutivas es esencial. Las estrellas de muy baja masa y las enanas marrones son probablemente los objetos más numerosos de nuestra Galaxia, pero no por ello están suficientemente bien establecidas sus propiedades. En particular, los objetos subestelares constituyen uno de los grupos más difíciles de estudiar desde el punto de vista observacional dada su baja luminosidad intrínseca. Se pretende establecer la frecuencia, multiplicidad y distribución espacial de estrellas ultrafrías y objetos subestelares en la vecindad del Sol y en regiones de formación estelar y cúmulos cercanos con el fin de proporcionar información sobre los mecanismos que los originan, caracterizar sus propiedades ópticas e infrarrojas, y establecer relaciones entre sus propiedades espectrales, masas y luminosidades. Se hace especial énfasis en empujar el límite de detección de masa, bien sea como objetos ligados por atracción gravitatoria a otros, o flotando libremente en el espacio interestelar. Los objetos menos masivos también suelen ser los de menor luminosidad intrínseca y temperaturas superficiales más frías por lo que entrañan notable dificultad de detección por medio de imagen directa. Sin embargo, la detección directa permite una caracterización fotométrica y espectroscópica mucho más completa y una mejor determinación de sus propiedades físicas y químicas. También se pretende investigar la presencia de exoplanetas en estrellas de baja masa, acercándonos cada vez más al descubrimiento de otras tierras orbitando estrellas cercanas al Sol, empleando técnicas de medida de velocidad radial de muy alta precisión y técnicas de muy alta resolución espacial. Se trabaja en el desarrollo de espectrógrafos ultraestables

para grandes telescopios y de sistemas de imagen ultrarrápida. Con los primeros es posible lograr la detección de planetas con masas similares a la de la Tierra en estrellas de tipos G, K y M, con el objetivo último de encontrar otras tierras en zona de habitabilidad, de establecer la frecuencia de estos planetas en las estrellas de la vecindad solar y caracterizar las propiedades de los sistemas planetarios a los que pertenecen.

Hitos

Se ha demostrado que los planetas gigantes que orbitan alrededor de la estrella V1298 Tau, de 20 millones de años de edad, alcanzaron su masa y radio más rápido de lo previsto por los modelos.

Combinando los parámetros físicos de siete enanas marrones binarias, se confirma la brusca transición de la presencia de litio en las enanas marrones. Se establece una nueva masa mínima para la combustión termonuclear de litio en enanas marrones en $51.48 \pm 0.22 - 4.0$ Mjup, inferior a las predicciones de los cálculos teóricos.

Se han medido las masas de los planetas del sistema L 98-59, usando datos de ESPRESSO. El planeta más interior del sistema tiene tan sólo la mitad de la masa de Venus. Se ha descubierto también la presencia de dos planetas adicionales en el sistema, uno de ellos en la zona de habitabilidad.

Descubierto la presencia de una super-Tierra, de 3 masas terrestres, en órbita a la estrella M cercana GJ 740.

Descubierto un compañero de masa planetaria muy joven que presenta una fuerte emisión en H α , lo que podría indicar que los objetos subestelares pueden acertar gas hasta edades de unos 20 Maños.

Desarrollo y resultados

Durante el año 2022 se ha continuado con la búsqueda de planetas alrededor de estrellas Ms llevado a cabo con el instrumento CARMENES, dentro de los programas de legado CARMENES Legacy-Plus y CARM-TESS, fruto del cual se han publicado el descubrimiento de varios nuevos sistemas planetarios, incluidas varias super-Tierras transitando alrededor de la estrella M (Chatuverdi et al. 2022, Kemmer et al. 2022, González-Álvarez et al. 2022), alguna a menos de 10pc del Sol (Luque et al. 2022) y planetas gigantes gaseosos alrededor de estas estrellas, que desafían los modelos de formación (Quirrenbach et al. 2022).

Dentro de la tesis doctoral de M. Mallorquín se ha llevado a cabo un estudio de velocidad radial con CARMENES de dos sistemas planetarios jóvenes transitando alrededor de TOI-1801 (~1 Ga) y HD63433 (~400 Ma), lo que no ha permitido medir las masas de dos de estos planetas TOI-1801b y HD63433c y restringir los modelos de formación y migración de estos planetas y de la pérdida de masa de sus envolturas gaseosas (Mallorquín Díaz et al. 2022, aceptado, 2023, en prep.).

Como parte de la preparación de Euclid, hemos llevado a cabo un estudio con Gaia de los miembros de baja masa del cúmulo de Coma Berenices y sus colas de marea, incluyendo también el grupo cercano de estrellas Grupo X, utilizando técnicas de aprendizaje de "Machine Learning" utilizando criterios de selección de estadísticas bayesianas (Olivares et al. 2023, enviado).

Se han extendido los estudios 5 y 6-D realizados anteriormente con Gaia en cúmulos como las Pléyades, Híades o el Pesebre a todos los cúmulos dentro de 500pc y más jóvenes que 1Ga y hemos creado una página web, de uso tanto para científicos profesionales como amateurs, para acceder a todos los datos desde herramientas de Vizier y Aladdin y visualizar estos cúmulos a través de diversas representaciones interactivas (Zerjal et al. 2023, enviado).

Dentro del desarrollo instrumental del sistema de Óptica Adaptativa de GTC (GTCAO), se han terminado todas las pruebas de caracterización del sistema y se continúa con el diseño detallado del sistema de guía láser y de la cámara IR GRANCAIN, primer instrumento de Óptica Adaptativa que se instalará provisionalmente hasta la llegada de FRIDA.

AGUJEROS NEGROS, ESTRELLAS DE NEUTRONES, ENANAS BLANCAS Y SU ENTORNO LOCAL (P/309710)

Teodoro Muñoz Darias.

Roi Alonso Sobrino, Ayoze Álvarez Hernández, Alessandra Ambrifi, María J. Arévalo Morales, Montserrat Armas Padilla, Alice Borghese, Jorge Casares Velázquez, Virginia Cúneo, Vikram Dhillon, Jonay I. González Hernández, Ignacio González Martínez-Pais, Carlos Lázaro Hernando, Guayente Panizo Espinar, Manuel Á. Pérez Torres, Pablo Rodríguez Gil, Javier Sánchez Sierras, Tariq Shahbaz, Federico M. Vincentelli e Idaira Yanes Rizo.

Colaboradores del IAC: Carlos Allende Prieto, Josefa Becerra González, Jorge García Rojas, Artemio Herrero Davó, David Jones, Alicia López Oramas y Sergio Simón Díaz.

R. Fender, J. van den Eijnden (Univ. de Oxford, Reino Unido); B. T. Gänsicke, D. Steeghs, M. Green, O. Toloza, C. Manser, M. Hollands (Univ. de Warwick, Reino Unido); T. Belloni, S. Campana, P. D'Avanzo, G. Ponti, S. Motta (Obs. de Brea, Italia); P. Charles, C. Knigge (Univ. de Southampton, Reino Unido); J. A. Fernández-Ontiveros (CEFCa); R. Breton (Univ. de Manchester, Reino Unido); M. Linares (Norwegian University of Science and Technology, Noruega); J.M. Paredes, M. Ribó (Univ. de Barcelona); J. Martí (Univ. de Jaén); I. Negueruela, (Univ. de Alicante); J.M. Corral-Santana y L. Schmidtobreick (ESO, Chile); D. Russell (Univ. de Abu Dhabi, Emiratos Árabes); B. de Marco (N. Copernicus A. C., Polonia); N. Degenaar, Rudy Wijnands (Univ. de Amsterdam, Países Bajos); A. de Ugarte Postigo (IAA); Y. Ueda (Univ. de Kyoto, Japón); S. Littlefair, S. Parsons (Univ. de Sheffield, Reino Unido); K. Burdge, T.A. Prince (Caltech, EEUU); Juajuan Ren (Univ. de Pekin, Rep. P. China); Theo van Grunsven (Nijmegen, Países Bajos); E. Breedt (Inst. de Astronomía, Univ. de Cambridge, Reino Unido); A. Pala (ESO, Garching, Alemania); K. Gazeas (Univ. de Atenas, Grecia); G. C. Anupama (Indian Inst. of Astrophysics, India); S. B. Potter (SAAO, Sudáfrica); W. Skidmore (Thirty Meter Telescope, Caltech, EEUU); P. Hakala (Univ. de Helsinki, Finlandia); K. Long (Space Telescope Science Institute, EEUU); M. Hernanz, G. Sala, Nancy Elías de la Rosa (Institut d'Estudis Espacials de Catalunya); A. Rebassa-Mansergas (Univ. Politècnica de Catalunya); R. Iglesias Marzoa (ULL), M. López Morales, Sebastián Gómez (Harvard-Smithso-

nian Center for Astrophysics, EEUU); P. Abraham (Konkoly, Hungría).

Introducción

Los agujeros negros, las estrellas de neutrones y las enanas blancas son laboratorios únicos para explorar algunos de los fenómenos físicos más extremos. Estos objetos extremadamente compactos permiten investigar el comportamiento de la materia en las condiciones más extremas y bajo los campos gravitatorios más intensos. En particular, nos permiten estudiar la física del proceso de acreción: la forma más eficiente de producción de energía conocida. El conocimiento de este proceso en el entorno de los objetos compactos es esencial para entender el Universo, ya que juega un papel crucial en la astronomía galáctica y extragaláctica. Esto es posible mediante el estudio de las binarias compactas, donde un agujero negro o estrella de neutrones (en el caso de las binarias de rayos-X), o una enana blanca (en variables cataclísmicas) acrece con material proveniente de una estrella compañera.

El Proyecto persigue los siguientes objetivos científicos:

- Acreción y eyección: la relación universal entre los procesos de acreción y eyección en agujeros negros.
- Masas dinámicas: las distribuciones de masas de agujeros negros y estrellas de neutrones.
- Demografía de agujeros negros: búsqueda de binarias de rayos X con agujeros negros en quietud.
- Astrofísica de alta resolución temporal: aplicación a binarias compactas.
- Descubrimiento y caracterización de binarias ultracompactas de rayos-X.
- La evolución de las variables cataclísmicas.
- Búsqueda y estudio de remanentes postplanetarios alrededor de enanas blancas.

Hitos

Publicación de un estudio simultáneo GTC/Chandra que muestra que el viento del disco de acreción detectado en el agujero negro transitorio V404 Cyg tiene muy probablemente una naturaleza multifásica. Esto sugiere que esta podría ser una propiedad general de los vientos en binarias de rayos X (Muñoz-Darias & Ponti 2022, A&A, etiquetado como "highlight" por la revista).

Presentación un nuevo método para medir inclinaciones orbitales en binarias de rayos X en quietud utilizando la profundidad del doble

pico de Halpha, originada en el disco de acreción. Aplicando esta técnica obtenemos un valor de la inclinación en GRO J0422+32 que implica la presencia de un agujero negro de tan solo 2.7 Msun. (Casares et al. 2022, MNRAS).

Descubrimiento de una elevada abundancia de Li en la estrella compañera del púlsar binario de milisegundos PSR J1023+0038. Los procesos de espalación a través de rayos gamma o protones pueden conducir a un aumento del Li en la atmósfera de la estrella secundaria, por lo que estos sistemas podrían contribuir a la producción de este metal (Shahbaz et al. 2022, MNRAS).

Nueva y más precisa determinación de la masa del agujero negro en la binaria de rayos XTE J1859+226. Este resultado apoya el modelo de precesión relativista para explicar las oscilaciones cuasi-periódicas observadas en rayos-X (Yanes-Rizo et al. 2022 MNRAS; Motta et al. 2022, MNRAS).

Determinación del periodo orbital de la candidata a binaria de rayos-X ultracompacta 4U 1812-12. El periodo, más largo de lo esperado, implica que el sistema es probablemente una progenitora de este tipo de sistemas (Armas Padilla et al. 2022, ApJ Lett).

Descubrimiento de un sistema tipo “black widow” en un sistema triple jerárquico. Este desafía el escenario en el que las estrellas de neutrones adquieren elevadas velocidades sistemáticas durante la supernova (Burdge et al. 2022, Nature).

Desarrollo y resultados

Durante 2022 se han producido progresos sustanciales en las principales líneas de investigación del grupo. En total se han publicado 27 artículos. De estos, el grupo ha liderado (primer autor) 8 trabajos. De entre los artículos en colaboración, cabe destacar la publicación de 3 trabajos en la revista Nature (Burdge et al. 2022a; 2022b; Castro-Segura et al.) a los que el proyecto contribuyó con datos, análisis y en la redacción de los trabajos. Además, se enviaron varias notas de prensa referentes a estas publicaciones y a las más relevantes lideradas por el grupo.

En lo que respecta a las conferencias, tras la vuelta progresiva hacia la normalidad se han llevado a cabo 17 ponencias: 3 charlas invitadas, 12 contribuciones orales y 2 posters.

En 2022 se ha dedicado un importante esfuerzo a la obtención de financiación a través de los proyectos nacionales. Actualmente contamos con hasta cinco financiaciones externas

diferentes y otra nueva (PI: Casares) será enviada en 2023.

Por lo que respecta a estudiantes de doctorado durante 2023 finalizaran las tesis los estudiantes G. Panizo, J. Sánchez y A. Álvarez. La tesis de I. Yanes está en tercer año (ya con varias publicaciones) y se acaba de iniciar el proyecto de A. Ambrifi. En 2022 el grupo recibió la visita de dos estudiantes (Master y doctorado) provenientes de la Universidad de Palermo, que trabajaron en el IAC durante 9 meses. El estudiante C. Martínez Sebastián defendió con éxito su proyecto de Master.

Los seis grupos que componen el Proyecto (ver “comentarios generales”) realizaron avances importantes en sus líneas de trabajo:

- Accretion and Outflows: publicación de detecciones de vientos en varios sistemas (e.g. Mata Sanchez et al.). Trabajo multi-frecuencia donde se propone la naturaleza multi-fásica de los vientos en binarias de rayos-X (Muñoz-Darias & Ponti).
- Black-hole demographics: se obtuvo el tiempo de observación en el observatorio de Javalambre para la realización de mini-Hawks. Publicación de la correlación entre el periodo orbital y la profundidad del doble-pico de Halpha (Casares et al.).
- Dynamical black hole and neutron star masses. Se continuaron los trabajos para determinar las masas dinámicas de sistemas en quietud (ejem. Yanes-Rizo et al.; Motta et al.).
- High-Time resolution Astrophysics. Se publicaron numerosos trabajos de la colaboración GTC+HiPERCAM (e. g. Dhillon et al. sobre el sistema PSR J2051-0827) y se está estudiando la posibilidad de añadir un módulo de polarización.
- Ultracompact X-ray binaries. Se realizó un trabajo muy intenso para la confección y publicación (2023) del primer catálogo online de sistemas binarios de rayos-X ultracompactos. Se publicó el periodo orbital de un importante candidato (Armas Padilla et al.).
- White Dwarfs: se continuó con las observaciones de los diversos proyectos a largo plazo que en los que el grupo está involucrado. Contribución importante dos artículos Nature (Burdge et al. 2022a; 2022b).

NUCLEOSÍNTESIS Y PROCESOS MOLECULARES EN LOS ÚLTIMOS ESTADOS DE LA EVOLUCIÓN ESTELAR (P/308615)

Domingo A. García Hernández.

Ransel Barzaga Guzmán, Maren Brauner, Lucio Crivellari, Marco A. Gómez Muñoz, Teresa Huertas Roldán, Arturo Manchado Torres, Thomas Masseron y Olga M. Zamora Sánchez.

Colaboradores del IAC: Carlos Allende Prieto, Jorge García Rojas y Yeisson F. Martínez Osorio.

L. Stanghellini (NOAO, EEUU); E. Villaver (CAB); P. García Lario, (ESAC); G. García-Segura (UNAM, México); B. Plez (Univ. de Montpellier, Francia); A. Karakas (MoCA, Australia); M. Lugaro (Obs. Konkoly, Hungría); D. Lambert (Univ. Austin, Texas, EEUU); P. Ventura (INAF-OAR, Roma, Italia); F. Cataldo (Obs. de Catania, Italia); S. Kwok (British Columbia Univ. Vancouver, Canadá); S. Sadjadi (HKU, Hong-Kong); L. Bianchi (YHU, EEUU); K. Rao (IIA, India); M. Manteiga, C. Dafonte, R. Santoveña (CITIC-UDC); S. Cristallo, L. Piersanti (INAF-OAAB, Italia); S. Díaz-Tendero, M. Alcamí (UAM); J. Alcolea, J.J. Díaz-Luis, V. Bujarrabal (OAN).

Introducción

Las estrellas de masa baja e intermedia ($M < 8$ masas solares, M_{\odot}) representan la mayoría de estrellas en el Cosmos y terminan sus vidas en la Rama Asintótica de las Gigantes (AGB), justo antes de formar Nebulosas Planetarias (NPs), cuando experimentan procesos nucleosintéticos y moleculares complejos. Las estrellas AGB son importantes contribuyentes al enriquecimiento del Medio Interestelar, donde nacen nuevas estrellas y planetas (incluyendo nuestro propio Sistema Solar Temprano, SST) y a la evolución química de sistemas estelares como cúmulos globulares (CGs) y galaxias. En particular, las AGBs más masivas ($M > 4-5 M_{\odot}$) sintetizan (radio)isótopos muy diferentes de los formados por AGBs menos masivas y explosiones de supernova debido a los diferentes mecanismos de nucleosíntesis. Las estrellas evolucionadas en la fase de transición entre AGBs y NPs también forman diversos compuestos orgánicos como PAHs y nanoestructuras moleculares de fullereno y grafeno, siendo un maravilloso laboratorio astroquímico. Colaboraciones astronómicas punteras como SDSS-IV/APOGEE-2 y próximas instala-

ciones espaciales como el telescopio James Webb representan un paso fundamental para entender la nucleosíntesis y los procesos moleculares en estrellas evolucionadas. Se pretende explorar la nucleosíntesis de (radio)isótopos ligeros/pesados en estrellas AGB y como éstas contribuyen a la radioactividad del SST así como a la formación/evolución de CGs y galaxias. También se pretende entender el proceso de formación "top-down" de nanoestructuras moleculares de fullereno y grafeno en estrellas evolucionadas. Finalmente, se pretende realizar minería de datos obtenidos con el satélite Gaia, para estudiar la fase evolutiva AGB-NP, y además utilizar el telescopio espacial GALEX para descubrir estrellas binarias en NPs Galácticas.

Hitos

Durante 2022, se han publicado 22 artículos en revistas astronómicas internacionales con referee de alto impacto, así como 4 artículos en la revista de Química-Física FNCN.

Se ha demostrado que los metalofullerenos pueden estar presentes en objetos ricos en fullerenos y que el telescopio espacial James Webb tiene el potencial para detectar, por primera vez, estas especies complejas en el espacio.

Se ha concedido una Acción Europea COST ("Carbon molecular nanostructures in space"; NanoSpace, CA21126) liderada por el IAC con D.A. García-Hernández como coordinador. Es la primera vez que el IAC lidera este tipo de proyecto europeo.

Se participó en la publicación de los primeros datos públicos del telescopio James Webb en la nebulosa planetaria del Anillo del Sur.

Desarrollo y resultados

Durante 2022, se finalizó nuestra participación en la colaboración SDSS-IV/APOGEE-2, con la publicación del último data release (DR17), una decena de trabajos con datos de SDSS-IV/APOGEE-2 y se ha publicado el catálogo de valor añadido (VAC) que contiene las abundancias químicas de varios elementos pesados ricos en neutrones (Ce, Yb), el cociente isotópico $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$, etc. que no son obtenidos por la maquinaria estándar.

Nos han aceptado una Acción Europea COST ("Carbon molecular nanostructures in space"; NanoSpace, CA21126) liderada por D. A. García-Hernández y con más de 150 participantes de 45 países). Este proyecto de "networking" tiene la intención de comprender el proceso de formación de nanoestructuras de carbono

complejas (fullereno, grafeno y sus derivados) en el espacio a través de enfoques altamente multidisciplinarios que incluyen astronomía, astroquímica de laboratorio, ciencia de materiales y química cuántica, entre otros. El Proyecto comenzó oficialmente el 1 de noviembre de 2022 y tendrá una duración de 4 años, hasta finales de octubre de 2026. La puesta en marcha de este proyecto ha supuesto una gran carga de trabajo (primera reunión del comité de gestión, primera llamada para visitas de colaboración o STSMs, página web del Proyecto, redes sociales, así como la preparación de la primera reunión científica de la Acción).

Haciendo uso de los espectros en banda H de SDSS-IV/APOGEE-2, se han identificado ~80 nuevas estrellas de fósforo (P), multiplicando por seis el número previo de estrellas de P conocidas. Esta muestra nos ha permitido estudiar el patrón químico de este tipo de estrellas en una muestra significativa. Se tiene un artículo científico liderado por la estudiante del grupo Maren Brauner (Brauner et al.) listo para enviar a revista. Además, se empezó a trabajar con los datos ESO VLT/UVES en estrellas de fósforo con la intención de elucidar los progenitores de las enigmáticas estrellas ricas en fósforo.

Se comenzó a trabajar con los primeros datos del JWST en dos nebulosas planetarias (NGC 6720 y NGC 3132). Para una de ellas se publicó un artículo científico en la prestigiosa revista Nature Astronomy (De Marco et al. 2022).

Se han realizado las simulaciones teóricas mecano-cuánticas (y los correspondientes espectros infrarrojos) de 28 especies de metalofullerenos diferentes, exo y endo, cargados y neutros, con hasta 7 metales diferentes. Los resultados de este trabajo han dado lugar a una publicación (Barzaga et al. 2023), en la que se demuestra que estas especies pueden estar presentes en objetos ricos en fullerenos

y que el telescopio espacial James Webb tiene el potencial para detectar estas especies complejas en el espacio. Además, se ha empezado a preparar un segundo artículo donde los espectros infrarrojos simulados se harán públicos a la comunidad astrofísica.

Se trabajó en la preparación de varias propuestas de observación con el telescopio James Webb y que fueron enviadas en el Ciclo 2 (GO2).

Se ha comenzado el análisis de espectros UV desde el espacio (HST/STIS e IUE) en nebulosas planetarias ricas en fullerenos, con la intención de elucidar una posible conexión entre el bump UV y especies complejas relacionadas con los fullerenos.

Se realizaron observaciones adicionales en radio con el radiotelescopio de Yebes-40m para detectar especies basadas en fullerenos con alto momento dipolar a través de sus transiciones rotacionales. La estudiante del grupo T. Huertas-Roldán realizó una visita de trabajo al Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y se inició en el análisis de datos de radio y trabajó con las observaciones hasta ahora obtenidas con los radiotelescopios IRAM-30m y Yebes-40m.

En laboratorio se han publicado dos artículos sobre la carbonización de diferentes tipos de asfaltenos, un artículo sobre el procesado de asfaltenos de petróleo por el bombardeo de neutrones y otro artículo sobre la hidrogenación de $[\text{Li}@\text{C}_{60}]\text{PF}_6$. También se realizó la síntesis de aductos de fullereno C60-CN y se envió un artículo a revista (actualmente en proceso de revisión).

Se ha trabajado bastante (L. Crivellari) en la mejora de la precisión del algoritmo para la solución numérica de la ecuación de transporte monocromático.

PROPIEDADES FÍSICAS Y EVOLUCIÓN DE ESTRELLAS MASIVAS (P/309808)

Sergio Simón Díaz.

Abel de Burgos Sierra, Ricardo Dorda Laforet, Gabriel Gómez Velarde, Artemio Herrero Davo, Gonzalo Holgado Alijo, Daniel Lennon, Carlos Martínez Sebastián y Athira Ashokan Menon.

Colaboradores del IAC: Andrés Asensio Ramos, Cecilia Fariña, Yeisson F. Martínez Osorio, Pere L. Pallé Manzano y Jorge A. Pérez Prieto.

J. Puls (Univ. de Munich, Alemania); C. Evans (STSci, EEUU); M.A. Urbaneja (Univ. de Innsbruck, Austria); F. Najarro, M. García, J. Maíz Apellániz, M. Cerviño, J. Caballero, G. Holgado, L. Patrick, M. Lorenzo, R. Castellanos (CAB, Madrid); I. Negueruela, A. Marco, S. Rodríguez Berlanas, K. Rübke, D. de La Fuente (Univ. de Alicante); N. Langer (Univ. de Bonn, Alemania); N. Castro, C. Chiappini (Univ. de Postdam, Alemania); G. Maynet, S. Ekström (Univ. de Ginebra, Suiza); J. Arias (Univ. La Serena, Chile); R. Gamén, G. Ferrero (Univ. La Plata, Argentina); D. Calzetti (Univ. de Massachussets, EEUU); C. Aerts, D. Bowman, S. Burssens (Univ. Lovaina, Bélgica); J. Drew (Univ. Hertfordshire, Reino Unido); N. Wright (Univ. Keele, Reino Unido); F. Martins (Univ. Montpellier, Francia); E. Zari, M. Ramirez (MPIA, Heidelberg, Alemania).

Introducción

Las estrellas masivas son objetos claves para la Astrofísica. Estas estrellas nacen con más de 8 masas solares, lo que las condena a morir como Supernovas. Durante su rápida evolución liberan, a través de fuertes vientos estelares, gran cantidad de material procesado en su núcleo y, en determinadas fases evolutivas, emiten gran cantidad de radiación ionizante. Como consecuencia, las estrellas masivas juegan un papel fundamental en muchos aspectos de la evolución del Cosmos; ej., son uno de los motores principales de la evolución química y dinámica de las galaxias y han sido propuestas como agentes clave en la reionización del Universo. A lo largo de su evolución, se asocian con los objetos estelares más extremos (estrellas O y WR; supergigantes azules y rojas; variables luminosas azules; agujeros negros, estrellas de neutrones y magnetars; estrellas binarias masivas de rayos X y gamma). También son el origen de los GRBs de larga duración y están asociadas con las recientes

detecciones de ondas gravitacionales. Desde un punto de vista práctico, las estrellas masivas son valiosos indicadores de abundancias y distancias en galaxias externas, incluso más allá del Grupo Local. Además, la interpretación de la luz emitida por regiones HII y galaxias starburst se basa en nuestro conocimiento del efecto que produce la radiación ionizante emitida por las estrellas masivas en el medio interestelar.

Este Proyecto está enfocado a la búsqueda, observación y análisis de estrellas masivas en galaxias cercanas con la finalidad de proporcionar un marco empírico sólido que nos permita entender sus propiedades físicas en función de parámetros clave que gobiernan su evolución (tales como masa, rotación, metalicidad, pérdida de masa e interacción binaria). Para ello, el proyecto se basa en observaciones de gran calidad obtenidas con telescopios de los observatorios de Canarias y de la ESO, complementadas con otras observaciones de interés proporcionadas por misiones espaciales como Gaia, HST, IUE y TESS. Como una parte clave de este proyecto, observaciones espectroscópicas de estrellas masivas en distintos estados evolutivos y localizadas en entornos de diferente metalicidad son analizadas haciendo uso de la última generación de códigos de atmósfera estelar y herramientas de análisis espectroscópico cuantitativo optimizadas para estrellas masivas con la finalidad de extraer la mayor cantidad de información empírica posible sobre parámetros estelares y abundancias.

Las principales líneas activas en el Proyecto son:

- La observación y análisis de grandes muestras de estrellas OB en la Vía Láctea.
- La exploración de la población estelar masiva localizada en regiones oscurecidas de la Vía Láctea.
- La búsqueda, observación y análisis de estrellas masivas extragalácticas, poniendo un especial énfasis en galaxias de baja metalicidad.
- El desarrollo y uso de modelos de atmósfera, modelos atómicos y herramientas numéricas para el análisis de estrellas masivas.

Hitos

Estudiadas la rotación en una muestra de unas 300 estrellas galácticas de tipo O. Se detecta evidencia empírica clara de la no-existencia de un frenado de la superficie estelar a lo largo de la evolución de estrellas masivas en la secuencia principal. Una posible explicación

es la alta eficiencia de la transferencia de momento angular en el interior estelar.

Detectada e investigada la naturaleza evolutiva de una estrella supergigante B cerca de la asociación CygOB2. La estrella, que muestra una emisión extrema en Ha y una rotación anormalmente alta, parece estar en una fase intermedia entre las super- y las hipergigantes. Se encuentran también indicios de que se trata de un sistema binario.

Un censo de estrellas OBe en galaxia enanas de baja metalicidad revela una elevada fracción de rotadores extremos. El estudio, que usa datos UB, Gaia, Spitzer y HST, proporciona pistas interesantes para entender los canales de formación de estrellas OBe, así como su conexión con la población de GRBs de larga duración y SNe superluminosas en galaxias pobres en metales.

Investigado la estabilidad de periodos en una muestra de sistemas binarios O+O de bajo periodo intención de proporcionar restricciones empíricas a la fase de sobrecontacto en estrellas binarias masivas. Comparación con resultados teóricos indican que los sistemas investigados podrían ser el resultado de la evolución de sistemas binarios de mayor periodo inicial.

Desarrollo y resultados

Como viene siendo habitual en los últimos años, las actividades del Proyecto “Propiedades físicas y evolución de estrellas masivas” han estado focalizadas en varios frentes que han ido avanzando de manera paralela. Estos frentes incluyen tanto proyectos de investigación que son liderados desde el IAC, como la participación activa en varias colaboraciones internacionales.

IACOB

Los avances conseguidos dentro de este Proyecto han sido más que remarcables. A principios de año se publicó un artículo en el que se presentó una revisión de las velocidades de rotación en una muestra de más de 400 estrellas Galácticas de tipo O, la muestra más grande analizada espectroscópicamente hasta la fecha. Entre otras cosas, encontramos una fuerte evidencia empírica de que los mecanismos de transporte de momento angular en el interior de las estrellas con más de 15 masas solares pueden ser más eficientes que lo considerado por algunos modelos de evolución estelar tradicionalmente utilizados por la comunidad. Por otra parte, se consiguió completar la compilación de una muestra de más de 3000 espectros multiépoca de alta resolución de unas 500 estrellas supergigantes B

de la Vía Láctea. Dichas observaciones espectroscópicas, que están siendo complementadas con otros datos de distancia y variabilidad fotométrica proporcionados por las misiones espaciales Gaia y TESS, forman parte de la tesis de doctorado de uno de los estudiantes del grupo. El artículo sobre la descripción de las principales características de dicha muestra está prácticamente listo para ser enviado a la revista *Astronomy and Astrophysics (A&A)*. Así mismo, el análisis espectroscópico cuantitativo de la muestra completa está prácticamente finalizado gracias al trabajo realizado durante 2022. La finalización de dicho análisis abre la puerta a la publicación de otros dos artículos (esperados para 2023) en los que se pretende responder a preguntas abiertas sobre el estado evolutivos concreto de las supergigantes B. Finalmente, dentro del Proyecto IACOB, se ha trabajado en otros dos artículos. Uno recientemente aceptado en *A&A* sobre el estudio de una muestra de estrellas O de alta rotación, que ha permitido encontrar confirmación empírica de que dichas estrellas son el resultado de la evolución de sistemas binarios masivos en los que ha habido transferencia de masa. El otro, actualmente en proceso de arbitraje, investiga la proporción de sistemas binarios espectroscópicos en el dominio de las supergigantes B, teniendo en cuenta así mismo la posible identificación errónea de estrellas pulsantes como estrellas binarias.

WEAVE-SCIP

El grupo de estrellas masivas del IAC está jugando un papel fundamental dentro de la preparación y futura explotación de datos de estrellas OB dentro del survey WEAVE. Se esperaba tener acceso a los primeros datos de verificación científica durante 2022. Sin embargo, ciertos retrasos en la instalación y comisionado del instrumento WEAVE no han permitido que dichas observaciones se hayan realizado todavía. Sin embargo, aunque el pico de actividad dentro del Proyecto WEAVE-SCIP no ha llegado (como esperábamos) en 2022, las actividades de preparación del survey no han parado durante este año. En particular, el grupo ha estado a cargo de la implementación de dos propuestas de verificación científica y, en paralelo, hemos continuado nuestro trabajo en la mejora de las herramientas de análisis espectroscópico que serán utilizadas para la explotación científica de las observaciones de estrellas O y B dentro del survey WEAVE.

GES

El grupo de estrellas masivas también ha dedicado una importante fracción de su tiempo

a la participación activa dentro del Gaia-ESO survey (GES). En concreto, este año se ha conseguido avanzar de manera más que satisfactoria en la publicación de varios artículos sobre la muestra de estrellas masivas observada dentro de GES y, en particular, sobre la población masiva de la región de formación estelar de Carina, una de las regiones clave dentro del survey GES para entender las propiedades físicas y evolutivas de las estrellas masivas de la Vía Láctea. Con la publicación de estos artículos el grupo considera terminada su contribución principal dentro de GES, pasando a dedicar recursos y tiempo a la explotación científica WEAVE-SCIP.

Estrellas masivas extragalácticas

Se ha focalizado en dos frentes principales. Por una parte, la colaboración con el grupo de estrellas masivas del Centro de Astrobiología en el estudio de la población estelar masiva de la galaxia pobre en metales Sextans A y, por otra parte, la participación en la colaboración XShootU que se centra en el estudio de una muestra de estrellas masivas de las nubes de Magallanes para la que se han asegurado datos del HST (dentro del survey ULLYSES) y del espectrógrafo XShooter.

Estudios independientes en temas específicos

Se realizó un estudio espectroscópico detallado de una de las supergigantes de tipo B más luminosas detectadas en nuestra Galaxia, encontrando pistas empíricas que indicaban que podía tratarse además de un sistema binario. Se trabajó también en un artículo en el que se investigan las propiedades del clumping en una muestra de estrellas supergigantes OB de la Vía Láctea utilizando una serie de líneas de diagnóstico presentes en el rango óptico e infrarrojo.

Observaciones y desarrollo de herramientas

Se han creado varias redes de modelos con el código de atmósfera estelar FASTWIND utilizando los recursos CONDOR del IAC. Se han llevado a cabo 30 noches de observación (de un total de 60 concedidas dentro de un programa Largo CAT) con HERMES@Mercator1.2m y FIES@NOT2.56m. Se ha conseguido tiempo de observación (240h) con FEROS@MPIA2.2m en colaboración con colegas del MPIA/Heidelberg. Por último, se negoció con éxito la implementación de un nuevo sub-survey dentro del survey 4MIDABLE-LR que se dedicará a observar unas 20000 estrellas de tipo OB localizadas en el plano sur de la Vía Láctea, convirtiéndose en el complemento perfecto del survey WEAVE-SCIP.

Desarrollos teóricos

En 2022 se incorporó al grupo un nuevo miembro tras conseguir una Juan de la Cierva incorporación. Esta nueva incorporación está permitiendo al grupo extender su rango de experiencia y potencial al estudio teórico de la evolución de sistemas binarios de alta masa. Esperamos tener resultados que combinen estos estudios teóricos con datos empíricos obtenidos con el grupo dentro de los surveys mencionados arriba en los próximos años.

PRUEBAS OBSERVACIONALES DE LOS PROCESOS DE NUCLEOSÍNTESIS EN EL UNIVERSO (P/300423)

Garik Israelian Shatinyan.

Colaboradores del IAC: Jorge Casares Velázquez, Ramón J. García López, Jonay I. González Hernández y Rafael Rebolo López.

N. Santos, V. Adibekyan, E. Delgado, S. Sousa (CAUP, Portugal); M. Mayor (Univ. de Ginebra, Suiza); V. Lipunov (Univ. de Moscú, Rusia); M. Frolov (Imperial College, Londres, Reino Unido); R. Rees (LCS, Londres, Reino Unido).

Introducción

Recientemente se han llevado a cabo varios análisis espectroscópicos de estrellas con planetas. Uno de los resultados más relevantes ha sido descubrir que las estrellas con planetas son en promedio más metálicas que las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (Santos, Israelian & Mayor 2001, A&A, 373, 1019; 2004, A&A, 415, 1153). Existen dos hipótesis posibles para relacionar el exceso de metalicidad con la presencia de planetas. La primera es la del "autoenriquecimiento" que atribuye el origen de la sobreabundancia de metales observada en estrellas con planetas a la acreción sobre la estrella madre de grandes cantidades de material planetario rocoso, rico en metales y pobre en elementos como H y He. La hipótesis contraria es la principal y considera que el exceso de metales sea debido al alto contenido en metales de la nube protoplanetaria a partir de la cual se formó el sistema estrella-planeta.

Los elementos ligeros pueden proporcionar información valiosa sobre la mezcla, la difusión y la evolución del momento angular en estrellas con planetas, así como sobre la actividad estelar causada por la interacción con exoplanetas (Santos, Israelian, García López et al. 2004, A&A, 427, 1085; Israelian et al. 2004, A&A, 414, 601). Estudios sobre el Be, el litio y la razón isotópica $6\text{Li}/7\text{Li}$ podrían aportar pruebas para distinguir entre las diferentes teorías de formación planetaria (Sandquist et al. 2002, ApJ, 572, 1012). Israelian et al. encontraron evidencias de la caída de un planeta o de material protoplanetario sobre la estrella HD82943 (2001, Nature, 411, 163; 2003, A&A, 405, 753).

Si el "autoenriquecimiento" fuera el principal responsable del exceso de metalicidad de las estrellas con planetas, eso implicaría una so-

breabundancia relativa de elementos refractarios (Si, Mg, Ca, Ti, etc.) respecto a los volátiles (CNO, S y Zn). Se han llevado a cabo varios estudios espectroscópicos del hierro (Santos et al. 2001, A&A, 373, 1019; 2003, A&A, 398, 363; 2004, A&A, 415, 1153) y de otros elementos (Bodaghee et al 2003, A&A, 404, 715; Ecuivillon, Israelian, Santos et al. 2004, A&A, 418, 703; 2004, A&A, 426, 619; 2006, A&A, 445,633; 2006, A&A, 449, 809; Gilli, Israelian, Ecuivillon, et al. 2006, A&A, 449,723).

El análisis espectroscópico de estrellas ricas en metales también proporciona información valiosa sobre las tasas de eyección al medio interestelar de elementos químicos producidos por explosiones de supernova en los últimos 10.000 millones de años. Otro método alternativo para investigar los productos de las explosiones de supernova es el estudio de las estrellas compañeras de los sistemas binarios de rayos X.

Hitos

Detectadas por primera vez líneas espectrales de elementos pesados del tercer pico "R" Os y Ir en estrellas tipo sol. Los cálculos en espectros de estrellas eps Eri, beta Vir y HD22879 enseñan abundancias supersolares. Abundancias coinciden con la distribución escalada del proceso "r" del Sistema Solar dentro de los errores.

Se ha analizado la razón isotópica de Litio en espectros de muy alto signal-ruído y resolución obtenidos por ESPRESSO y PEPSI. Detectamos $\text{Li}6$ en estrellas HD102200 y HD106038.

Se han encontrado por lo menos 2 líneas sin identificación en la región de Li (6707.6 - 6708.2) en estrellas con temperaturas entre 4800 y 5400 K. Los espectros de ESPRESSO de del Eri y eps Eri fueron analizados con mucha precisión para destacar o confirmar líneas con EW menos de 1 mÅ.

Se ha terminado el análisis de las características orbitales y espectrales de 2 estrellas con "superflares" observados con HARPS-N durante 2018-2021. Los resultados enseñan una relación entre el periodo de secundarios (enanas marrones) y frecuencia de superfalares.

Desarrollo y resultados

Con el rápido avance de las ciencias de los exoplanetas, ahora es posible caracterizar no solo los parámetros fundamentales (masa y radio) de los planetas, sino también su estructura interior y su composición general. Se sabe que el primero influye en las condiciones de habitabilidad de los planetas terrestres, y el segun-

do en sí mismo es un aspecto clave para comprender los procesos de formación de planetas y el origen de su diversidad. Para evaluar con precisión la composición interna planetaria, la derivación de las abundancias químicas de las estrellas anfitrionas es de extrema importancia. En particular, las abundancias estelares de Fe, Si, Mg se proponen como las principales limitaciones para reducir la degeneración en los modelos de estructuras interiores de exoplanetas bajo el supuesto de una composición idéntica de estos elementos en los planetas rocosos y sus estrellas anfitrionas. Esta suposición de uso regular se basa en nuestro conocimiento de que las estrellas y los planetas se forman a partir de la misma nube primordial de gas y polvo. También está respaldado por nuestras observaciones del Sistema Solar por las que sabemos que la composición de los principales elementos formadores de rocas (como Mg, Si y Fe) en los meteoritos y planetas terrestres (con la excepción de Mercurio) es similar a la del Sol. Sin embargo, la evidencia observacional directa de la suposición antes mencionada para los exoplanetas está ausente. Al utilizar la muestra más grande posible de planetas de baja masa caracterizados con precisión y sus estrellas anfitrionas, mostramos que la composición de los bloques de construcción del planeta se correlaciona con las propiedades de los planetas rocosos.

También encontramos que, en promedio, la fracción de masa de hierro de los planetas es más alta que la de los valores primordiales, debido a la química del disco y los procesos de formación de planetas. Además, mostramos que las supertierras y los supermercurios parecen ser poblaciones distintas con composiciones diferentes, lo que implica diferencias en sus procesos de formación. Sugerimos que el impacto gigante por sí solo no es responsable de las altas densidades de los supermercurios.

Los espectros de alta calidad disponibles de las campañas ESPRESSO permiten realizar investigaciones espectrales profundas y detalladas de estrellas de tipo solar. Abren un nuevo camino en la jungla de espectros mezclados y complicados de estrellas frías. Esto permite investigar y detectar elementos químicos nunca antes detectados en el sol y otras estrellas de tipo solar. Utilizando herramientas de síntesis espectral hemos podido detectar líneas espectrales de varios elementos transuránicos. Somos capaces por primera vez delinear la evolución química galáctica de elementos como Os o Ir. Por el momento nuestras investigaciones se limitan a 30 estrellas en el rango de metalicidad de +0,1 a -0,7. Sin embargo, creemos que las observaciones de estrellas ricas en metales permitirán extender estos estudios al dominio de estrellas super ricas en metales.

El estudio de firmas espectrales más finas nos permite determinar parámetros estelares diferenciales precisos y encontrar objetos raros. Hemos examinado varios algoritmos de aprendizaje automático y profundo como Redes neuronales artificiales (ANN), Random Forest (RF) y Red neuronal convolucional (CNN) para clasificar los espectros estelares utilizando las bibliotecas espectrales (ejem. ELODIE, Jacoby Atlas) como muestras de entrenamiento. Hemos probado el rendimiento de las redes entrenadas en el Indo-U.S. Biblioteca de espectros estelares de Coude Feed. Estamos intentando utilizar las bibliotecas de HARPS-S y HIRES. Además, estamos aplicando el modelo entrenado para clasificar los espectros estelares recuperados de la base de varios bases de datos con $\text{SNR} > 50$.

LA VÍA LÁCTEA Y EL GRUPO LOCAL

EVOLUCIÓN GALÁCTICA EN EL GRUPO LOCAL (P/301204)

Matteo Monelli.

Elena Arjona Gálvez, José M. Arroyo Polonio, Giuseppina Battaglia, Salvador Cardona Barreo, Arianna Di Cintio, Emma Fernández Alvar, Carmen Gallart Gallart, Robert Grand, Manuel Sánchez Benavente y Guillaume Thomas.

Colaboradores del IAC: Christopher Brook e Ignacio Trujillo Cabrera.

T. Ruiz-Lara (Kapteyn Astronomical Inst., Países Bajos); N. Noël (Univ. de Surrey, Reino Unido); V. Hill (Obs. De la Cote d'Azur, Francia); S. Cassisi, G. Fiorentino, M. Dall'Ora, E. Pancino, D. Massari (INAF, Italia); C. Martínez Vazquez (Gemini, EEUU); M. Marengo (Univ. de Iowa EEUU); S. Taibi (AIP, Alemania), D. Nidever, K. Olsen (NOAO, EEUU), E. Tolstoy (Kapteyn Astronomical Inst., Países Bajos), R. Leaman (Univ. de Viena, Austria); P. Jablonka (EPFL, Rep. Checa); G. Bono (Univ. Tor Vergata, Roma, Italia); P. Stetson (DAO); F. Aguado Agelet (Univ. de Vigo); F. Surot (Chile); E. Vasiliev (IoA, Cambridge, Reino Unido); P. Pérez García (VIU).

Introducción

La formación y evolución de galaxias es un problema fundamental en Astrofísica. Su estudio requiere "viajar atrás en el tiempo", para lo cual hay dos enfoques complementarios. El más extendido consiste en analizar las propiedades de las galaxias a diferentes distancias cosmológicas. El equipo se concentra en el otro enfoque, denominado "Arqueología Galáctica". Se basa en la determinación de las propiedades de las galaxias a partir del estudio de sus estrellas individuales. Según su masa, las estrellas pueden vivir tanto como el propio Universo, y por tanto permiten estudiar, con un detalle exquisito, como han evolucionado las galaxias desde su formación hasta el momento actual. Esta disciplina es el principal motor de grandes proyectos, tanto observacionales (como Gaia, SDSS, WHT/WEAVE, LSST, VISTA/4MOST, DESI o E-ELT/HARMONI) como teóricos (como

las simulaciones cosmológicas Nihao, Magic y Auriga), en muchos de los cuales los miembros de nuestro equipo están involucrados. Esto asegura que la Arqueología Galáctica va a estar en un primer plano de la investigación astrofísica por mucho tiempo.

El objetivo es estudiar la formación y evolución de galaxias a partir de los ejemplos locales que pueden ser resueltos en estrellas y que, por lo tanto, pueden ser estudiados en un detalle imposible para galaxias más distantes. En particular, el Grupo Local y su entorno inmediato contiene unas 80 galaxias de diferentes tipos morfológicos. Entre ellas, las más grandes son galaxias espirales (la Vía Láctea, M31 y M33), una docena de ellas son de tipo irregular (LMC), o irregulares enanas, y el resto son esferoidales. Así, se pueden estudiar galaxias de diferentes tipos morfológicos en un gran rango de masas, desde espirales hasta las galaxias más pequeñas, que están incluso haciendo cuestionar el concepto de "galaxia".

Para este fin, se han usado los telescopios actuales y un conjunto de técnicas complementarias:

- Utilizando fotometría que llegue al turn-off viejo de la secuencia principal en el diagrama color-magnitud, es posible derivar su historia de formación estelar y caracterizar su evolución a lo largo de toda su vida.
- La espectroscopia de estrellas individuales añade información directa sobre la cinemática y las abundancias químicas de las diferentes poblaciones estelares.
- Para los objetos más cercanos, la astrometría precisa proporciona información sobre la distancia (y por lo tanto el brillo absoluto), el movimiento orbital, e incluso información 6-D completa.
- Las estrellas variables como RR Lyrae y Cepéidas aportan restricciones independientes sobre las edades y metalicidades de las poblaciones a las que pertenecen.

Estas observaciones proporcionan información muy valiosa con la que contrastar las predicciones de los modelos cosmológicos de formación y evolución de galaxias, que consi-

deran la influencia de un amplio abanico de procesos físicos.

Hitos

Se publicó un artículo de revisión invitado en la revista de alto impacto *Nature Astronomy* (Battaglia & Nipoti 2022), con la correspondiente nota de prensa del IAC.

En el marco del Proyecto SMASH encontramos una clara sincronidad en las historias de formación estelar de las Nubes de Magallanes, encontrando episodios de formación estelar parecidos en los últimos ~ 3.5 Gyr. Esto indica que las interacciones de marea han jugado un papel importante en la evolución de las dos galaxias.

Publicamos el descubrimiento de una nueva galaxia enana en el Grupo Local, posible satélite de M33 (Martínez-Delgado et al. 2022).

Usando datos del Proyecto Pristine, encontramos una corriente estelar generada por la destrucción de un cúmulo globular con una metalicidad inferior a la metalicidad a los otros cúmulos globulares. Esto ha sido publicado en un artículo de *Nature* (Martin, N et al. 2022).

En Thomas & Battaglia 2022, desarrollamos un nuevo método para determinar la distancia espectrofotométrica de alta precisión. A partir de ellos, extendimos el descubrimiento de la corriente estelar Cetus-Palca más de ~ 100 grados, y estimamos su masa en alrededor de $1.5e6 M_{\text{sun}}$.

Proporcionamos el primer estudio de la espiral de fase de Gaia utilizando simulaciones cosmológicas utilizando una nueva técnica de "Superestrellas" para la formación estelar (Grand+ 2022 MNRAS subm.).

Desarrollo y resultados

Se ha progresado sustancialmente en el proyecto iniciado en 2018 para obtener historias de formación estelar (HFEs) de diferentes componentes de la Vía Láctea (VL) utilizando datos de Gaia, mejorando todos los procedimientos involucrados (simulación de errores observacionales, determinación del enrojecimiento 3D, inclusión de nuevos modelos de evolución estelar en el programa de cálculo de diagramas sintéticos, algoritmo de determinación de historias de la formación estelar) para poder extender el estudio a mayores distancias del Sol y proporcionar una estimación más rigurosa de los errores en la HFE resultante. Se han realizado innumerables test para demostrar la fiabilidad y robustez de los resultados (por ejemplo, con el cambio de modelos de evolución estelar, o parámetros de partida

como la IMF y la fracción de binarias). Parte de estos test se realizaron en el contexto del TFM de J. Santos (ULL), centrado en la determinación de la HFE de un volumen de radio 100 pc alrededor del Sol. En el TFG de A. Rivero, así como durante su colaboración posterior con nosotros durante sus prácticas externas, establecimos el uso de diagramas color-magnitud de cúmulos abiertos para determinar la precisión con que somos capaces de datar eventos de formación estelar usando esta metodología. Se ha publicado un paper usando esta metodología (Ruiz-Lara et al. 2022). Además, hemos desarrollado una técnica para comparar los resultados obtenidos de la HFE con información de abundancias químicas obtenidas espectroscópicamente.

Se ha verificado con metalicidades espectroscópicas proporcionadas por Gaia DR3 que existe una extensión muy pobre en metales del disco delgado. Esto también se ha corroborado con otras surveys de alta resolución (APOGEE y Galah). Un artículo está en preparación. En colaboración con G. Battaglia se ha empezado un proyecto buscando gradientes químicos en galaxias enanas satélites de la Vía Láctea, obteniendo resultados preliminares que esperamos publicar a lo largo del próximo año.

Con respecto a la HFE de galaxias enanas, se ha publicado un paper del Proyecto SMASH (Survey of the Magellanic Stellar History), que muestra una interesante correlación entre las HFE de las Nubes Grande y Pequeña de Magallanes. Además, en el marco del TFM de P. Pérez García (VIU), se ha derivado la HFE de CVnI.

También se ha avanzado mucho en el proyecto centrado en estrellas variables. Se ha publicado un artículo de review sobre estrellas tipo RR Lyrae y Cefeidas Anómalas como trazantes de población en galaxias del Grupo Local. Además, se ha avanzado en el estudio de las poblaciones de estrellas variables en galaxias (Leo II, Draco, CVnI). Con respecto a la parte del proyecto centrada en estrellas de campo, se ha diseñado una pipeline semi-automática para la reducción y calibración de series temporales fotométricas. Ésta se está aplicando de forma sistemática a los datos UBVRI de estrellas RR Lyrae y Cefeidas observados en los últimos años con el Telescopio IAC-80. Se está realizando un trabajo adicional con una de las estrellas, una RR Lyrae de muy baja metalicidad, de las que tenemos también datos en los filtros Stroemgren. Para la parte del proyecto centrada en el trabajo preparatorio para la explotación de datos LSST, se ha creado una

librería de templates de curvas de luz en las bandas sloan como parte.

En el marco de la tesis doctoral de F. Aguado, se ha avanzado con el desarrollo de software para la determinación de la edad de los cúmulos globulares. Se ha participado en el descubrimiento de una galaxia del Grupo Local.

Se ha publicado un artículo sobre los gradientes de metalicidad predichos para galaxias ultradifusas en simulaciones NIHAO (Cardona-Barrero+2023); se investigó la robustez de la anticorrelación propuesta en la literatura entre la densidad central del halo de materia oscura de las galaxias esferoidales enanas clásicas de la Vía Láctea y sus distancias pericéntricas, para diferentes conjuntos de determinaciones de estas cantidades (Cardona-Barrero et al. enviado). G. Battaglia revisó la selección de objetivos para las galaxias esferoidales enanas y RR Lyrae que se observarán en WEAVE según los datos de Gaia eDR3/DR3, y participó en la selección de targets para el survey 4DWARFS.

Se llevó a cabo un análisis de la población de estrellas binarias en la galaxia enana Sculptor y se revisaron las determinaciones disponibles en la literatura para otras galaxias enanas, y se proporcionaron predicciones sobre lo que se puede lograr con WEAVE; se está preparando un borrador de artículo.

Se finalizó el artículo de revisión invitado sobre la dinámica estelar y las propiedades del halo de materia oscura de las galaxias enanas del Grupo Local (Battaglia & Nipoti, 2022, NatAs).

Se mostró que la forma y la morfología del recientemente medido “Exceso del Centro Galáctico” en perfil de brillo superficial de rayos gamma coincide con el perfil de aniquilación predicho por una de las simulaciones de la Vía Láctea de mayor resolución en el mundo. Esto sugiere fuertemente que Fermi-LAT ha detectado indirectamente materia oscura. Se usaron estos resultados para derivar un fuerte límite superior en el “factor de física de partículas” para la aniquilación de materia oscura, C , que abarca tanto la sección transversal de aniquilación como la masa de la partícula de materia oscura: $C < 1.2 \times 10^{16} \text{ MeV cm}^3 \text{ s}^{-1} \text{ g}^{-2}$ (Grand & White 2022).

Se usaron simulaciones para predecir que un evento de fusión similar a Kraken en la Vía Láctea primitiva sería químicamente indistinguible de la población de estrellas viejas formada in situ, lo que sugiere que las estrellas “Kraken” podrían ser parte del componente Aurora formada in situ y recientemente identificada, y no un evento de acreción diferente. Se ha hecho una nueva predicción contrasta-

ble para probar si Kraken es real: un estallido de formación estelar con dos eventos separados por aproximadamente 2 Gyrs se podrán identificar en las surveys futuras.

Se realizó una simulación piloto utilizando nuestra novedosa técnica “Superstars” para alcanzar una muy alta resolución estelar en el halo de una galaxia con masa parecida a la de la Vía Láctea. Se usó esta simulación para analizar las características dinámicas recién resueltas y observadas en la Vía Láctea, específicamente el “Gaia Snail Shell”, y se proporcionó una nueva explicación fenomenológica de su origen relacionado con un cambio en el halo de materia oscura inducido por una galaxia enana similar a Sagittarius.

Se ejecutó un conjunto de simulaciones para 12 galaxias enanas utilizando los modelos de formación de galaxias AURIGA. Cada galaxia se ejecutó dos veces, una con el modelo completo de formación de galaxias y otra sin agujero negro, para aislar los efectos de la retroalimentación del AGN. Los resultados preliminares muestran una fuerte dependencia entre la formación estelar y la masa del agujero negro, lo que sugiere que la retroalimentación AGN podría tener un impacto en la evolución de las galaxias enanas.

Se ha desarrollado un nuevo código (Gasolina) en un nuevo servidor en ULL/IAC. Se han asegurado las condiciones iniciales que se utilizarán para realizar las simulaciones, concretamente en el marco de una cosmología PLANK, con una resolución de 2048^3 partículas en una caja de 2 Mpc que rodea la Vía Láctea. Se contrató un investigador postdoctoral para ejecutar y codificar simulaciones de grupos parecidos al Grupo Local, incluyendo a la retroalimentación por agujero negro central.

Se publicó un artículo en el que desarrollamos un nuevo método para medir distancias espectrofotométricas. Éstas se han utilizado para identificar la corriente de estrellas Cetus-Palca en más de 100 grados y para analizar las características de su progenitor (Thomas & Battaglia 2022).

Se analizaron los límites de detección de galaxias enanas que se pueden recuperar con métodos de detección automáticos en el marco del proyecto PAndAS, centrado en observar el halo estelar de M31 (Doliva-Dolinsky et al. 2022). Con este fin, se inyectaron galaxias artificiales realistas a las imágenes observadas para comprobar cuáles son las características de las galaxias que se pueden recuperar con estos métodos de detección. Descubrimos que la fracción de recuperación varía mucho

en función de la ubicación espacial de las galaxias enanas.

Se modificó el código de simulación Ramses para incluir por primera vez la dinámica de la materia oscura dipolar en simulaciones de N-cuerpos (Stahl et al. 2022). Como primera aplicación de este código, se comprobó que se recupera una configuración de equilibrio que había sido encontrada analíticamente, y en particular la inestabilidad dinámica que alberga este tipo de materia oscura.

Finalmente, se destaca que fuimos anfitriones de varios visitantes de FJS y SO (E. Vasiliev, V. Hill, S. Cassisi, D. Kawata, G. Fiorentino).

VIA LÁCTEA Y GALAXIAS CERCANAS (P/309403)

Martín López Corredoria.

Antonio Aparicio Juan, Antonio L. Cabrera Lavers, Nieves D. Castro Rodríguez, Zofia Chrobakova, Francisco Garzón López, Carlos M. Gutiérrez De la Cruz, Terence John Mahoney, Alberto M. Martínez García y Alina Streblyanska.

Colaboradores del IAC: Carlos Allende Prieto y Matteo Monelli.

S. Hidalgo (IACTEC), E. Valenti, F. Surot, P.L. Hammersley (ESO, Garching, Alemania); S. Cassisi, A. Pietrinferni (INAF-Téramo, Italia); E. Kirby, T. Mineikis (Univ. California, Irvine, EEUU); G. Piotto (Univ. Padua, Italia); M. Robberto, L. Pueyo, A. del Pino (STScI, EEUU); G.M. Strampelli (Johns Hopkins Univ., EEUU); E. Skillman (Univ. de Minnesota, EEUU); H. Wang, F. Sylos Lanini (Enrico Fermi Center, Roma, Italia).

Introducción

El objetivo general del Proyecto es el estudio de la morfología, poblaciones estelares, cinemática y dinámica (incluyendo formación y evolución) de la Vía Láctea y sus galaxias satélites u otras del Grupo Local. El Proyecto se divide en tres líneas principales:

Estructura de la Vía Láctea y galaxias cercanas

El estudio detallado de la morfología pretende proveer una base de datos de distribución estelar en las regiones más alejadas y extintas de nuestra Galaxia o en otras galaxias. Se hace uso de la combinación de datos propios con los catálogos públicos fotométricos (UKIDSS, VISTA-VVV en infrarrojo cercano o SDSS) o espectroscópicos (SDSS-APOGEE en infrarrojo cercano, LAMOST). El grupo de investigación se ha integrado también en el nodo español de "Gaia" con la idea de orientar parte del trabajo en el aprovechamiento científico de los datos fotométricos y astrométricos del cartografiado más importante para estudios de la Galaxia: la misión Gaia. Se cuenta con información detallada de la distribución estelar de las poblaciones dominantes en una amplia zona de cielo, abarcando diferentes componentes estructurales en la Vía Láctea: bulbo triaxial, barra larga, disco, brazos espirales, halo. Las componentes de gas y polvo son también objeto de estudio en infrarrojo, o en microondas (estudios de contaminación galáctica al Fondo Cósmico de Microondas, por ejemplo, con datos de Planck).

Poblaciones estelares y formación y evolución estelar

Por medio del estudio de poblaciones estelares resueltas, tanto a partir de fotometría como espectroscopia, y con herramientas propias de librerías de evolución estelar, se pretende determinar las historias de la formación estelar detalladas y extendidas a toda la historia evolutiva de las galaxias con objeto de determinar el grado de importancia que los procesos cosmológicos (tales como la reionización o self-shielding) o locales (barrido de gas por supernovas, fuerzas de marea, migración estelar) tuvieron en su formación. También se estudian los cúmulos globulares, que albergan más de una población estelar de diferente composición química según muestran observaciones fotométricas usando el HST.

Estudios dinámicos y de formación y evolución de componentes galácticos

Los análisis cinemáticos y dinámicos pretenden hacer entender el origen de las estructuras observadas y su evolución temporal. Los mapas de velocidades de la Vía Láctea (obtenidos con datos de Gaia y complementados con datos espectroscópicos que permiten una mejor determinación de velocidades radiales, o para separar poblaciones con distintas edades o metalicidades) pueden ajustarse con distintos escenarios teóricos para determinar si la Vía Láctea está en equilibrio o no, el origen de su alabeo, etc. En otras galaxias, las historias cinemáticas se pueden conectar con las de formación estelar para avanzar en la comprensión del escenario evolutivo de este tipo de galaxias y del Grupo Local.

Desarrollo y resultados

Publicación de un artículo (Chrobáková et al. 2022, A&A, 664, A58) con datos de Gaia-EDR3 de la estructura del disco externo de la Vía Láctea con su ensanchamiento (flare) y alabeo (warp).

Publicación de un artículo (Chrobáková et al. 2022, A&A, 666, L13), que analiza la morfología del bulbo de la Vía Láctea en regiones lejanas al plano galáctico, haciendo uso de la última versión del catálogo de estrellas variables tipo Miras del cartografiado OGLE-IV.

Publicación de un artículo (Libralato et al. 2022, ApJ, 934, 150) sobre la cinemática en cúmulos globulares galácticos, con datos del telescopio espacial HST.

Otras publicaciones: se han escrito otros artículos (Ver PUBLICACIONES CIENTÍFICAS).

Desarrollos instrumentales: en particular en relación con la operatividad del telescopio GTC y su instrumento EMIR (F. Garzón, A. Cabrera-Lavers, N. Castro Rodríguez, A. Streblyanska), y la planificación de un nuevo telescopio robótico de 4 m. (C.M. Gutiérrez).

En colaboración con investigadores en Italia (F. Sylos-Labini, H. Wang), análisis de datos cinemáticos de Gaia-DR3 del disco externo de la Vía Láctea, incluyendo el cálculo de la curva de rotación hasta $R=27$ kpc utilizando la ecuación de Jeans. H. Wang visita el IAC durante una semana.

FORMACION Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS

ACTIVIDAD NUCLEAR EN GALAXIAS: UNA PERSPECTIVA 3D DEL NÚCLEO Y SU ENTORNO (P/301404)

Cristina D. Ramos Almeida.

José A. Acosta Pulido, Anelise Audibert, Patricia Bessiera, Pedro Cezar Remiao de Macedo, Donaji Esparza Arredondo, Anna Ferré Mateu, Begoña García Lorenzo, Adriana D. Lorenzo-Cáceres Rodríguez, Evencio Medavilla Gradolph, Giovanna Speranza y Natacha Zanon Dametto.

Colaboradores del IAC: Andrés Asensio Ramos, John E. Beckman Abramson, Julio A. Castro Almazán, Sebastián Comeron Limbourg, Jesús Falcón Barroso, Ignacio A. Ferreras Páez, Johan H. Knapen Koelstra, Ignacio Martín Navarro y María J. Martínez González.

S. García Burrillo (Obs. Astronómico Nacional); A. Alonso Herrero (Centro de Astrobiología); C. Tadhunter (Univ. de Sheffield, Reino Unido); M. Bischetti (INAF, Trieste, Italia); M. Brusa (Univ. de Bolonia, Italia); A. García Bernete, D. Rigopoulou N. Thatte (Univ. de Oxford, Reino Unido); C. Packham (Univ. de Texas, EEUU); R. López (IEEC, Univ. de Barcelona); S.F. Sánchez, J. Barrera Ballesteros (UNAM, México); S. Arribas (CAB-CSIC); E. López Rodríguez (KIPAC, Univ. de Stanford, EEUU); M. Ward (Univ. de Durham, Reino Unido); N. Levenson (STScI); O. González Martín (IRyA, UAM, México); C. Ciccone (Univ. de Oslo, Noruega); B. Villarroel (NORDITA); I. Márquez Pérez, J. Masegosa, S. Cazzoli, B. Agis González (IAA).

Introducción

El grupo puede dividirse en dos líneas principales de investigación.

En primer lugar, el estudio de los vientos producidos por cuásares luminosos oscurecidos y del impacto que estos tienen en sus galaxias anfitrionas (retroalimentación del AGN). Como parte de este proyecto, denominado QSOFEED (<http://research.iac.es/galeria/cra/>)

hemos obtenido observaciones infrarrojas y ópticas con los instrumentos del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) CanariCam, EMIR y MEGARA, así como datos de ALMA en el rango milimétrico. Parte de esta investigación la realizamos en el marco de la Innovative Training Network BID4BEST, del programa H2020. El grupo está también fuertemente involucrado en la colaboración internacional GATOS (Galactic Activity, Torus and Outflow Survey), creada con el objetivo de caracterizar la cinemática del gas y el material que oscurece el núcleo de galaxias activas cercanas haciendo uso de datos de ALMA y del JWST.

En segundo lugar, nuestra actividad se centra en la aplicación de la espectroscopia de campo integral al estudio de objetos extensos tales como galaxias con formación estelar o galaxias activas para investigar el encendido de ambos fenómenos. Asimismo, contribuimos al desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas de análisis de datos relacionadas con la espectroscopia 3D. En particular, participamos en el desarrollo del espectrógrafo de campo integral de alta resolución HARMONI (<https://www.iac.es/en/projects/harmoni>), uno de los

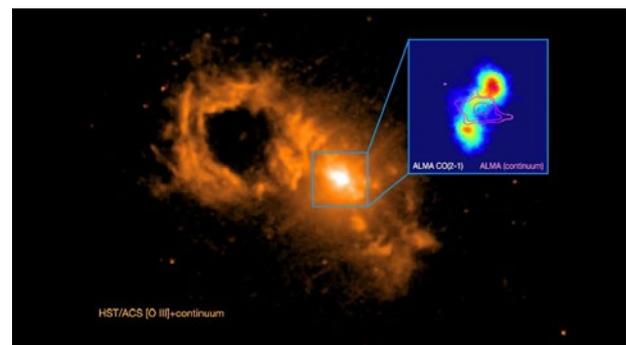


Imagen combinada a partir de datos de ALMA y HST/ACS del cuásar de tipo 2 J1430+1339 (The Teacup). Gracias a ALMA hemos podido investigar la distribución y cinemática del gas molecular frío, en este caso a través de la línea de CO(2-1) en los 3.5 kpc centrales del cuásar con una resolución de 0.2 arcsec (320 pc). Estos datos nos muestran como el gas molecular está siendo estirado en la dirección perpendicular a la emisión de radio (contornos en rosa), mostrando una morfología completamente distinta a la observada en gas ionizado. La retroalimentación del AGN, en forma de vientos y/o jets de radio, está modificando la distribución del gas molecular en la región central de éste y otros cuásares estudiados en Ramos Almeida et al. (2022).

instrumentos de primera luz del Extremely Large Telescope de la ESO.

Hitos

La financiación externa conseguida por C. Ramos Almeida (452.000 euros) y B. García Lorenzo (1.685.000 €) en el marco de este Proyecto asciende a 2.137.000 €. Estos fondos sólo incluyen aquellos proyectos cuya fecha de inicio es 2020 y posterior, y la mayor parte de ellos se destina a la contratación de nuevo personal científico y técnico.

Publicación de dos de los primeros trabajos basados en datos de JWST MIRI/MRS en el marco de la colaboración GATOS (Pereira-Santaella et al. 2022; García-Bernete et al. 2022). La colaboración GATOS también obtuvo dos propuestas aprobadas en el Ciclo 1 del JWST.

Publicación de los primeros trabajos del Proyecto QSOFEED (Ramos Almeida et al. 2022, 2023; Bessiere & Ramos Almeida 2022; Speranza et al. 2022; Pierce et al. 2022). El objetivo de los mismos es cuantificar el impacto de la retroalimentación del AGN en las galaxias.

I. del Moral Castro defendió su tesis doctoral, "A 3D view of AGN triggering" en febrero de 2022. K. Hervella Seoane y M. Coloma Puga defendieron sus TFM's en julio de 2022. D. Esparza Arredondo y A. Audibert consiguieron sendos contratos Juan de la Cierva.

B. García Lorenzo, A. de Lorenzo-Cáceres, N. Dametto Zanon y D. Esparza Arredondo supervisaron tres becarios de verano durante 2022. D. Esparza-Arredondo, B. García Lorenzo y J. A. Acosta-Pulido, han desarrollado una técnica para separar la contribución del AGN y su galaxia anfitriona en datos IFU limitados por seeing.

C. Ramos Almeida impartió una charla de revisión invitada en el congreso IR 2022, celebrado de manera virtual en febrero de 2022. El título de la charla es "From the ground to space: an infrared view of active galactic nuclei".

Desarrollo y resultados

I. del Moral Castro defendió su tesis doctoral, titulada "A 3D view of AGN triggering", en febrero de 2022. Como fruto de la colaboración con J. Angthopo (UCL) e I. Ferreras (IAC/UCL) se ha publicado un artículo (Angthopo, del Moral-Castro et al. 2022) sobre las poblaciones estelares de las galaxias activas y no activas estudiadas en de I. del Moral-Castro et al. (2020). En dicho trabajo se encuentra que las galaxias activas tienen poblaciones estelares más viejas y metálicas que las de sus gemelas no activas.

En el marco de la colaboración GATOS (Galactic Activity, Torus and Outflow Survey) se aceptaron para su publicación dos Letters basadas en los primeros datos públicos de JWST/MIRI MRS. Estos datos espectroscópicos de campo de integral en el infrarrojo medio han permitido estudiar, por un lado, la interacción entre el radio jet y el gas ionizado y molecular en la galaxia Seyfert NGC 7319 (Pereira-Santaella et al. 2022) y, por otro lado, la influencia de la actividad nuclear en las bandas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs, por sus siglas en inglés), generalmente usadas como trazadores de la formación estelar (García-Bernete et al. 2022). Estos dos trabajos son los primeros publicados con datos del MRS de MIRI. La colaboración GATOS obtuvo dos propuestas en el Ciclo 1 del JWST, una de ellas liderada por T. Shimizu (Closing in on the Launching Sites of AGN Outflows, 1670) y otra por D. Rosario (Dust in the Wind: Testing a New Paradigm for the Nature of AGN Feedback, 2064). Los datos de imagen ya están disponibles para toda la colaboración y con ellos se avanzará en el estudio de las regiones centrales de AGN cercanos. D. Esparza Arredondo se unió a GATOS en septiembre de 2022.

Durante 2022 hemos publicado varios trabajos en el marco del Proyecto QSOFEED (<http://research.iac.es/galeria/cra/qsofeed/>). En Speranza et al. (2022) se ha presentado un estudio de la cinemática del gas ionizado y molecular templado del cuásar J0945, haciendo uso de datos de Gemini/NIFS. En Bessiere & Ramos (2022) se ha llevado a cabo un análisis de las poblaciones estelares del cuásar J1034, haciendo uso de datos ópticos del Telescopio Keck, y se ha concluido que el viento ionizado producido por el núcleo activo, que es coplanar con el disco de la galaxia, está promoviendo la formación estelar en uno de los dos lados de la galaxia, e inhibiéndola en el otro. Este resultado evidencia la necesidad de realizar estudios espacialmente resueltos de poblaciones estelares y cinemática del gas para entender el impacto de la retroalimentación del AGN en las galaxias anfitrionas. Por último, en C. Ramos Almeida et al. (2022) se ha analizado la morfología y cinemática del gas molecular frío de una muestra de 7 cuásares haciendo uso de datos del interferómetro ALMA en el rango milimétrico. El resultado principal que se encuentra es que los vientos moleculares tienen extensiones y velocidades moderadas, pero a pesar de ello están modificando la distribución del gas molecular frío en el kpc central de las galaxias.

También en el marco del Proyecto QSOFEED, A. Audibert ha liderado el análisis de las obser-

vaciones de ALMA en CO(2-1) y CO(3-2) de una submuestra de 4 cuásares. En particular, se ha centrado en el estudio del cuásar conocido como Teacup, que presenta un jet compacto de radio casi coplanar con el disco de CO. Encontramos una mayor dispersión de velocidades y cociente CO(3-2)/CO(2-1) en la dirección perpendicular al jet, indicativas de la presencia de gas denso y caliente probablemente excitado por la expansión lateral que produce dicho jet. Se ha iniciado una colaboración con simuladores de modelos hidrodinámicos de chorros relativistas que se propagan en discos de galaxias para comparar las principales características observacionales del Teacup con las predicciones de las simulaciones. C. Ramos Almeida y A. Audibert solicitaron tiempo en el ciclo 9 de ALMA, pero la propuesta no obtuvo tiempo. A. Audibert lideró un artículo sobre el contenido de gas molecular en radio galaxias y su evolución con el desplazamiento al rojo (Audibert et al. 2022). Se ha completado el análisis de datos espectroscópicos obtenidos GTC/CanariCam del cuásar Mrk477. Este trabajo ha sido recientemente aceptado para su publicación en A&A letters (Ramos Almeida, Esparza-Arredondo et al. 2023). Los resultados muestran que incluso las moléculas neutras más resistentes que dan lugar principalmente a la banda de PAH de 11.3 μm , se destruyen en las proximidades de núcleos activos muy luminosos.

En marzo de 2020 arrancó la Innovative Training Network (H2020-ITN-2019) Big Data applications for Black hole Evolution Studies (BID4BEST), de la cual C. Ramos Almeida es la IP en el IAC. La participación en esta ITN ha supuesto 250.000 euros para el centro, parte de los cuales se han destinado a la contratación de la estudiante de doctorado G. Speranza que ha publicado los resultados del análisis de datos infrarrojos descritos en el punto 3 (Speranza et al. 2022) y ha conseguido nuevos datos de Gemini/NIFS como IP de una propuesta en 2023A. También ha estado trabajando en el análisis de nuevos datos de cinco cuásares observados con GTC/MEGARA, y ha realizado una estancia virtual de tres meses con la compañía PreWarp, y una de un mes con Nature Astronomy.

J.A. Acosta-Pulido y C. Ramos Almeida han trabajado en la reducción de espectros de rendija larga de la muestra QSOFEED obtenidos con GTC/EMIR. Los espectros fueron obtenidos en la banda K (en torno a 2 micras) y han sido reducidos y analizados por el estudiante de máster M. Coloma Puga (ULL). En paralelo, la estudiante de máster K. Hervella Seoane (ULL), también bajo la supervisión de C. Ra-

mos Almeida y J.A. Acosta Pulido, ha analizado la cinemática del gas ionizado en una muestra de 20 QSO2s a redshift=0.3-0.4 con el objetivo de buscar correlaciones con las morfologías y poblaciones estelares de las galaxias anfitrionas, las cuales fueron publicadas en Bessiere et al. (2017). Ambos estudiantes de máster defendieron sus trabajos en julio de 2022 con calificaciones de Sobresaliente (M. Coloma Puga) y Matrícula de Honor (K. Hervella Seoane). Ambos han asistido durante 2022 a las reuniones del grupo, y K. Hervella Seoane impartió una charla en el Día de Nuestra Ciencia.

Con el objetivo de determinar cómo se formaron los centros de galaxias similares a nuestra Vía Láctea, se ha llevado a cabo el análisis de las poblaciones estelares de los bulbos de las galaxias del programa ITP BEARD (Bulgeless Evolution And the Rise of Discs. IP: J. Méndez-Abreu, bajo la coordinación de J. Méndez-Abreu y A. de Lorenzo-Cáceres a través del Proyecto CoBEARD). Este Proyecto se ha desarrollado en colaboración con el estudiante de máster A. Pérez Martín. Además, se ha concluido el estudio de las estructuras estelares, separadas mediante descomposición espectrofotométrica con el código C2D (Méndez-Abreu, de Lorenzo-Cáceres, Sánchez 2021) de una muestra de galaxias bulbo+disco. Como resultado, hay dos artículos en preparación.

A. Ferré Mateu ha impartido varias charlas en congresos internacionales presentando los resultados de la búsqueda de AGN en galaxias compactas. Junto a M. Mezcuca (ICE) ha supervisado un TFG basado en la detección de líneas coronales en galaxias compactas y enanas.

Con el objetivo de comparar parámetros cinemáticos de la componente estelar y gaseosa en galaxias activas con y sin barra, N. Zanon Dametto seleccionó una pequeña muestra de galaxias activas observadas con MUSE cubriendo un campo superior a 2 veces el radio efectivo de cada objeto. N. Zanon Dametto se ha familiarizado con varios códigos de análisis cinemático, como por ejemplo Xuuksoot (López-Cóba et al. 2021; Galpak, Bouché et al. 2015) para aplicarlos al análisis de los campos de velocidad estelar y del gas ionizado de las galaxias seleccionadas.

D. Esparza-Arredondo, en colaboración con otros miembros del grupo, ha trabajado en el desarrollo de una técnica para separar la contribución del AGN y su galaxia anfitriona en datos limitados por seeing obtenidos con el espectrógrafo de campo integral MUSE. Se ha realizado el análisis de multitud de obje-

tos puntuales en los campos de AGN de tipo 1 para verificar que la variación del comportamiento de la PSF con la longitud de onda queda bien descrita por modelos de turbulencia atmosférica. Esta verificación ha permitido la obtención analítica del AGN aislado en 3D para sustraerlo posteriormente de las observaciones y recuperar la galaxia huésped. Se ha comenzado a escribir el borrador de un artículo donde se presenta la técnica y el resultado de aplicarla al caso de la galaxia Seyfert 1.5 Mrk926. Además, D. Esparza-Arredondo ha realizado el ajuste simultáneo de datos de rayos X e infrarrojos en una muestra de AGN cercanos, trabajo que ha sido presentado en varios congresos.

El becario de verano A. Pérez Martín, bajo la supervisión de B. García-Lorenzo y D. Esparza-Arredondo, verificó la utilidad del método de SIMilaridad estructural (SSIM; Wang et al. 2004), para la identificación y cuantificación de similitudes morfológicas entre galaxias. El objetivo perseguido es poder identificar galaxias gemelas que sólo difieran en tipo nuclear de forma automática, asignando un índice de similitud. Los resultados de este proyecto de verano indican que, de los tres valores que componen el índice SSIM, la luminosidad es el que realmente determina las diferencias estructurales entre imágenes de galaxias, y sería el índice que nos permite identificar galaxias gemelas y cuantificar su grado de similitud.

El becario de verano R. Goldgruber, bajo la supervisión de A. de Lorenzo-Cáceres y B. García-Lorenzo, se familiarizó con el algoritmo GASP2D para el análisis estructural de galaxias. En concreto, aplicó este código al análisis de imágenes SDSS en banda ancha y a imágenes en filtros equivalentes obtenidas de datos de MUSE para tres galaxias Seyfert.

La becaria de verano A. Casasbuenas Corral, bajo la supervisión de B. García-Lorenzo y N.

Zanon Dametto, adaptó un código en IDL, capaz de estimar el centro cinemático de galaxias de CALIFA a partir de gradientes de velocidad, a Python. Se calcularon las posiciones de los centros cinemáticos para todas las galaxias disponibles en MaNGA, tanto para las estrellas como para el gas ionizado. Los resultados muestran que el 3% de las galaxias analizadas muestran un claro desplazamiento entre el centro cinemático de las estrellas y el núcleo óptico, mientras que el porcentaje aumenta al 10% cuando se compara la posición del núcleo óptico con la del centro cinemático del gas ionizado.

La estudiante del grado de Matemáticas de la ULL, C. Benítez García, que comenzó sus prácticas académicas bajo la supervisión de B. García-Lorenzo en noviembre de 2022, ha clasificado morfológicamente los gradientes de velocidad del gas y las estrellas de 3000 galaxias observadas con MaNGA.

Desde 2020, B. García-Lorenzo y J. Castro-Almazán participan en el grupo de trabajo "Astro-weather", vinculado al programa científico del Telescopio ELT en ESO, cuyo objetivo principal es mejorar diversos aspectos críticos que son necesarios para que el ELT haga ciencia transformadora y para que el telescopio y los instrumentos funcionen sin problemas. Durante 2022 se realizaron diversas reuniones y discusiones de este grupo y se completó el informe sobre la instrumentación adecuada para la monitorización de las condiciones astro-climáticas de apoyo a las observaciones del Telescopio ELT.

B. García-Lorenzo obtuvo fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), a través de un acuerdo entre el Ministerio de Ciencia e Innovación y ESO, destinados a reforzar los recursos de ingeniería correspondientes a la participación del IAC en el instrumento HARMONI para el Telescopio ELT.

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

Claudio Dalla Vecchia.

Isaac Alonso Asensio, Elena Arjona Gálvez, Christopher Brook, Salvador Cardona Barreo, Pablo D. Contreras Guerra, Arianna Di Cintio, Mónica Hernández Sánchez, Alex Massaro Acha, Andrea Negri y Jorge M. Sarrato Alos.

Colaboradores del IAC: Andrés Balaguera Antolínez, Guiseppina Battaglia, Emma Fernández Alvar, Ignacio A. Ferreras Páez, Carme Gallart Gallart, Robert Grand, Mark Hertas-Portocarrocero Company, Francisco S. Kitaura Joyanes, Johan H. Knapen Koelstra, José A. López Aguerri, Jorge Martín Camalich, Jorge F. Sánchez Almeida e Ignacio Trujillo Cabrera.

S. Khochfar (RoE, Edinburgh, Reino Unido); J. Schaye, Y. Bahé (Obs. de Leiden, Países Bajos); G. Yepes, A. Knebe (UAM); D. Kawata (Univ. College London, Reino Unido); B. Gibson (Univ. de Hull, Reino Unido); A. Dekel (Univ. Hebrew, Israel); A. Macció (New York Univ., Abu Dhabi, Emiratos Árabes); H. Yashima (Tohoku Univ. Japón); R. Davé (Royal Obs., Edimburgo, Reino Unido); M. Benito, J. Nevalainen (Tartu Univ. Estonia).

Introducción

Cómo se formaron y evolucionaron las galaxias a lo largo del tiempo cósmico es una de las preguntas clave de la astronomía y la astrofísica modernas. Las escalas cosmológicas de tiempo y longitud son tan grandes que la evolución de las galaxias individuales no puede observarse directamente. Solo a través de simulaciones numéricas se puede seguir el surgimiento de estructuras cósmicas dentro del paradigma cosmológico actual.

Los principales procesos físicos en la formación y evolución de galaxias son la gravedad, la hidrodinámica, el enfriamiento de gases, la formación estelar, la evolución estelar, la retroalimentación de supernova (SN) y agujero negro (BH). Estos son altamente no lineales, por lo que son difíciles de describir con modelos analíticos. Además, la presencia de materia bariónica induce sesgos que las simulaciones sin colisiones (“materia oscura”) por sí solas no pueden reproducir. Los modelos semianalíticos basados en estas simulaciones requieren correcciones ad hoc para tener en cuenta estos sesgos. Las simulaciones cosmológicas hi-

drodinámicas son, por lo tanto, la herramienta preferida para realizar “experimentos controlados” de formación y evolución de galaxias.

Tras tres décadas de mejoras en las simulaciones numéricas, solo ahora los trabajos teóricos pueden reproducir simultáneamente las propiedades observadas de las galaxias y del medio interestelar. En particular, las funciones de luminosidad y de masa de las galaxias, las relaciones entre tamaño y masa, entre metalicidad y masa, entre otras muchas propiedades están reproducidas en un amplio rango de masas de galaxias.

El grupo de astrofísica numérica trabaja en una variedad de temas científicos relacionados con la evolución de las galaxias y la estructura a gran escala del universo. La experiencia abarca desde la estructura interna de las galaxias enanas y de bajo brillo superficial, la Vía Láctea y sus galaxias satélite, el estudio de las galaxias en grupos y agrupaciones, hasta las grandes simulaciones cosmológicas de la estructura del universo. El grupo colabora con la mayoría de los grupos de investigación de IAC que trabajan en astrofísica extragaláctica y cosmología.

Hitos

Se realizó el primer estudio de la función de luminosidad de las galaxias en cúmulos y se produjo un catálogo de magnitudes en más de 200 bandas de filtros de observación (Negri et al., 2022).

Se desarrolló un método estadístico, basado en simulaciones y con redes neuronales, que proporciona un método innovador y complementario para la determinación de los perfiles de densidad de materia en las galaxias, que a su vez puede ayudar a restringir las propiedades de la materia oscura (Espósito Márquez et al., 2022).

Desarrollo y resultados

Desarrollo científico

Galaxias en cúmulos

Se ha publicado el primer estudio de la función de luminosidad de galaxias en cúmulos (Negri et al. 2022) con simulaciones numéricas. Además, se está desarrollando un proyecto con nuestros colaboradores en la UAM sobre el análisis de la intra-cluster light con el conjunto de simulaciones The Three Hundred. Nuestra aportación se basa en el trabajo publicado en Alonso Asensio et al. (2021).

Galaxias y sus halos

Se ha empleado algoritmos de Machine Learning para caracterizar la pendiente interior del perfil de materia oscura de galaxias enanas a partir de imágenes (mapas) de galaxias simuladas. El trabajo ha sido publicado en Expósito-Márquez et al. (2022).

Se ha colaborado con Ignacio Ferreras en la comparación de la relación concentración-masa del halo observada y simulada. El trabajo se ha publicado en Leier et al. (2022).

El tamaño de las galaxias

Se ha completado el estudio de la definición del tamaño de las galaxias, propuesta en Trujillo et al. (2019), con las simulaciones numéricas de EAGLE. Las simulaciones proporcionan una relación entre tamaño y masa estelar muy parecida a la observada. Además, la relación simulada tiene una dispersión muy pequeña como en las observaciones. El resultado más importante es la relación entre el tamaño de la galaxia y el tamaño del halo de materia oscura.

AGN feedback

Parte de la Tesis de Elena Arjona, se han realizado simulaciones de galaxias parecida a la Vía Láctea con condiciones iniciales de las simulaciones del proyecto AURIGA (Grand et al. 2017). Se ha estudiado cómo varía la tasa de formación estelar con y sin el feedback de AGNs. Este trabajo está todavía en desarrollo.

Desarrollo de código

Se ha realizado un trabajo intensivo para implementar un nuevo código para simulaciones hidrodinámicas cosmológicas con física para la formación y evolución de galaxias. El código se basa en el código N-body PKDGRAV3, un código de alto rendimiento con funciones avanzadas como el cálculo acelerado en GPU para la gravedad entre partículas. La rama original del código se desarrolla activamente y la escritura del código se coordina junto con los desarrolladores de la Universidad de Zúrich. El solver hidrodinámico (Alonso Asensio et al. 2023) ya forma parte de la versión oficial del código, junto con un modelo simple para la formación de galaxias.

Durante el último año, el código se ha equipado completamente con módulos de física para la formación de galaxias, en su mayoría derivados de soluciones diseñadas para los proyectos OWLS (Schaye 2010) y EAGLE (Schaye 2015). Estos han sido descritos en Schaye & Dalla Vecchia (2008), Wiersma et al. (2009a), Wiersma et al. (2009b), Dalla Vecchia & Schaye (2012) y Durier & Dalla Vecchia (2012).

El código se ha sometido a duras pruebas mediante la ejecución de simulaciones de volúmenes cosmológicos, zoom-in de galaxias (a partir de las condiciones iniciales del proyecto NIHAO) y galaxias aisladas. La E/S se ha rediseñado para admitir completamente el formato de archivo HDF5. El AMIGA Halo Finder, desarrollado por nuestros colaboradores en la UAM (Madrid), también se ha adaptado para procesar los datos de simulación en formato HDF5. Además, la versión pública de GADGET-4 se ha modificado para pos-procesar datos de simulación con el buscador de halo SubFind integrado.

El lanzamiento público del código ha tenido lugar durante el 2022. Esto incluyó la creación de una página web pública, documentación y el primer artículo que describe el algoritmo hidrodinámico implementado dentro de PKDGRAV3. Este artículo ha sido enviado y aceptado para su publicación (Alonso Asensio et al. 2023).

Desarrollo de simulaciones

Galaxias enanas

El objetivo del proyecto es producir un conjunto de simulaciones zoom-in hidrodinámicas de muy alta resolución del Grupo Local, para estudiar la formación y evolución de galaxias enanas y ultra-difusas. La novedad de las simulaciones es la inclusión de agujeros negros y retroalimentación en galaxias enanas. Se están empleando dos códigos numéricos diferentes: Gasoline-2 y PKDGRAV3.

Simulaciones de gran escala

Parte de la tesis de A. Massaro es el desarrollo de un algoritmo de formación estelar para simulaciones de grandes volúmenes cosmológicos de baja resolución y con formación de galaxias. Se ha comparado la formación estelar en simulaciones de distinta resolución para encontrar una relación entre la formación estelar en simulaciones de referencia (con resolución estándar) y la de simulaciones de más baja resolución. Todavía falta trabajo para conseguir un mapeo de la formación estelar de alta y baja resolución. De todas formas, se han definido los límites de resolución y volumen que se podrán alcanzar: partículas de $10^8 M_{\odot}$ (con la misma masa para gas y dark matter) en un volumen mayor de $(1 \text{ Gpc})^3$.

CAMELS

Durante el 2022, unos miembros de nuestro grupo han entrado en la colaboración Cosmology and Astrophysics with Machine Learning Simulations (CAMELS). Los objetivos cientí-

ficos de CAMELS se pueden encontrar aquí: <https://www.camel-simulations.org/science>. Como parte de la colaboración, nuestro grupo proporcionará otro conjunto de datos para estudios de aprendizaje automático. El modelo de formación de galaxias ha sido probado para encontrar parámetros óptimos para la retroalimentación y la formación de estrellas. Esto es parte de la tesis de A. Massaro. El objetivo es calibrar el código a la resolución de las condiciones iniciales de CAMELS y obtener una configuración fiduciaria para ejecutar los volúmenes cosmológicos requeridos por la colaboración. Esta tarea está casi completada.

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

Almudena Prieto Escudero.

Pratik Dabhade y Alina Streblyanska.

Colaboradores del IAC: Marta C. Aguiar González, Anelise Audibert, John E. Beckman Abramson, Sebastián Comeron Limbourg, José J. Díaz García, Anna Ferré Mateu, Enol Matilla Blanco, Jesús Patrón Recio, Víctor J. Sánchez Bejar

A. Seth (Univ. Utha, EEUU); S. Satyapal (George Mason Univ., EEUU); T. Fritz (EEUU); X. Lopez-Lopez, A. Gimenez, F. Massaro (Univ. de Torino, Italia); CAST Group, University Sternwarte Munchen, Alemania); GRAVITY Group, MPE-IR Group (Garching, Alemania); B. Villarroel (IAC- Uppsala Univ., Suecia); J. A. Fernandez-Ontiveros (IESP, Roma, Italia); A. Fresco (MPE Max-Planck-extraterrestriche - X-ray Group, Garching, Alemania); G. Bruzual (UNAM, México), G. Magris (CIDA Centro de Investigación de Astronomía, Mérida, Venezuela); A. Rodríguez-Ardila (LNA Lab. Nacional Astrofísica, Brasil); D. May (Inst. of Astronomy USP, Brasil); K. Tristram (ESO, Chile); A. Burkert, K. Dolag, C. Alig (LMU- Ludwig Maximilian Univ. of Munchen, Alemania); M. Schartmann (MPE - Max-Planck-extraterrestriche, Garching, Alemania); J. Dester, E. Sturm (MPE-IR Group-Univ Colorado, Boulder, EEUU).

Introducción

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

- Desarrollar un grupo leader en el IAC especializado en técnicas de alta resolución espacial en el IR, específicamente en Óptica Adaptativa, laser-guide star, speckle and optical interferometry. Para ello, este equipo está involucrado en el desarrollo del primer instrumento de óptica adaptativa para GTC, FRIDA <http://www.iac.es/proyecto/frida/>, en la definición de programas estratégicos de observación con láser en el Telescopio GTC con GTCOA y en la definición y desarrollo de instrumen-

tación de Óptica Adaptativa futura para VLT, ERIS <http://www.eso.org/~mschoell/ERIS/>.

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

Proyecto PARSEC: "The central PARSEC of galaxies

<http://www.iac.es/project/parsec/main/index.php>.

Estudio del centro de galaxias más cercanas y brillantes utilizando datos de resolución espacial comparable: radio con VLA, IR con óptica adaptativa e interferometría óptica, y óptico con HST.

Proyecto PAIS: Particle Accelerators In Space

<http://www.iac.es/proyecto/jets-and-hot-spots-in-radiogalaxies/main/index.php>.

Estudio de jets y hot-spots en galaxias. El programa explora los procesos físicos que dan lugar a emisión óptica en jets y hot-spots, usando datos con alta resolución espacial procedentes de VLA, HST y VLT.

Desarrollo y resultados

Se trabaja en dos proyectos internacionales:

PARSEC: Central Parsec of Galaxies, proyecto liderado por AP desde 2003, incluye 20 institutos y 30 investigadores a lo largo del mundo.

FRIDA: primer IFU y cámara con Óptica Adaptativa para el Telescopio GTC. Consorcio entre IAC, UNAM y la Universidad de Florida. En el IAC, el responsable es A. Prieto.

Resultados

- 6 Seminarios, A. Prieto

BH scaling, IAC seminar, 13 enero

BH scaling, MPE-IR group, Garching, 25 mayo

Star formation at parsec scales, Univ. de Munich, 24 junio

Star formation at parsec scales, MPE-PNG Group, 14 julio

Synergy frida + MAAT, IAA, 20 julio

Dust in centre of galaxies, International AGN seminar hosted, EEUU, 30 agosto

- Conferencias, 6 charlas A. Prieto

Science with high angular resolution in GTC, Science with GTC 2022, 12 mayo

Physics Low Luminosity AGN, EVN2022 symposium, 15 julio

Science with high angular resolution in GTC, SEA-6-9 sept La Laguna, 7 septiembre

BH scaling, Growth of dwarfs and BH, 12-16 septiembre, San Sebastián, 14 septiembre

Star formation at parsec scales, MIAPP Star-Forming Clumps and Clustered Starbursts Across Cosmic Time, 4- 24 octubre, Munich, invitada

BH scaling, CAST-2022 13-16 Nov, Kufstein, Austria, 14 noviembre, invitada

Successful parallel time allocation JWST +ALMA, Project Reveal Low Luminosity AGN, Reveal Collaboration

JWST Cy 1, ID2016

AIMA Cy 9, 2022.1.00506.S

IAC Summer student, K. Hervella, on "The origin of M87 BH". Ha sido invitada a presentar su trabajo en el Sternwarte, Computational Physics group, 8 noviembre

- Nota de Prensa

Desarrollan un método para tomar la temperatura a los agujeros Negros, IAC marzo 15, 2022.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS (P/301113)

Jordi Cepa Nogué.

Bernabé Cedrés Expósito, Mauro González Otero, Jakub Nadolny y Carmen P. Padilla Torres.

E. Alfaro, (IAA); R.M. Pérez-Martínez (ISDEFE-ESA); M. Cerviño, A.M. Pérez García (CAB-INTA); J.A. de Diego, J. González (IA-UNAM, México); J. Gallego (UCM); I. García Bernete (Univ. de Oxford, Reino Unido); I. González-Serrano (IFCA-UNICAN); J. Gallego, A.M. Lara-López (UCM); J. Nadolny (IOA-UAM, Polonia); A. Bongiovanni, M. Sánchez-Portal (IRAM); B. Vila (ESO, Chile); I. Pintos (CEFCA); M. Povic (ESSTI, Etiopía).

Introducción

El estudio de la evolución de las galaxias es un tema crucial de la Astronomía Extragaláctica moderna. Permite vincular las galaxias locales con las primeras que existieron en el universo. Pero para poder abordarlo es preciso obtener censos estadísticamente significativos de galaxias de distintas luminosidades, a distintas distancias. Observacionalmente implica ser capaz de observar objetos muy débiles, utilizando distintas técnicas y a distintas longitudes de onda, desde el dominio centimétrico hasta los rayos-gamma, no solo para estudiar distintos procesos físicos, y determinar las distribuciones espectrales de energía de las galaxias, sino debido al desplazamiento al rojo de las galaxias distantes.

El Proyecto que aquí se presenta está encaminado a explotar un conjunto de censos de galaxias multi-rango espectral de las mismas zonas del cielo que, combinados, constituyen la base de datos que llamamos "Evolución". Esta base de datos está formada por los censos denominados OTELO y GLACE, de galaxias de campo y en cúmulos, respectivamente, obtenidos utilizando los filtros sintonizables ópticos de OSIRIS en el telescopio GTC; el censo Lockman SpReSO obtenido mediante Espectroscopía óptica multiobjeto empleando OSIRIS en el telescopio GTC; y PEP, consistente en imágenes en el lejano infrarrojo obtenidas con el observatorio espacial Herschel de la ESA. Esta base de datos está enriquecida con datos auxiliares profundos procedentes de otros instrumentos, que abarcan desde las ondas centimétricas (utilizando el VLA) hasta los rayos X (utilizando el satélite XMM de la ESA).

Por tanto, "Evolución" proporciona, para miles de galaxias a desplazamientos al rojo entre 0.4

y 7.0, su morfología y distancias, las luminosidades en líneas de emisión de distintos elementos, y del continuo óptico, infrarrojo cercano y lejano y rayos-X. El censo GLACE, de cúmulos de galaxias, obtenido mediante las mismas técnicas y a las mismas longitudes de onda que OTELO, permite comparar la evolución de las galaxias de campo con las de cúmulo, estudiando, así, la influencia del entorno. En suma, este conjunto de censos, permiten abordar varios aspectos críticos de la evolución de las galaxias tales como la variación de la tasa de formación estelar, la metalicidad, la luminosidad bolométrica, la extinción y la potencia de acreción de núcleos galácticos activos, entre otros temas, en función del tiempo cósmico y de la densidad ambiental. Todo ello incluso para las galaxias más débiles o las más distantes, al límite de las posibilidades de la actual instrumentación astronómica. Asimismo, la combinación de observaciones profundas a distintas longitudes de onda permitirá arrojar luz sobre las relaciones entre la confusa fauna de objetos observada a altos desplazamientos al rojo, y que nuestro grado de desconocimiento solo permite clasificar, hasta ahora, por la manera cómo se han detectado.

Desarrollo y resultados

Los objetivos propuestos para 2022 fueron:

Proseguir con la tesis de M. González Otero. Este apartado abarca.

- La publicación de dos artículos: uno sobre FeLoBALs y otro de presentación general del cartografiado; El artículo de presentación general ya ha sido aceptado y está en prensa. El artículo de FeLoBALs se va a reformular como dedicado a objetos con flujos de gas ("outflows") y está en proceso de escritura.
- Determinar parámetros como luminosidades totales infrarrojas y masas estelares utilizando CIGALE, Objetivo concluido
- Avanzar en la correlación de indicadores ópticos e infrarrojos en la determinación de metalicidades, extinción, tasas de formación estelar, etc. Se espera obtener resultados a finales de año. Se han establecido los criterios para determinar extinciones, tasas de formación estelar y metalicidades, y se está procediendo con esas determinaciones. El siguiente paso es establecer las correlaciones buscadas y escribir el artículo, que se propone como objetivo este año 2023.
- Proceder a la clasificación morfológica de galaxias del cartografiado espectroscópico

de Lockman utilizando redes neuronales. Se espera estar en condiciones de enviar un artículo al respecto a finales de 2022. Ya se han hecho las pruebas correspondientes y se ha obtenido una fiabilidad del 85%-87% dependiendo del método. Se propone como objetivo escribir el artículo en 2023.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (P/300424)

José A. López Aguerra.

Rafael Barrera Delgado, Walter Boschin, Claudio Dalla Vecchia, Lilian F. Domínguez Palmero, Jairo Méndez Abreu, Casiana Muñoz-Tuñón, Jorge Romero Gómez y Stefano Zarattini.

E.M. Corsini (Univ. de Padua, Italia); L. Monelli (Inst. de Astronomía y Ciencia Planetaria, Chile); L. Constantin (INAF - Obs. de Breda, Italia); J.M. Vilchez, J. Iglesias (IAA); C. del Burgo (INAOE, México); E. Jiménez Bailon, S. Sánchez (UNAM, México); M. Girardi, S. Borgani (Univ. de Trieste, Italia); A. Biviano (Obs. Astronómico de Trieste, Italia); V. Debattista (Univ. de Lancashire, Reino Unido); E. D'Onghia (Univ. Wisconsin-Madison, EEUU); M. de Santos Lleo (ESA); M. Arnaboldi (ESO, Alemania); R. Sánchez Jansen (ATC, Reino Unido); A. Diaferio (Univ. de Turín, Italia); O. Gerhard (MPIA, Alemania); V. Wild, A.M. Weijmans (Univ. St. Andrews, Escocia); A. Aragon-Salamanca (Univ. de Nottingham, Reino Unido); R. Peletier, S. Trager (Kapteyn Inst., Países Bajos); G. Dalton (Univ. de Oxford, Reino Unido).

Introducción

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

El objetivo de este Proyecto es estudiar la formación y evolución de las galaxias en estos entornos densos. Se pretende entender en qué entorno domina cada uno de los mecanismos de transformación de galaxias propuestos por las simulaciones numéricas y como se produce la evolución de los diferentes tipos de galaxias (tanto brillantes como enanas) en los cúmulos. Cuantificar observacionalmente la eficiencia de estos mecanismos no es una tarea sencilla ya que muchos de ellos actúan a la vez, lo hacen en escalas de tiempo muy diferentes, y en regiones del cúmulo también diversas. Sin embargo, hay una serie de evidencias observacionales que pueden ser directamente contrastadas: i) distribución morfológica y estructural de las galaxias de los cúmulos; ii) función de luminosidad de galaxias en cúmulos; iii) luz difusa (cantidad y distribución); iv) presencia de subestructuras galácticas dentro de los cúmulos; v) propiedades espectro-fotométricas de las galaxias enanas y brillantes; vi) propiedades del ICM. Todos estos observables nos proporcionan la información necesaria para entender la relación entre entorno y evolución galáctica. Estas son las propiedades que se medirán en este Proyecto para muestras amplias de cúmulos de galaxias.

Hitos

Se ha estudiado la localización de los grupos y cúmulos fósiles en la cosmic web. En particular, los sistemas fósiles se encuentran en las proximidades de los filamentos que componen dicha red cósmica, pero alejados de las intersecciones de dichos filamentos.

Se ha establecido la relación entre la masa y el enriquecimiento de elementos alpha para las poblaciones estelares de una muestra de galaxias entre 10^4 hasta 10^{12} masas solares. Esta relación difiere de ser lineal, teniendo una forma de "U" teniendo un mínimo en $10^9 - 10^{10}$ masas solares.

Desarrollo y resultados

Este proyecto se ha convertido en los últimos años en un proyecto interdisciplinar que combina observaciones, simulaciones y desarrollo instrumental con el fin de estudiar la formación y evolución de las galaxias en función de su entorno.

Los diferentes objetivos que se propusieron para 2022 han dado los siguientes resultados:

Preparación de los cartografiados de cúmulos de WEAVE

El espectrógrafo WEAVE es un instrumento de nueva generación que está siendo construido

para el Telescopio WHT. El instrumento está siendo desarrollado por un consorcio internacional en el cual el IAC tiene una importante involucración. En particular J.A. López Aguerri es Co-IP del Proyecto WEAVE. Este instrumento proporcionará, entre otras cosas, una visión única sobre las propiedades espectroscópicas de las galaxias en cúmulos. Los miembros del equipo científico del presente Proyecto están involucrados en el proyecto WEAVE tanto a nivel instrumental como a nivel científico.

Tras haber finalizado con éxito la entrega de los paquetes instrumentales que desarrollaba el IAC, durante 2022 hemos estado centrados en el desarrollo de la ciencia que hemos pensado hacer con este instrumento. Durante el 2022 el instrumento WEAVE ha estado en commissioning en el Telescopio WHT. A final de 2022 se alcanzó un hito importante que consistió en la Primera Luz del instrumento y la toma de datos científicos con el modo IFU del mismo. Se espera que durante la primera parte del 2023 se complete el comisionado de los restantes modelos de observación del instrumento y que está ya listo para realizar los cartografiados científicos propuestos. Desde el punto de vista científico los investigadores de este Proyecto están liderando el cartografiado sobre cúmulos de galaxias que observará el espectrógrafo WEAVE. Durante 2022 se ha trabajado en el caso científico para las etapas del Science Verificación y el inicio de los cartografiados. En particular, se completó con éxito la preparación del caso científico para el Science Verification del instrumento.

Propiedades estelares en galaxias en función de su entorno

En el marco de la tesis doctoral del estudiante J. Romero se están analizando la relación entre las propiedades estelares de una muestra de galaxias enanas y masivas con el entorno en el que viven. Utilizando datos muy profundos y de alta resolución espectral del espectrógrafo de campo integral SAMI, se estudió por vez primera la población estelar de una muestra de galaxias enanas en el cúmulo de FORNAX, hasta una masa de 10^7 masas solares. Se hizo un ajuste espectral completo para obtener los parámetros de las poblaciones estelares. Se añadieron galaxias masivas del Proyecto ATLAS3D, que se volvieron a analizar, y las galaxias satélite de la Vía Láctea, teniendo así una muestra de galaxias cuyas masas están en el rango de 10^4 a 10^{12} masas solares. Usando esta amplia muestra se obtuvo que la relación entre el enriquecimiento de elementos alpha (alpha-enhancement) y la masa de las galaxias tiene una forma de "U" presenta-

do un mínimo en $10^9 - 10^{10}$ masas solares. Esta se explica ya que cuando las galaxias más débiles entran en el entorno del cúmulo, se induce un rápido estallido de formación estelar y después el contenido del gas es arrastrado por varios procesos de apagado de la formación estelar. Esta rápida formación estelar provoca altos valores de alpha-enhancement, como en el halo galáctico. Galaxias más masivas logran mantener su gas por más tiempo y formar varios estallidos de formación estelar, con un menor alpha-enhancement. Para galaxias muy masivas las poblaciones estelares están reguladas por procesos internos, lo que lleva a que el alpha-enhancement aumente con la masa. Este modelo se confirmó mostrando la correlación entre el alpha-enhancement y la distancia al centro del cúmulo en galaxias presentes en tres cúmulos cercanos y el halo de la Vía Láctea.

Propiedades de grupos y cúmulos fósiles

Los grupos o cúmulos fósiles son sistemas de galaxias que presentan una galaxia central que domina en luz sobre todas las demás galaxias del sistema. Las propiedades observadas de este tipo de sistemas de galaxias han sido ampliamente estudiados durante los últimos años por investigadores de este Proyecto. Durante 2022 se ha analizado la localización de este tipo de sistemas de galaxias en la red cósmica del Universo. La aparición de extensos catálogos de galaxias que trazan la "cosmic web" en el Universo Local hace ahora posible este tipo de estudios. Para realizar este estudio nos servimos de un conjunto de 16 grupos fósiles espectroscópicamente confirmados. Se determinó la distancia de cada uno de estos sistemas al filamento e intersección de filamentos más cercanos. Se encontró que de media los grupos fósiles se encuentran a una distancia de $3.7 R_{200}$ de los filamentos. Además, están muy alejados de las intersecciones. Los grupos fósiles que presentan las galaxias más dominantes se encuentran situados en regiones más aisladas del Universo. Estos resultados indican que los sistemas fósiles están localizados en regiones peculiares de la "cosmic web" estando localizados en las proximidades de los filamentos, pero lejos de las intersecciones o nodos que es donde se supone deberían estar los cúmulos de galaxias. Este relativo aislamiento respecto a la red cósmica podría explicar la presencia de galaxias centrales tan dominantes en luz que presentan estos sistemas.

Propiedades de las estructuras barradas en función de su entorno

La espectroscopía de campo de integral (IFS de sus siglas en inglés) ha permitido mejorar considerablemente nuestro conocimiento sobre la dinámica estelar en galaxias y, en particular, en galaxias barradas. Durante 2022, se ha continuado con el trabajo iniciado años antes para obtener y analizar datos de espectroscopía de campo integral de una muestra de galaxias enanas barradas observadas con el instrumento MUSE@VLT. En particular, hemos completado el análisis de las propiedades de dos barras situadas en las galaxias IC3167 y NGC4277. Ambas galaxias se encuentran situadas en el cúmulo de Virgo y resultaron ser dinámicamente lentas. Esto nos hizo concluir que las dos galaxias habían podido formar sus barras como consecuencia de las interacciones sufridas con el potencial del cúmulo de Virgo o con galaxias cercanas a las mismas que pertenecen al mismo cúmulo.

Durante 2022 se dirigió un trabajo fin de master titulado “Estudio observacional de galaxias barradas según su entorno” presentado por A. Roncero en el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. En dicho trabajo se analizaron las propiedades estructurales (radio y fuerza de las barras) de una muestra de galaxias que se encuentran en el cúmulo de Virgo y galaxias aisladas como comparación. Los resultados obtenidos fueron que el entorno no influye en los parámetros estructurales de las barras. Es decir, para una masa determinada de las galaxias, la longitud relativa y la fuerza de las barras en galaxias en Virgo eran similares a las barras que se encuentran en galaxias aisladas. Esto indica que los parámetros estructurales de las barras dependen de propiedades internas de las galaxias y no del entorno en el que se encuentran.

Funciones de luminosidad de galaxias en cúmulos

Calculamos la luminosidad de las galaxias simuladas del Proyecto C-EAGLE, un conjunto de 30 simulaciones ampliadas de alta resolución de cúmulos de galaxias basadas en la simulación EAGLE. Estas luminosidades sirvieron para determinar las magnitudes AB en diferentes bandas espectrales, desde el ultravioleta hasta el infrarrojo, utilizando el modelo de población estelar simple basado en la biblioteca de espectros estelares E-MILES. Adoptamos la inferencia bayesiana para calcular las funciones de luminosidad (LFs) de los grupos y cúmulos de galaxias, probando la significación estadística de las funciones de Schechter simples y dobles en sus ajustes. La pendiente de la parte débil de las LFs de galaxias en cúmulos muestra valores entre -1,25 y -1,39, apenas moderadamente más pronunciado que el campo. Las simulaciones reproducen, dentro de los errores de observación los parámetros de las LFs espectroscópicas de los cúmulos Hercules y Abell 85. Las LFs de C-EAGLE concuerdan ampliamente con las LFs observadas tomados de los cartografiados de galaxias hasta $z = 0,67$, y muestran un extremo débil bastante plano cuando se tienen en cuenta las restricciones observacionales.

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

Ismael Pérez Fournon.

Stefan Geier y Frédéric N. Poidevin.

Principales colaboraciones internacionales en las que participa el grupo: programas de seguimiento de galaxias Herschel, z-GAL, SGLF, LensWatch, QUIJOTE, BISTRO, VASCO, etc.

Introducción

Este grupo desarrolla varios proyectos extragalácticos en diferentes rangos del espectro electromagnético utilizando satélites y telescopios terrestres para estudiar la evolución cosmológica de las galaxias y el origen de la actividad nuclear en galaxias activas y supernovas.

Los proyectos principales en 2022 han sido:

- Galaxias y cuásares distantes con emisión en el infrarrojo lejano descubiertas con el Observatorio Espacial Herschel. Observaciones de seguimiento multi-frecuencia.
- Sloan Digital Sky Survey IV: galaxias Lyman alfa muy luminosas.
- Estudios con HST y JWST de supernovas en galaxias distantes amplificadas por lentes gravitacionales.
- Galaxias de desplazamiento al rojo alto: observaciones con los instrumentos NIRCam y NIRSpec de JWST.
- Descubrimiento de supernovas utilizando las alertas públicas de Zwicky Transient Facility (ZTF) y seguimiento fotométrico y espectroscópico con los telescopios Liverpool, NOT, GTC y Las Cumbres.
- Supernovas superluminosas. Estudios de polarización.
- Estudios fotométricos de asteroides.
- Proyecto "Vanishing and Appearing Sources in a Century of Observations (VASCO)".
- Preparación de la ciencia del Observatorio Vera Rubin LSST sobre fuentes transitorias.

Hitos

Se ha llevado a cabo polarimetría óptica de imagen de la supernova superluminosa SN 2020znr, pobre en hidrógeno, durante tres fases después del máximo de la curva de luz ($\approx +34$ d, $+288$ d, y $+289$ d) con el Telescopio NOT

(Poidevin et al. 2022). Se ha enviado a la revista MNRAS un segundo artículo con nuevos resultados.

Desarrollo y resultados

Un estudio novedoso de polarización de supernovas superluminosas con el instrumento ALFOSC del Telescopio NOT. Publicaciones: Poidevin et al. 2022a, 2022b.

Observaciones con HST de una nueva supernova con imágenes múltiples (SN 2022qmx, SN Zwicky) en un sistema de lente gravitacional fuerte galaxia-galaxia y modelado de la lente con varios modelos de lentes gravitacionales. Publicación: Pierel et al. 2022.

Observaciones con los telescopios HST y JWST de un cúmulo de galaxias masivo en el que se detectó una supernova, SN 2022riv, en una galaxia distante ($z = 1.5$) con imágenes múltiples. La supernova y el cúmulo de galaxias han sido observadas con HST, para estudiar la curva de luz de la supernova, y con los instrumentos NIRCam y NIRSpec de JWST. Hay varias publicaciones en preparación.

Galaxias a desplazamiento al rojo muy alto descubiertas en observaciones con JWST NIRCam y NIRSpec. En las imágenes de NIRCam de SN 2022riv se detectó un gran número de galaxias con desplazamientos al rojo muy altos. Las mejores candidatas fueron seleccionadas para obtener espectroscopía multiobjeto con NIRSpec. Entre los resultados iniciales de este estudio destaca el descubrimiento de una galaxia a un desplazamiento al rojo $z = 9.5$ y otras galaxias a $z > 8$. Publicaciones: Williams et al. 2022, Langeroodi et al. 2022.

Observaciones de galaxias Herschel brillantes y de desplazamiento al rojo alto. Publicaciones: Urquhart et al 2022 y varias aceptadas que serán publicadas en 2023.

Galaxias muy luminosas en el UV. Se ha continuado el estudio de estas galaxias con formación estelar extrema, no obscurecida, con observaciones de los telescopios GTC y VLT. Publicación: Marques-Chaves et al. 2022.

Observaciones de ALMA de cuásares SDSS. Se ha analizado una muestra de cuásares SDSS con observaciones de ALMA disponibles en el archivo de ALMA utilizando una nueva herramienta automática de extracción de fuentes de las imágenes de ALMA. Este Proyecto fue desarrollado en una visita al IAC de E. Hatziminaoglou (ESO) y A. Wong (Univ. de Singapur). Publicación: Wong et al. 2022.

Contribuciones al Proyecto "Vanishing and Appearing Sources in a Century of Observa-

tions (VASCO)" y a estudios con GTC de pulsares. Publicaciones: Villaroel et al. 2022a,b, Zyuzin et al. 2022.

Contribución al Proyecto BISTRO de JCMT. Publicación: Hwang et al. 2022.

Supernovas y otras fuentes transitorias descubiertas en los proyectos Zwicky Transient Facility (ZTF) y Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System (ATLAS): descubrimiento y seguimiento fotométrico y espectroscópico con los telescopios Liverpool, NOT, GTC y Las Cumbres. Se ha continuado la búsqueda de supernovas en sistemas de lentes gravitacionales y de supernovas superluminosas para seleccionar las mejores candidatas para los estudios de polarización con NOT ALFOSC. Publicaciones: varias en preparación y numerosos reportes de descubrimiento y clasificación de supernovas enviados al "Transient Name Server (TNS)" de la IAU.

GAS MOLECULAR Y POLVO EN LAS GALAXIAS A TRAVÉS DEL TIEMPO CÓSMICO (P/301509)

Helmut Dannerbauer.

Víctor P. Bonjean, Rosa Calvi, Chiara D' Eugenio, Zohreh Ghaffari, Carlos M. Gutiérrez de la Cruz, Andrés Laza Ramos Chernenko y Emmanuel Ríos López.

Colaboradores del IAC: Jesús Falcón Barroso, Johan H. Knapen Koelstra, José A. López Aguerri, Ismael Pérez Fournon, Rafael Rebollo López, José M. Rodríguez Espinosa e Ignacio Trujillo Cabrera.

Z. Chen (Univ. de Nanjing, Rep. Popular China estudiante visitante por dos años); N. Cross (Royal Obs. de Edimburgo, Escocia); A. Díaz Sánchez (Univ. Politécnica de Cartagena); C. De Breuck, R. Ivison (ESO, Alemania); S. Driver (UWA, Australia); B. Emonts (NRAO, EEUU); M. Lehnert (IAP, Francia); J. Koyana (NAOJ), Y. Shang (Univ. of Science and Technology, Rep. Popular China estudiante visitante por dos años).

Introducción

Dos cuestiones fundamentales en la Astrofísica son la conversión de gas molecular en estrellas y cómo este proceso físico depende del entorno en todas las escalas, desde sistemas planetarios, cúmulos estelares, galaxias hasta cúmulos de galaxias. El objetivo principal de este Proyecto es el de estudiar la formación y evolución de galaxias a partir de la materia interestelar. Por ello, estudiaremos el gas molecular frío, el combustible de la formación estelar y el polvo, producto residual del proceso de formación, en galaxias a través del tiempo cósmico. Los estudios están basados, sobre todo, en observaciones en el infrarrojo lejano y en el radio. Nos centraremos en observaciones con interferómetros de radio como son NOEMA, ALMA, ATCA, SMA y VLA. Se prevén estrechas colaboraciones con otros proyectos del IAC, sobre todo para observaciones de galaxias con telescopios de radio. El grupo de trabajo caracterizará las propiedades de la formación estelar de galaxias masivas en el universo lejano a través del tiempo cósmico. Esto nos dará la oportunidad de estudiar la secuencia de formación de galaxias con brote estelar. Además, este grupo de trabajo investigará fuentes seleccionadas desde cúmulos de galaxias y del campo para explorar la evolución de galaxias en función del entorno. Además, realizaremos estudios complementarios de galaxias locales (seleccionadas desde CALIFA

y WEAVE-APERTIF) que servirán de referencia para investigaciones futuras de galaxias a alto desplazamiento al rojo.

Hitos

Contribución con varios artículos como autores (principales) (parte de colaboraciones internacionales) sobre el estudio de galaxias de alto z .

Primera publicación de datos del ESO Public Survey SHARKS el 31 de enero de 2022, se publicó la nota de prensa del IAC sobre este tema.

Juan de la Cierva beca obtenido por C. Eugenio en la llamada 2021. Beca de CSC (dos años) concedida A. Y. Zhang para realizar parte de su doctorado en el IAC bajo la supervisión del H. Dannerbauer.

La toma de datos para el ESO Public Survey SHARKS ha finalizado en septiembre de 2022.

Organización de la reunión anual del Grupo de Trabajo Científico Euclid Cúmulos de Galaxias en septiembre de 2022.

Publicación de un artículo en la revista "ESO messenger, #187" presentando el survey SHARKS.

Desarrollo y resultados

Este grupo de trabajo está bien establecido en el IAC. En respeto a publicaciones, este grupo de trabajo estaba involucrado en 10 artículos en 2022 del que contribuyó significante en cinco artículos (uno de "corresponding" autor y otro de segundo y/p tercer autor). Basado a los "lead artículos" del grupo hubo una nota de prensa del IAC. También, en este año, con éxito se envió como IPs (incluyendo estudiantes) propuestas de observaciones al GTC, ATCA and IRAM NOEMA. Se asistió a varios congresos (virtuales) para presentar los resultados, incluyendo dos charlas invitadas. El año pasado se hizo un podcast (entrevistado el IP) para un programa muy conocido en Alemania llamado Raumzeit. En 2022, el grupo de trabajo se enfocó en siguientes proyectos para estudiar la formación y evolución de galaxias a partir de la materia interestelar.

Impacto de entorno a la materia interestelar: Desde abril de 2017 se está liderando un programa largo (IP: H. Dannerbauer) de 640 h con el radio interferómetro ATCA (Australian Telescope Compact Array). Estos datos, nos darán la oportunidad de estudiar sistemáticamente el impacto del entorno a la materia interestelar fría en galaxias en $z=2$, la época fundamental de la formación de galaxias. Las observa-

ciones y reducción de datos ya se finalizó hace tiempo. Por el momento, una estudiante doctoral de la Univ. de Nanjing (Z. Chen; beca del gobierno chino para dos años) estaba buscando gas molecular muy extendido, preparando una publicación.

ESO Public Survey SHARKS: La meta principal de este Survey (IP: H. Dannerbauer) es caracterizar galaxias lejanas seleccionadas en el infrarrojo lejano y el radio. En septiembre de 2022 obtuvimos un gran hito en este Proyecto: haber obtenido todas las observaciones pedidas después de seis años de observaciones. Al principio de 2022 hicimos el primer “data release” de SHARKS vía ESO, 5% de los datos. Ya más de 90% de los datos están reducidos, el postdoc E. Ríos está haciendo esta tarea. Además, se preparaba el segundo data release del Survey SHARKS. En estrecha colaboración con I. Trujillo, el “Big Data” postdoc Z. Ghaffari estaba desarrollando una reducción de datos con el objetivo de extraer las estructuras de bajo brillo de las galaxias. Además, en la revista ESO messenger se ha publicado un artículo presentando el Survey SHARKS.

Búsqueda de galaxias brillantes con brote estelar en el submilimétrico: En respeto al programa large con IRAM NOEMA ‘z-GAL: A Com-

prehensive NOEMA Redshift Survey of the Brightest Herschel Galaxies, se ha terminado la extracción de flujos del continuo y de líneas espectrales. El equipo z-GAL está preparando las primeras publicaciones.

Búsqueda de sobre-densidades de galaxias en el universo lejano: La postdoc R. Calvi terminó la reducción de observaciones con el GTC-EMIR de cuatro protocúmulos de galaxias en $z=2$. Se usa el código para buscar sobre-densidades (desarrollado por el postdoc V. Bonjean) en SHARKS (y las simulaciones de Euclid). Para SHARKS la estudiante N. Ramos Chernenko estaba preparando redshifts fotométricas. En Euclid, se ha organizado una reunión del grupo científico “cúmulos de galaxias” de Euclid en el IAC con 15 participantes en presencia y más de 40 online en septiembre de 2022. En el paquete de trabajo protocúmulos dentro de Euclid se estaba preparando la búsqueda de sobre-densidades en las simulaciones de Euclid. Desde septiembre de 2022 el estudiante Y. Zhang (Univ. of Science and Technology of China; beca del gobierno chino para dos años) trabajaba en el IAC bajo supervisión de H. Dannerbauer en datos de ALMA que cubre el campo de un protocúmulo en $z=2$ observado con JWST en mayo/junio de 2023 dentro del ciclo 1.

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

Casiana Muñoz-Tuñón.

Nicola Caon, Nieves D. Castro Rodríguez, Cecilia Fariña, Joao J. Feio Calhau, Ana L. González Morán, José A. López Aguerri, Jairo Méndez Abreu, Daniel Reverte Paya, José M. Rodríguez Espinosa, Jorge F. Sánchez Almeida, Antonia Varela Pérez y Stefano Zarattini.

Colaboradores del IAC: Claudio Dalla Vecchia e Ignacio Trujillo Cabrera.

P. Arrabal Haro (NoriLab, Arizona, EEUU); J.M. Rodríguez Espinosa (IAA); A. Lumbreras Calle (CEFCA); L. Sánchez Menguiano (Univ. de Granada); S. Sánchez (UNAM, México); R. Hinojosa (Obs. Cerro Tololo, Chile); M. Mass Hesse (C. de Astrobiología, INTA-CSIC); G. Tenorio Tagle, S. Silich, (INAOE, México); D. Elmegreen (Vassar College, Nueva York, EEUU); B. Elmegreen (IBM, Nueva York, EEUU); R. Sánchez Janssen, M. García del Valle (Royal Obs. Edinburgo, Reino Unido); A.R. Plastino (Univ. del Noroeste, Buenos Aires, Argentina); ESTALLIDOS (<http://www.iac.es/project/GEFE/estallidos/>).

Introducción

El Proyecto interno GEFE es parte del proyecto coordinado ESTALLIDOS, financiado por el Plan Nacional desde el año 2001. El último proyecto aprobado es ESTALLIDOS7. En el Proyecto GEFE trabajamos en base al caso científico de ESTALLIDOS7.

La formación de estrellas (SF) marca las edades de las galaxias y, de hecho, define los diversos tipos de galaxias. Durante las últimas dos décadas, nuestro grupo ha hecho contribuciones significativas a nuestra comprensión de los starbursts y su impacto en las galaxias anfitrionas. En el pasado, hemos adquirido experiencia sobre los procesos de SF masivos y sus consecuencias en el Universo local, al estudiar con gran detalle los procesos de en objetos locales (tiempo presente) a partir de datos obtenidos con buena resolución espacial y espectral. En la última década, las observaciones con corrimientos al rojo intermedios y altos se han incrementado extraordinariamente y desde el proyecto anterior ESTALLIDOS6 aplicamos nuestros conocimientos y técnicas también a objetos/galaxias distantes. La mejora en la cantidad de estos datos es grande, disminuyendo extraordinariamente los errores estadísticos. Sin embargo, si las recetas utilizadas para interpretar estos datos son simplistas o no totalmente adecuadas, los errores siste-

máticos pueden ser aún muy altos, lo que podría conducir a escenarios evolutivos erróneos. En la presente propuesta damos un paso más, aplicando nuestras técnicas y conocimientos obtenidos del estudio de starbursts locales, a los excelentes cartografiados que también ya están dando datos de buena calidad, en otras épocas de su evolución.

En el IAC lideramos el objetivo titulado: "Formación Estelar a lo largo de la historia del Universo". Nuestro trabajo se estructura en los siguientes objetivos específicos que son los que se abordarán en los próximos tres años:

- Estudio de la formación de estrellas que se alimentan de gas a diferentes z .
- Comprensión de la formación de estrellas en z diferentes, a partir de información fotométrica de múltiples longitudes de onda.
- Cuantificación de la retroalimentación de la SF.
- Starburst en la época de la reionización.

Hitos

Las imágenes multibanda del HST de las galaxias renacuajo permitieron medir los complejos estelares y cúmulos compactos. La emisión sumada de Lyman continuo (LyC) de los cúmulos, es comparable o supera el LyC necesario para excitar el $H\alpha$ observado en algunas galaxias, lo que sugiere absorción LyC de polvo, gas no detectado en el halo o escape de fotones.

Se ha observado un tipo inusual de emisión en una muestra de galaxias locales que podría indicar la presencia de discos de acreción alrededor de agujeros negros de masa intermedia (IMBH). El descubrimiento multiplicaría por cinco el número de IMBH conocidos y abre una nueva vía para detectar y estudiar esta misteriosa clase de objetos astronómicos.

Desarrollo y resultados

El Proyecto se ha desarrolla con la planificación establecida.

Se ha avanzado en el análisis de los datos del Survey MUSE para indagar la presencia de nubes de material cayendo a los discos de las galaxias procedentes de gas prístino de la cosmic web. Se han identificado condensaciones que en su mayoría muestran un patrón de emisión de doble pico. El resultado se ha interpretado como posible presencia de agujeros negros de masa intermedia en el halo de galaxias pobres en metales. Es un resultado inesperado y nuevo se seguirá explorando esta posibilidad.

También se está buscando la contrapartida - a partir de las imágenes del HST- de estas condensaciones; Se trata de construir la SED de los objetos que- de verificarse que son IMBH serian la primera SED de su clase observada.

Se avanza en la preparación de los objetos a observar con el tiempo de verificación científica de WEAVE- El caso científico sobre el “feedback” de la formación estelar requiere el uso de los miniIFUs con alta resolución espectral (20000); Este modo del instrumento aún no ha sido comisionado y los retrasos están afectando a la planificación del programa - En concreto algunos de los miembros del equipo que participan ya no están en el IAC; Esto es una oportunidad para mantener colaboración con Edimburgo y el CEFGA.

Se sigue con estudios teóricos para el modelado detallado del reciclaje de los productos de la SN en el medio circundante; es un asunto central ya que las SN producen energía, metales y también polvo. Los trabajos llevan a demostrar que el polvo no se destruye únicamente; se sigue ahondando en la hidrodinámica detalladas con nuestros colaboradores en México.

El estudio de las imágenes profundas y con alta resolución espacial continua con tiempo de observación concedido en el HST; de esta

colaboración con la Univ. John Hopkins e IBM han resultado importantes conclusiones en una muestra de galaxias pobres en metales “tadpoles”.

Los trabajos de los últimos años de nuestro equipo nos han dado la experiencia para el análisis de Surveys espectro-fotométricos y concluyen que estos Surveys son centrales para la identificación de clases y para la caracterización de las mismas. Se empezó con el Survey de COSMOS para identificar y parametrizar las galaxias con formación estelar y su estructura (número y tamaño SHARDs del Telescopio GTC para análisis de objetos a alto desplazamiento al rojo; Este Survey también permitió clasificar y caracterizar galaxias hasta $z \sim 1$.

Actualmente se está explorando otro Survey-PAU del WHT. Aunque PAU está diseñado para hacer cosmología y estudiar la distribución de materia del Universo, se ha propuesto el uso de los archivos para la búsqueda de objetos con líneas de emisión- galaxias con formación estelar reciente. El campo de PAU es de varios grados y permite estudiar galaxias cercanas. Se analizarán las SED, se definirán clases usando algoritmos de “Machine Learning” y se caracterizará cada clase con programas clásicos como CIGALE.

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

Ignacio Martín Navarro.

Eirini Angeloudi, Marc Balcells Comas, Alina Boecker, Lilian F. Domínguez Palmero, Jesús Falcón Barroso, Anna Ferré Mateu, Ignacio A. Ferreras Páez, Iveth Gaspar Gorostiera, Giulia Golini, Marc Huertas-Portocarrero Company, Adam Thomas Knowles, Adriana D. Lorenzo-Cáceres Rodríguez, Pablo Rodríguez Beltrán, Laura Scholz Díaz, Zahra Sharbaf, Ignacio Trujillo Cabrera, Alexander Vazdekis Vazdekis y Daniel Walo Martín.

Colaboradores del IAC: Carlos Allende Prieto, Andrés Asensio Ramos, Giuseppina Battaglia, Christopher Brook, Claudio Dalla Vecchia, Arianna Di Cintio, Johan H. Knapen Koelstra, Jairo Méndez Abreu, Matteo Monelli, Cristina D. Ramos Almeida y Jorge F. Sánchez Almeida.

J. Anghthopo (Univ. College Londres, Reino Unido); E.R. Carrasco (Gemini Obs./AURA, La Serena, Chile); R. Leaman (Univ. de Viena, Austria); F. Buitrago Alonso, S. Raji (Univ. de Valladolid); A. Chies Santos (UFGRS, Porto Alegre, Brasil); F. La Barbera (Obs. de Capodimonte, Italia); M. Akhlaghi, R. Infante Sainz (CEFCA); D. Zaritsky (Steward Obs. - Univ. de Arizona, EEUU); R. Peltier (Kaptein Inst., Países Bajos); P. Sánchez Blázquez (UCM); V. Quilis Quilis (Univ. de Valencia); S. Cassisi (INAF, Obs. d'Abruzzo, Italia).

Introducción

Entender la formación y evolución de las galaxias es, sin duda alguna, uno de los grandes retos de la Astronomía actual. La acumulación observacional de datos de gran calidad en los últimos años permite explorar con gran detalle las propiedades de las galaxias cercanas y con creciente precisión la naturaleza de estos objetos a $z \sim 1$. Sin embargo, a día de hoy no existe un consenso de cómo se produce la evolución desde la población de objetos lejanos hasta las galaxias actuales. La razón principal para este disenso es la intrínseca complejidad del fenómeno de la formación de las galaxias. De hecho, dentro del paradigma actual, la formación y evolución de las galaxias se entiende como resultado de una combinación compleja de agrupamientos jerárquicos, disipación de gas, fusiones y evolución secular. Mientras que la gravedad guía el ensamblaje

de las estructuras cósmicas, el gas se enfría en el centro de los halos de materia oscura y forma un disco, que adquiere momento angular a través de los torques de marea producidos por las estructuras cercanas. El gas finalmente se enfría y forma estrellas. Una vez se han formado estas galaxias primigenias, se espera que las fusiones entre ellas den lugar a la población de objetos tanto espirales como elípticos que observamos en la actualidad. En función de qué tipo de componente sea dominante (gas o disipativa frente a estrellas o no disipativa) durante la fusión de las galaxias, el resultado de los mecanismos de fusión puede ser muy distinta.

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

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

Modelos de síntesis de poblaciones estelares

- Desarrollo de modelos de poblaciones estelares
- Métodos de análisis para el estudio de poblaciones estelares
- Universalidad de la IMF

Evolución cósmica de galaxias

- Poblaciones estelares en cúmulos de galaxias
- Evolución de galaxias masivas
- Ciencia a bajo brillo superficial
- Simulaciones numéricas y aprendizaje automático

Procesos evolutivos en galaxias cercanas

- Cartografiados locales
- Cinemática estelar
- Agujeros negros como moduladores de la formación estelar

Hitos

Primera imagen de la luz ultracumular obtenida con el Telescopio JWST.

Primera Luz del instrumento WEAVE en el Telescopio WHT.

Caracterización del efecto de los halos de materia oscura en la componente estelar de las galaxias.

Medida precisa de la formación estelar residual en galaxias reliquias cercanas.

Desarrollo y resultados

La producción científica de TRACES ha seguido teniendo este año un marcado carácter multidisciplinar. Siguiendo las líneas maestras descritas en la introducción, los principales resultados de 2022 pueden resumirse de la siguiente manera:

Modelos de síntesis de poblaciones estelares

- Desarrollo de modelos de poblaciones estelares

Se ha hecho un set de mallas con diferente metalicidad para crear librerías semi-empíricas de espectros estelares. Se han elaborado mallas para cubrir dos submuestras de bibliotecas estelares: la X-Shooter Stellar Library (XSL) y la librería MILES. La primera submuestra corresponde a estrellas candidatas solares y la segunda a gigantes rojas. Se han obtenido los espectros teóricos con los parámetros de las estrellas pertenecientes a las submuestras de la XSL y MILES. Se terminó de realizar la configuración y los preparativos para lanzar en el servidor de la PALMA una malla que cubra los parámetros estelares de todas las estrellas de ambas librerías, XSL y MILES. Se ha trabajado en los nuevos modelos de poblaciones estelares semiempíricos cubriendo un rango de edades, metalicidades, $[\alpha/\text{Fe}]$, e IMFs. Se ha avanzado así mismo en el artículo de presentación de estos modelos. Se han investigado los nuevos parámetros estelares de la librería MILES para implementarlos en la nueva versión completamente empírica de los modelos. Se ha publicado la tercera versión de la biblioteca estelar espectral XSL, que cubre el rango 0.3-2.3 micras a resolución 10.000. Asimismo, se han publicado los primeros modelos de poblaciones estelares basados en la XSL.

- Métodos de análisis para el estudio de poblaciones estelares

Durante este año se ha producido la maquinaria computacional para la extracción de

variaciones de brillo superficial (SBF) y se ha estudiado las posibilidades de una detección correcta de la SBF en diversas condiciones. Se está escribiendo un artículo exponiendo los resultados encontrados. Además, se ha asistido a varios congresos donde se han presentado dichos resultados. Se ha investigado la utilidad de usar los nuevos modelos SSP en el régimen UV para recuperar poblaciones super jóvenes en galaxias ETGs. A parte de publicar un artículo acerca de dicha contribución en una galaxia reliquia (Salvador-Rusiñol 2022), se ha investigado si es factible usar la técnica del full-spectral fitting en dicho rango. Se han trabajado en el análisis de las poblaciones estelares de una muestra de galaxias ultradifusas y su comparación con simulaciones. También se ha empezado un estudio similar para obtener gradientes. También en relación a objetos de baja masa, se han estudiado las abundancias relativas de elementos químicos en galaxias enanas esferoidales en el cúmulo de Fornax, encontrándose un patrón que difiere del entorno solar. Se ha estudiado la existencia de cúmulos globulares de la Vía Láctea que, a juzgar por las líneas de absorción de Balmer, aparentan ser más jóvenes. Se ha encontrado que ello es debido a un exceso de He con respecto a la mayoría de los cúmulos globulares con la misma metalicidad. También se ha realizado este año la definición formal del concepto de entropía de espectros, para poder analizar, de modo independiente a modelos, la contribución de las poblaciones estelares en galaxias. Este trabajo se hizo en colaboración con colegas de UCL (UK) y el Flatiron Institute (EEUU) está en proceso de refereo.

- Universalidad de la IMF

Se han dado los primeros pasos hacia el estudio de función inicial de masa en poblaciones estelares jóvenes. Las primeras herramientas desarrolladas se han aplicado ya a datos del cartografiado TIMER (especialmente resueltos) y a datos del Sloan Digital Sky Survey. El comportamiento observado permite unificar la universalidad de la IMF observada en la Vía Láctea con las variaciones de la IMF medidas en galaxias masivas. La masa y densidad estelar se refuerzan como parámetros principales que controlan la forma de la IMF.

Evolución cósmica de galaxias

- Galaxias y materia oscura

Se ha terminado el trabajo que sigue a Scholz-Díaz et al. 2022 (ya está aceptado para publicación en MNRAS) en el que se estudian las historias de formación estelar de galaxias cercanas de SDSS en términos de sus halos de

materia oscura y la star-forming main sequence. Se está trabajando en el estudio de las propiedades bariónicas de galaxias cercanas del Survey CALIFA en términos de sus masas totales (obtenidas con modelados dinámicos), con el objetivo de ver la relación que tienen las propiedades de las galaxias con sus halos de materia oscura desde un punto de vista más observacional. Se ha continuado el estudio del efecto de entorno en el proceso de formación de galaxias a través del espacio de fases proyectado (PPS), en colaboración con varios colegas en Brasil, Austria y Taiwán. Se completó un análisis de las poblaciones estelares en galaxias “backsplash” que han experimentado una interacción en las zonas centrales de los cúmulos, pero se encuentran fuera del radio del virial. Hay una señal que sugiere un exceso de galaxias con formación estelar débil/ausente cuando la velocidad proyectada es baja, confirmando, en parte, los resultados de las simulaciones numéricas. Se continúa el trabajo centrado en la relación concentración – masa del virial en galaxias/halos observados a través del efecto de lente gravitatorio fuerte. Fue publicada una letter comparando sistemas reales con simulaciones y un trabajo más extenso está en preparación para el 2023.

- Evolución de galaxias masivas

Combinando datos de SHARDS (GTC) y de HST, se encontró que los bulbos de galaxias masivas se forman antes, y más rápido, que los discos, y que los bulbos de galaxias menos masivas se forman en épocas más tardías. En cuanto al estudio y caracterización de galaxias reliquias masivas, se ha hecho un estudio diferencial entre NGC1277 y NGC1278. También se ha participado en diferentes artículos de la colaboración INSPIRE, y se han buscado nuevas candidatas en MANGA. Se ha discutido la historia de formación estelar de las galaxias masivas a través de la ventana espectral infrarroja, encontrándose que las distintas absorciones de CO en las bandas H y K son más intensas que las predicciones de los modelos de poblaciones estelares. También se encontró un resultado similar para la galaxia reliquia compacta prototipo NGC1277 que, al ser muy vieja, descarta que la fuerte absorción de CO sea debida a poblaciones estelares de edades intermedias. También se ha estudiado NGC1277 en la inexplorada ventana espectral Ultra-Violeta encontrándose fracciones inferiores al 1% de contribuciones de poblaciones estelares más jóvenes que 1 Ga.

- Ciencia a bajo brillo superficial

Se ha continuado con el análisis de imágenes ultraprofundas para el estudio de diversos aspectos relacionados con el universo de bajo brillo superficial. Se ha analizado la población de cúmulos globulares en galaxias ultra-difusas con radios efectivos grandes en el cúmulo de Coma (Saifollahi et al. 2022) para estudiar si su número de globulares es anormalmente alto. Se ha encontrado que este no es el caso. También hemos caracterizado el tamaño de una gran muestra de galaxias utilizando una nueva definición de tamaño que usa el radio donde acaba la formación estelar como indicador (Chamba et al. 2022). Se ha encontrado que a igual masa estelar las galaxias de tipo más tardío tienen tamaños más grandes. Finalmente, se han utilizado las nuevas imágenes del telescopio espacial JWST para explorar la luz intracumular con un detalle sin precedente (Montes & Trujillo 2022). Se ha continuado con el desarrollo de las herramientas de reducción de datos para adaptarlos a distintos telescopios y cámaras (ej. LBT, Gemini, WHT y GTC), profundizándose en el entendimiento de efectos sistemáticos en las imágenes finales. Se ha trabajado también en la construcción y substracción del efecto de la PSF, así como en la caracterización de su influencia en las medidas obtenidas. Finalmente, se han mejorado las técnicas de ajuste de los perfiles de brillo superficial en una y dos dimensiones, caracterizando la morfología interna y las propiedades externas de bajo brillo en las galaxias. En particular se han estudiado fotométricamente dos galaxias con bajo contenido en materia oscura con el telescopio Gemini, entendiendo su(s) mecanismos de formación usando las colas de marea observadas.

- Simulaciones numéricas y aprendizaje automático

Se ha realizado una colaboración internacional con el grupo de simulaciones numéricas del Observatorio de Leiden liderado por J. Schaye. En esta colaboración el que se ha hecho una comparación con los resultados observacionales obtenidos en Scholz-Díaz et al. 2022, artículo que recoge los resultados del estudio de poblaciones estelares de galaxias cercanas de SDSS en un contexto cosmológico. Hemos combinado técnicas de aprendizaje automático con la última generación de simulaciones cosmológicas numéricas (EAGLE y IllustrisTNG) para derivar la fracción de material acregado en galaxias usando para ellos la distribución bidimensional de cantidades observadas como la masa estelar, la cinemática y las poblaciones estelares. Se han entrenado redes

neuronales que pueden predecir esta fracción de material acretado con un 2% de error. Se han entrenado además modelos cruzados de las distintas simulaciones para cuantificar la dependencia de la física no resuelta en las mismas.

Procesos evolutivos en galaxias cercanas

- Cartografiados locales

Se ha contribuido a la dirección y ejecución del montaje del instrumento WEAVE en el Telescopio WHT. Se ha participado en extensas campañas de observación para la caracterización del telescopio y el instrumento, y se ha llevado a cabo el comisionado del modo LIFU de WEAVE. Se han ejecutado, publicado y divulgado las observaciones científicas de primera luz de WEAVE, sobre el Quinteto de Stephan. Se ha colaborado con el equipo SHARPS en el estudio de la época de formación de los bulbos centrales de galaxias de disco. Se han completado varios de los preparativos necesarios para el comienzo del Survey WEAVE-Apertif. Además, ha concluido el trabajo dentro de la colaboración Fornax3D, de la que se han publicado 5 artículos relacionados con el mismo abarcando temas desde el impacto del entorno en los gradientes de metalicidad del gas ionizado hasta la conexión entre la distribución de las órbitas en las galaxias observadas con su función inicial de masas.

- Cinemática estelar

Se ha completado el trabajo de tesis de D. Walo Martín publicando dos artículos sobre los mecanismos físicos que regulan la forma del elipsoide de velocidades estelares. Se ha continuado a su vez investigando la posible relación entre la distribución orbital de las galaxias y las variaciones en la IMF.

- Procesos de retroalimentación como reguladores de la formación estelar

Se completó el trabajo de estimación de “outflows” en galaxias con formación estelar intensa, explorando la no-Gaussianidad de las líneas de emisión. Este trabajo se centró en espectros del Sloan Digital Sky Survey, y forma parte de la tesis doctoral de B. Yu (UCL). Se terminó y publicó así mismo un trabajo que demuestra que las historias de formación de las galaxias que actualmente presentan actividad nuclear ya están en proceso de terminar su formación estelar, encontrando a su vez que los halos de materia oscura que las rodean tienen un papel importante en su evolución.

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

Johan H. Knapen.

John E. Beckman Abramson, Sebastián Comeron Limburg, Zohreh Ghaffari, Javier Román García, David Rosado Belza, Pablo M. Sánchez Alarcón, Elham Saremi y Regina Sarmiento.

Colaboradores del IAC: Helmut Dannerbauer, Jesús Falcón Barroso, Marc Huertas-Portocarrero Campany, Cristina D. Ramos Almeida e Ignacio Trujillo Cabrera.

H. Salo (Univ. de Oulu, Finlandia); C. Collins, I Stelle, S. Longmore, H. Jermak (Univ. Liverpool John Moores, Reino Unido); R. Peletier, S. Trager, M. Wilkinson, M. Biehl, T. Saifollahi (Groningen, Países Bajos); R. Beswick (Univ. de Manchester, Reino Unido); I. McHardy (Univ. Southampton, Reino Unido); B. Dullo, A. Gil de Paz (UCM); S. Courteau (Queens, Canadá); S. Kaviraj A. Watkins (Hertfordshire, Reino Unido); S. Brougr, C. Martínez-Lombilla (UNSW); Y. Ascasibar (UAM); S.F. Sánchez (UNAM, México); H. Ibarra Medel (Illinois Urbana Campaign, EEUU); A. Pillepich (MPIA, Heidelberg, Alemania); R. Nevin (Univ. de Harvard, EEUU); K.M. Hess (IAA); J. Román (ULL-Univ. de Groningen, Países Bajos).

Introducción

Nuestro grupo es bien conocido y respetado internacionalmente por nuestro trabajo innovador en varios aspectos de la estructura y la evolución de las galaxias espirales cercanas. Usamos principalmente observaciones en varias longitudes de onda, explotando las sinergias que nos permiten responder a las preguntas más pertinentes sobre las propiedades principales de las galaxias, y cómo las galaxias han evolucionado hasta su forma actual. Usamos imágenes y espectroscopia, en el ultravioleta, óptico, infrarrojo, milimétrico y radio, usando al máximo los observatorios a nuestra disposición en España, en la ESO y en otros sitios, combinando los datos con herramientas de análisis modernas. El éxito de esta forma de trabajar se puede medir en las oportunidades de trabajo que se presentan a los que fueron miembros del grupo, en el número y de la calidad de las colaboraciones con científicos importantes, en las citas a nuestro trabajo, y en las invitaciones para organizar o hablar en los congresos más importantes en el campo.

En los últimos años nuestro grupo ha puesto mucho énfasis en abrir nuevas líneas de investigación conjuntas con informáticos, considerando el cambio de paradigma que está por venir debido a las enormes cantidades de datos que pronto producirán telescopios como LSST, Euclid y SKA. Colaboramos con informáticos en la preparación de herramientas de análisis, incluyendo para la detección de estructura a partir del ruido, la corrección para la luz dispersa y los cirros de nuestra Vía Láctea, y el uso de técnicas basadas en Machine Learning. Así, una vez los telescopios Euclid (2023) y LSST (2024) empiecen a producir sus enormes conjuntos de datos, nuestro grupo estará preparado para analizarlos y extraer la ciencia.

Hitos

Descubrimiento de que la galaxia reliquia NGC 1277 es extremadamente pobre en materia oscura, lo que puede dar pistas sobre cómo se forman este misterioso tipo de objetos.

La fracción de galaxias perturbadas se correlaciona con el tipo de disco para nuestra muestra de galaxias aisladas.

Descubrimiento del Giant Coma Stream. Una gigantesca corriente estelar, de extremo bajo brillo superficial, que podría proporcionar información sobre la naturaleza de la materia oscura en futuros trabajos.

Desarrollo, por primera vez, de un pipeline genérico para la obtención de imágenes de bajo brillo superficial en el NIR en el IAC.

Desarrollo y resultados

S. Comeron Limburg: Las galaxias reliquias son galaxias tempranas extremadamente compactas que no han acrecido una envoltura de estrellas. Se ha observado la galaxia reliquia NGC 1277 con el espectrógrafo de campo integral George and Cynthia Mitchel spectrograph (GCMS). Las observaciones también cubrieron la galaxia temprana estándar NGC 1278, que se ha usado a efectos de comparación. Se ha obtenido la cinemática resuelta de los dos objetos y se ha producido un modelado de Jeans para determinar su fracción de materia oscura y su distribución. Se ha descubierto que por una parte NGC 1278 tiene un halo de material oscura compatible con lo esperado a partir de modelos, mientras que NGC 1277 no tiene materia oscura detectable dentro de los 6 kpc que se han trazado (cinco radios efectivos). Se propone que el hecho que NGC 1277 sea pobre en materia oscura puede explicar su condición de galaxia reliquia ya que, en la ausencia de un halo de materia extendido, el efecto de la

fricción dinámica se ve fuertemente reducido, por lo que disminuye el acrecimiento de satélites.

D. Rosado Belza: Se ha completado el estudio de la evolución de las diferentes fases del gas (gas atómico, molecular e ionizado) en una muestra de 24 galaxias inmersas en distintas etapas de un proceso de fusión de galaxias. Para ello se emplearon datos de H α de CALIFA para trazar el gas ionizado, de CO de EDGE-CALIFA para trazar el gas molecular y HI de VLA y WHISP para el gas atómico. Parte de este trabajo se desarrolló con la colaboración de K. Hess, investigadora del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA). Se estudiaron los cambios en la morfología de estas galaxias mediante el empleo de parámetros relacionados con la simetría en mapas de momento-0. Se analizaron los cambios en estos parámetros para cada fase del gas a lo largo del esquema de evolución de fusiones menores de galaxias propuesto en Veilleux et al. 2002. Así mismo se compararon las diferentes tendencias de cada parámetro con el fin de ver si era posible usar los cambios observados para una fase del gas como predictor de cambios en las otras. Los resultados obtenidos hasta ahora figuran como un capítulo de la memoria de tesis de D. Rosado Belza. Posteriormente se espera poder añadir más datos a fin de completar la información de la muestra ya existente. Del mismo modo también se desea añadir galaxias aisladas a la muestra a fin de ampliar el estudio.

R. Sarmiento: Se generó una muestra de 10,000 galaxias simuladas que emulan observaciones de espectroscopía de campo integral (MaNGA). El artículo que describe cómo se generaron los datos y una comparación con la muestra real observada fue enviado a la revista *Astronomy & Astrophysics*. La muestra simulada será usada en futuros proyectos del grupo.

P.M. Sánchez Alarcón: Se ha explorado los saltos en los discos en los perfiles de brillo superficial de 25 galaxias aisladas. Se ha obtenido imágenes con límites de bajo brillo superficial de ~ 29 - 30 mag arcsec $^{-2}$ y perfiles de brillo superficial hasta 32 mag arcsec $^{-2}$. Se ha encontrado que las galaxias aisladas tienen considerablemente más perfiles de brillo de disco puramente exponenciales (Tipo-I) y menos perfiles de brillo con saltos ascendentes (Tipo-III) que las galaxias de campo o pertenecientes a cúmulo. Las únicas dos galaxias que muestran perfiles de Tipo-III presentan signos de actividad de interacciones mayores en el pasado. Se ha encontrado una clara actividad de inte-

racción menor en algunas de las galaxias con perfiles exponenciales o de saltos descendente (Tipo-II), y una fracción mayor de galaxias interaccionando entre las que tienen perfiles de Tipo-III que entre las que tienen perfiles exponenciales.

J. Román García: Se ha llevado a cabo todo el análisis necesario para empezar la fase de análisis y resultados del HERON Coma Cluster Project. Este es un Proyecto de colaboración internacional con el objetivo de proporcionar un estudio sin precedentes en el régimen de ultra-bajo brillo superficial del Cúmulo de Galaxias de Coma. Más de 100 horas de tiempo observacional con el telescopio del proyecto HERON fueron empleadas. Todos los datos se encuentran procesados y actualmente 2 artículos se encuentran en fase de análisis previo a envío: 1- Nosotros presentamos el Giant Coma Stream, esta es la corriente estelar más débil jamás detectada mediante fotometría integrada, con un brillo superficial máximo de 29.5 mag arcsec $^{-2}$ en banda g, y un tamaño de ~ 500 kpc. Este artículo se encuentra en fase previa al envío a *Nature*. 2- Realizaremos un estudio de los halos estelares de galaxias individuales y del halo de intracluster-light de Coma.

Z. Ghaffari: Tras un año de trabajo, disponemos de un pipeline para el Telescopio VISTA que reduce los datos desde cero y es capaz de reducir 300 deg 2 relacionados con el proyecto SHARKS para el que trabajo. Mostramos por primera vez los resultados de una gran galaxia, NGC4030, observada, reducida y analizada en régimen de bajo brillo superficial. El borrador de los resultados con mi nombre como primer autor está en curso.

J. Knapen: Como parte de nuestra preparación para las próximas observaciones ópticas profundas y en el infrarrojo cercano de Euclid y LSST, se publicó un artículo en el que se analizaba hasta qué punto pueden detectarse las características de las mareas en la periferia de las galaxias a partir de imágenes simuladas profundas, y cómo pueden trasladarse estos resultados a las nuevas imágenes de LSST. También se ha publicado otro artículo en el que se analiza en detalle cómo se observará el Universo de brillo superficial ultrabajo con Euclid.

MACHINE LEARNING Y DEEP LEARNING EN ASTROFÍSICA (P/302000)

Marc Huertas-Portocarrero Company.

Eirini Angeloudi, Andrés Asensio Ramos, Christopher Brook, A. Di Cintio, Jesús Falcón Barroso, Tobías Felipe García, Ignacio A. Ferreras Páez, Elena García Broock, Regina Sarmiento, Jesús Vega Ferrero, Andrés Vicente Arévalo y Carlos Westendorp Plaza.

Colaboradora del IAC: Johan H. Knapen Koelstra y María J. Martínez González.

A. Dekel, O. Ginzburg (Univ. de Jerusalén, Israel); F. Lanusse (Univ. de Berkeley, California, EEUU); D.C. Koo (Univ. de California, EEUU); A. Pillepich (MPI, Heidelberg, Alemania); M. Bernardi (Univ. de Pennsylvania, EEUU); H. Domínguez-Sánchez (CEFCO); H. Bretonnière (Univ. de California, EEUU); C. Díaz Baso, J. de la Cruz Rodríguez (Univ. de Estocolmo, Suecia); M. Cheung (Lockeed Martin Solar & Astrophysics Lab., EEUU); I. Milic, A. Muñoz Jaramillo (National Solar Obs., EEUU); C. González Fernández (Univ. de Cambridge, Reino Unido); S. Díaz (Leibniz Inst. for Solar Physics, Alemania).

Introducción

Proyecto interno de investigación transversal que pretende aglutinar el know-how en Machine Learning y Deep Learning en el IAC. En estos momentos, las aplicaciones de Machine Learning se realizan en algunas líneas de investigación del IAC pero no existe un proyecto que haga de framework general. La idea es que este proyecto encapsule el conocimiento de Machine Learning en el centro y sea el punto de consulta o discusión para cualquier problema relacionado con el Machine Learning. En este sentido, es una línea de investigación un poco peculiar por su transversalidad y carácter consultivo, pero creemos que puede generar la semilla para crear un ambiente de colaboración entre diferentes líneas de investigación del IAC en torno al tema del Machine Learning.

Desarrollo y resultados

A continuación, una descripción detallada de la actividad que se ha llevado a cabo.

R. Sarmiento: Se ha generado una muestra de 10.000 galaxias simuladas que emula los datos espectroscópicos de campo integral de MaNGA. Se ha enviado a la revista *Astronomy & Astrophysics* un artículo que describe cómo se generaron los datos y una comparación con

los datos observados reales. La muestra simulada se utilizará en futuros proyectos del grupo.

E. Angeloudi: Combiné técnicas de aprendizaje automático con simulaciones cosmológicas de última generación (EAGLE e IllustrisTNG) para inferir la fracción de masa estelar ex-situ de las galaxias a partir de mapas 2D observables de sus propiedades físicas (por ejemplo, masa estelar, cinemática, edad estelar y metalicidad). He entrenado redes neuronales que pueden predecir la fracción de masa estelar ex situ con un error del 5% a partir de los gradientes. Además, he entrenado modelos a través de diferentes simulaciones para cuantificar la deriva de dominio entre simulaciones y he desarrollado formas de eliminar su efecto, como técnicas de adaptación de dominio de aprendizaje automático.

C. Westendorp Plaza: Interpolación de atmósferas de modelos estelares. Se desarrolló un interpolador profundo (iNNterpol) utilizando un autoencoder para la reducción dimensional dentro de una red neuronal profunda. Se puso a punto para los modelos ATLAS9, MARCS y se ajusta para los modelos PHOENIX. Artículo en desarrollo.

C. Westendorp Plaza: Imágenes de satélite de super-resolución para el instrumento DRAGO (IACTEC). A partir de imágenes del satélite DRAGO lanzado por la división tecnológica IACTEC, se aplicó un método DL para conseguir una super-resolución en un factor de 3 sobre los datos originales e igualando a las actuales técnicas tradicionales de imagen por software.

C. Westendorp Plaza: Deep Learning para la detección precoz del cáncer colorrectal (CCR) junto con la división de Anatomía Patológica del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (HUC). Se aplicó un modelo ya desarrollado por Yu et al. (2021) a los datos del HUC. Se ha desarrollado un prototipo en una máquina dedicada del HUC que se espera que esté operativa en 2023.

A. Asensio Ramos: Hemos propuesto una red neuronal gráfica para la solución muy rápida de problemas de transferencia radiativa del equilibrio termodinámico. El método se entrena para predecir los coeficientes de salida, lo que permite la síntesis e inversión de líneas no LTE en tiempos computacionales similares a las líneas en LTE.

A. Asensio Ramos: Hemos propuesto un modelo para la inferencia bayesiana amortizada de la temperatura superficial en rotadores rápidos mediante Doppler. superficial en rota-

dores rápidos mediante imágenes Doppler. El modelo utiliza flujos normalizadores condicionados a las observaciones mediante Transformadores. El modelo puede producir miles de muestras de la posterior por segundo, lo que nos permite estimar la fiabilidad de la temperatura de la superficie.

A. Asencio Ramos: Hemos propuesto un método muy rápido para muestrear a partir de la distribución de probabilidad bayesiana posterior Bayesiana al inferir propiedades físicas a partir de la interpretación de los de los perfiles de Stokes. El método se basa en el uso de flujos normalizadores condicionados en los perfiles de Stokes y se puede utilizar para detectar ambigüedades, degeneraciones e incertidumbres en la temperatura, velocidad y campo magnético en la atmósfera solar.

J. Vega Ferrero: Análisis de las primeras observaciones del JWST del sondeo CEERS ERS. Desarrollo de un algoritmo autosupervisado para estudiar las morfologías de galaxias de $z > 3$. Los resultados se reflejan en un artículo del primer autor que se acaba de presentar a la colaboración para su revisión interna. Revisión interna (Vega-Ferrero, Huertas-Company et al. 2023)

M. Huertas-Portocarracero Company: Supervisión de 3 doctores (H. Bretonniere, E. Angeloudi, R. Sarmiento) + 1 postdoc (J. Vega)

M. Huertas-Portocarracero Company: Invited review paper on deep learning applied to galaxy formation and cosmology in PASA.

M. Huertas-Portocarracero Company: Presentación de propuesta de Red Doctoral Marie Curie como IP: ALLIANCE (noviembre 2023). El Proyecto trata sobre la explotación de datos de Euclid y JWST con aprendizaje profundo avanzado.

M. Huertas-Portocarracero Company: Liderazgo de los paquetes de trabajo de morfología y ML de Euclid. Desarrollo de herramientas para mediciones de morfología de galaxias en el pipeline del Segmento Terrestre.

J. Falcón Barroso: Supervisión de un estudiante de verano (A. Banguera Ruíz) para desarrollar un proyecto de creación de una CNN para predecir las propiedades de la población estelar de galaxias asumiendo dos brotes de formación estelar.

VARIABILIDAD EN NÚCLEOS ACTIVOS DE GALAXIAS: ESTUDIOS MULTIFRECUENCIA (P/301806)

José A. Acosta Pulido.

María J. Arévalo Morales, Josefa Becerra González, Carlos Lázaro Hernando y Jorge Otero Santos.

Colaboradores del IAC: Rosa Clavero Jiménez, Mireia Nievas Rosillo y Jorge A. Pérez Prieto.

M.I. Carnerero Martín, C.M. Raiteri, A. Capetti (Obs. Astronómico de Torino-INAf, Italia), F. D'Ammando (Univ. Bolonia, Italia), N. Castro Segura (Astronomy Group, Univ. de Southampton, Reino Unido).

Introducción

Los núcleos activos de galaxias (AGN por sus siglas en inglés) se caracterizan por una potente emisión proveniente de una región muy compacta (solo pocos pcs) en el centro de la galaxia. Los “blazars” son una categoría de AGNs, caracterizados por mostrar una alta luminosidad en un amplio rango de frecuencia, desde radio a altas energías (rayos X y gamma), y también variabilidad extrema y alta polarización en el visible, infrarrojo cercano y radiosondas. La distribución espectral de energía muestra dos máximos: uno a baja frecuencia, de radio al óptico, y a veces rayos X; y el de alta frecuencia de rayos X a gamma. El escenario más aceptado para explicar estas propiedades sugiere que la emisión proviene de un chorro de partículas aceleradas a velocidades relativistas, muy alineados con la línea de visión y originándose en las proximidades de un agujero negro supermasivo. En estas condiciones, la emisión del chorro es fuertemente amplificada y fácilmente supera la del resto de la Galaxia.

Hoy en día, un número considerable de “blazars” está siendo monitorizado diariamente por los observatorios espaciales de altas energías, Fermi y AGILE. Los “blazars” también destacan en radiación gamma de muy alta energía, donde llevan a cabo las observaciones los telescopios Cherenkov desde tierra. Por tanto, programas de seguimiento simultáneo son necesarios para aprender más acerca del comportamiento impredecible en este tipo de AGNs, igualmente que para entender en más detalle los procesos físicos que tienen lugar.

En este Proyecto se cubren dos aspectos: por una parte, se pretende proporcionar observa-

ciones de seguimiento en los rangos visibles e infrarrojos usando los telescopios disponibles en los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos. Estas observaciones se llevan a cabo dentro del marco de una colaboración más extensa, la GASP-WEBT, que incluye alrededor de otros 30 observatorios. Esta es la única forma de capturar todas las fases (subida, pico y caída) de los aumentos de flujo, o fulguraciones, que son críticas para los modelos teóricos para las altas energías. Por otra parte, se analizarán largas series temporales (varios años) tomadas en diferentes rangos de energía, buscando correlaciones entre bandas y también cualquier tipo de variaciones periódicas que puedan indicar precesión del chorro, presencia de un sistema binario de agujeros negros o cualquier otro mecanismo. Igualmente se analizarán distintos tipos de fulguraciones que debido a lo impredecible que aparecen se hará en términos estadísticos.

Hitos

Se ha realizado una descomposición de la emisión espectral de una muestra de blázares con una técnica de reducción dimensional que permite separar las diferentes contribuciones a la emisión visible de estos objetos (jet, emisión de la galaxia, región de líneas anchas y disco de acrecimiento). Publicado en Otero-Santos, Acosta-Pulido, Becerra et al 2022 (MNRAS).

Se han identificado varios blázares candidatos a presentar variaciones periódicas en su emisión, algunos de ellos presentados por primera vez en la literatura. Los resultados han sido interpretados en el marco de los modelos más utilizados que explican este tipo de variabilidad. Publicado en Otero-Santos, Peñil, Acosta-Pulido et al 2023 (MNRAS).

Se ha encontrado un patrón de variación quasiperiódica de 13 horas en la emisión de BL Lac en banda R. Este comportamiento persiste durante casi 1 mes, mientras el objeto se encuentra en un periodo de máxima actividad. Publicado en Jorstad et al, 2022 (Nature).

Desarrollo y resultados

Variabilidad espectral

Se ha concluido y publicado el estudio estadístico de la variabilidad espectral en el rango visible de una muestra de blázares utilizando los datos tomados por el Observatorio Steward en Arizona (EEUU). Se ha utilizado la técnica de reducción de dimensionalidad de Factorización No-Negativa de Matrices (NMF por sus siglas en inglés) para modelar y re-

construir la variabilidad espectral de las fuentes estudiadas, utilizando un número reducido de componentes que son fácilmente asociables a las diferentes partes de cada fuente (jet relativista, emisión estelar de la galaxia, disco de acrecimiento y región de líneas anchas). También se han podido identificar comportamientos interesantes en la evolución del color, distinguiendo diferentes comportamientos según los diferentes tipos de blázares, que se pueden explicar de acuerdo a las componentes derivadas de la reconstrucción a través del NMF. Los resultados se han publicado a principios de año en la revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (Otero-Santos et al., 2022a).

Monitorizado en luz visible

Se ha continuado con el programa de monitorizado en el rango visible de una muestra de blázares, que se está llevando a cabo desde 2011, utilizando los telescopios del observatorio del Teide (IAC80, Stella, Las Cumbres y PIRATE). Parte de los datos se han incluido en las publicaciones sobre BL Lac y Mrk 501 lideradas por S. Jorstad (Univ. de Boston) y la colaboración MAGIC, respectivamente.

Búsqueda de Periodicidad

Se ha finalizado la búsqueda sistemática de periodicidad en la emisión multifrecuencia de una muestra de blázares emisores de rayos gamma. Para ello se han utilizado datos de luz total y polarizada en el rango visible del espectro electromagnético tomados a lo largo de 10 años por el Observatorio Steward, complementados por otros programas de monitorizado como el llevado a cabo a través del uso de bases de datos públicas como por ejemplo SMARTS, CATALINA o KAIT, colaboraciones internacionales con C.M. Raiteri y la colaboración WEBT, o el programa de monitorizado de blázares llevado a cabo por el grupo para la construcción de las curvas de luz. Además, se han utilizado datos en la banda de radio de 15 GHz del telescopio OVRO, y en rayos gamma de alta energía del satélite Fermi y su instrumento LAT. Se han identificado varios candidatos prometedores a presentar emisión periódica, que se han interpretado dentro de los dos modelos más comunes en la literatura: la presencia de un sistema binario de agujeros negros supermasivos o el desarrollo de estructuras helicoidales o campos magnéticos helicoidales en el jet relativista. Los resultados serán publicados en *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (Otero-Santos et al., 2023; arXiv:2210.16327). En otro estudio sobre la actividad mostrada por el objeto BL

Lac, liderado por S. Jorstad, se ha encontrado que las variaciones de la emisión en banda R muestran un patrón quasiperiódico de periodo próximo a 13 horas durante aproximadamente 1 mes.

Variabilidad en luz polarizada

Se ha terminado el análisis de variabilidad de la emisión visible polarizada de la muestra de blázares estudiada a través del uso de la técnica NMF y publicada en Otero-Santos et al. (2022a). Se han aprovechado los datos espectropolarimétricos del Observatorio Steward, analizando la variabilidad observada en la emisión polarizada de estos objetos de forma similar a los estudios llevados a cabo por el programa RoboPol. Se han observado diferencias significativas en el porcentaje de luz polarizada emitida en función del tipo de blazar y la frecuencia de su máximo de la emisión sincrotrón, observando que aquellos objetos con el máximo sincrotrón localizado a frecuencias menores muestran una polarización mayor. La misma relación es observada entre esta frecuencia y la variabilidad de la emisión polarizada, siendo más variables aquellos objetos con frecuencias del máximo sincrotrón menores. También se ha estudiado la evolución del ángulo de polarización, observando de nuevo diferencias en el comportamiento de los diferentes tipos de fuentes. Se ha realizado una caracterización exhaustiva de los eventos conocidos como rotaciones del ángulo de polarización. Los resultados se han enviado a la revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* para su futura publicación.

Estudio multifrecuencia del blazar 1ES 0647+250

Se ha concluido el estudio multifrecuencia del blazar 1ES 0647+250, que fue detectado por los telescopios MAGIC en diciembre de 2019 y diciembre de 2020, del que se ha realizado un estudio de su variabilidad en escalas de tiempo largas en su emisión multifrecuencia. En el marco de este grupo se ha contribuido al monitorizado visible de la fuente empleando los telescopios de Las Cumbres, el telescopio PIRATE y el Telescopio Liverpool, contribuyendo al estudio realizado por la colaboración MAGIC, y que será publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics* (MAGIC Collaboration, 2023, corresponding author: J. Otero-Santos, arXiv:2211.13268).

Estudio multifrecuencia del prototipo de blázares débiles en radio

Este estudio indica que WISE J141046.00+740511.2 es un blazar del tipo de

máximo de emisión a alta frecuencia (HBL), que emite luz altamente polarizada y que probablemente está entre los cercanos. Las observaciones obtenidas con ISIS en el WHT usando el modo de polarimetría han sido cruciales. Este objeto ha sido utilizado como prototipo de una clase de blázares que tienen emisión muy débil en radio, contrario a lo observado en blázares brillantes en radiación gamma. El estudio se publicará en *Astronomy & Astrophysics* durante el año 2023 (Marchesini et al, arXiv: 2211.08174).

COSMOLOGÍA Y ASTROPARTÍCULAS

ANISOTROPÍA DEL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS (P/308605)

Rafael Rebolo López.

Paz Alonso Arias, Mateo Fernández Torreiro, Ricardo T. Génova Santos, Carlos M. Gutiérrez de la Cruz, Carlos Hernández Monteagudo, Susana Iglesias Groth, Carlos H. López Carballo, Michael Peel y José A. Rubiño Martín.

Colaboradores del IAC: Marta C. Aguiar González, José J. Díez García, Patricia C. Fernández Izquierdo, María F. Gómez Reñásco, Roger J. Hoyland, María R. Pérez de Taoro y Afrodisio Vega Moreno.

A. Lasenby, M. Ashwown (Univ. de Cambridge, Reino Unido); E. de Lera-Acedo, L. Piccirillo, B. Watson, C. Dickinson, J. Chluba (Univ. de Manchester, Reino Unido); E. Martínez, P. Vielva, D. Herranz, R.B. Barreiro, P. Casas (IFCA, Santander); E. Artal (DIMON); F. Atrio (USAL); D. Tramonete (Purple Mountain Obs. Rep. Popular China); R. A. Sunyaev (MPA, Garching, Alemania); E. Battistelli (Univ. la Sapienza, Italia); G. Luzzi (ASI, Italia); P. Molaron (OAT-INAF, Italia); D. Milakovic (Univ. de Trieste, Italia); M. Mugica, A. Ritacco (OAC, Italia); C.J.A.P. Martins (CAUP, Portugal); M. Barsanelli, A. Mennella, M. Tomasi (Univ. de Milán, Italia); C. Baccigalupi, N. Krachmalnicoff (SISSA, Italia); O. Tajima, Y. Sueno, J. Suzuki (Univ. de Kioto, Japón); K. Lee, E. Won (Univ. de Corea, Corea del Sur); C. Otami, S. Mima (RIKEN, Japón); M. Hattori (Univ. Tohoku, Japón); J. Macías Pérez (LPSC, Grenoble, Francia).

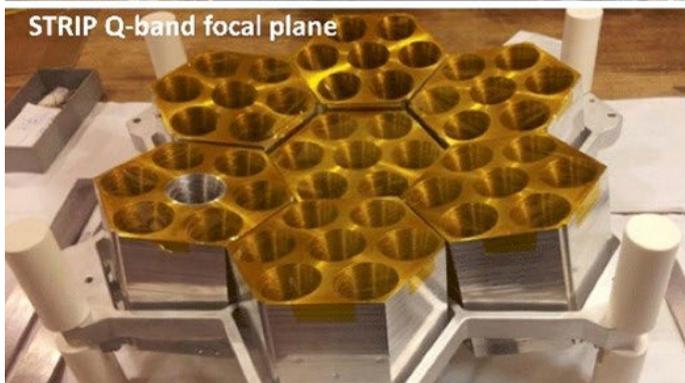
Introducción

El objetivo general de este Proyecto es determinar y estudiar las variaciones espaciales y espectrales en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas y en su Polarización en un amplio rango de escalas angulares que van desde pocos minutos de arco hasta varios grados. Las fluctuaciones primordiales en la densidad de materia, que dieron origen a las estructuras en la distribución de materia del Universo actual, debieron dejar una huella impresa en el Fondo de Microondas en forma

de irregularidades en la distribución espacial de su temperatura. Experimentos pioneros como COBE (galardonados dos de sus investigadores principales con el Premio Nobel de Física en 2006) o Tenerife demostraron que el nivel de anisotropía en escalas angulares de varios grados está en torno a una parte en cien mil. La obtención de mapas del Fondo de Microondas en varias frecuencias y con sensibilidad suficiente para detectar estructuras a estos niveles es fundamental para obtener información sobre el espectro de potencias de las fluctuaciones primordiales en densidad, la existencia de un periodo inflacionario en el Universo muy temprano y la naturaleza de la materia y energía oscura. Más recientemente el satélite WMAP ha obtenido mapas del Fondo Cósmico de Microondas que han permitido establecer cotas sobre múltiples parámetros cosmológicos con precisiones mejores que el 1%.

El Proyecto concentra sus esfuerzos en realizar medidas a más alta resolución espacial y sensibilidad que las obtenidas por este satélite. En el pasado se utilizaron con este fin experimentos como Tenerife, el IAC-Bartol o el interferómetro JBO-IAC, todos ellos desde el Observatorio del Teide. Más recientemente, el experimento interferométrico Very Small Array a 33 GHz fue operativo entre 1999 y 2008. Durante este tiempo también realizó observaciones desde el Observatorio del Teide el experimento COSMOSOMAS, cuyo objetivo era, además de la medida de las anisotropías del CMB, la caracterización de los contaminantes galácticos.

En los últimos 10 años la actividad de este proyecto se ha centrado en la explotación científica de los datos del satélite Planck, y en la construcción, la operación y la explotación científica de los datos del experimento QUIJOTE. En la actualidad, una vez el proyecto Planck ha finalizado, la actividad se centra en la explotación científica de QUIJOTE, en el desarrollo y construcción de nueva instrumentación para el proyecto QUIJOTE, en el desarrollo de nuevos experimentos que están siendo o que serán próximamente instalados en el Observatorio del Teide (GroundBIRD, LSPE-STRIP y TMS), así como en el desarrollo tecnológico y



en la preparación para la explotación científica del satélite LiteBIRD (JAXA/ESA/NASA, lanzamiento en 2029). El proyecto también explora instrumentación de CMB nueva generación en el contexto de una hoja de ruta coordinada a nivel europeo.

Web: <http://research.iac.es/project/cmb>.

Hitos

Enero

Publicación de las primeras cotas a alto z de la constante de estructura fina utilizando datos de ESPRESSO.

Julio

Envío de los 6 primeros artículos con resultados científicos del wide survey de QUIJOTE-MFI.

Septiembre

Comienzo de las observaciones científicas con GroundBIRD (septiembre 2022).

Noviembre

Aceptación de los 6 primeros artículos con resultados científicos del wide survey de QUIJOTE-MFI enviados en julio.

Campaña de observaciones de calibración en QUIJOTE-TFGI en el OT utilizando como fuente de calibración un sistema montado en un dron.

Diciembre

Organización y celebración del congreso “Galactic Science and CMB foregrounds” (IACTEC).

Desarrollo y resultados

QUIJOTE

La mayor parte de la actividad del grupo durante 2022 estuvo centrada en la explotación científica de los datos procedentes del instrumento MFI de QUIJOTE. Como se explicó en informes anteriores, los mapas finales procedentes del wide survey (mapa de todo el hemisferio norte, por encima de declinaciones -30 grados, 8000 horas de observación en total) fueron finalizados y congelados en noviembre de 2020. Después de dedicar gran parte de 2021 a la validación de estos mapas y a la elaboración de los artículos donde se presentan los principales resultados científicos derivados, en 2022 se finalizaron y se enviaron (julio) los seis primeros artículos, que fueron aceptados en noviembre, y finalmente publicados a principios de 2023. Todos estos artículos cuentan con una participación destacada de nuestro grupo, y cuatro de ellos están liderados por autores del IAC. En el primero de estos artículos se presentan los mapas finales (Figura 1) y se discuten sus principales propiedades. Los otros artículos están centrados en la caracterización del espectro de la emisión sincrotrón en polarización (Figura 2), en el estudio de la emisión anómala de microondas

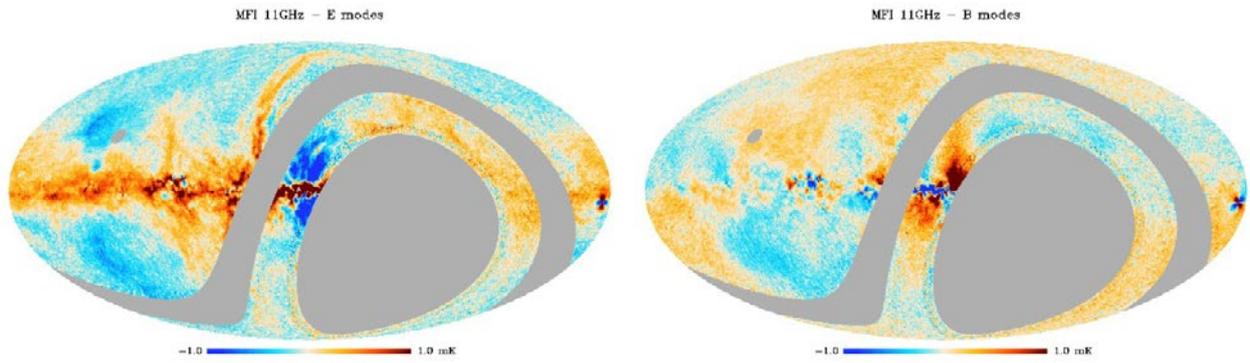


Figura 1: Mapas de modos E (izquierda) y B (derecha) derivados de los datos de QUIJOTE a 11 GHz (Rubiño-Martín et al.).

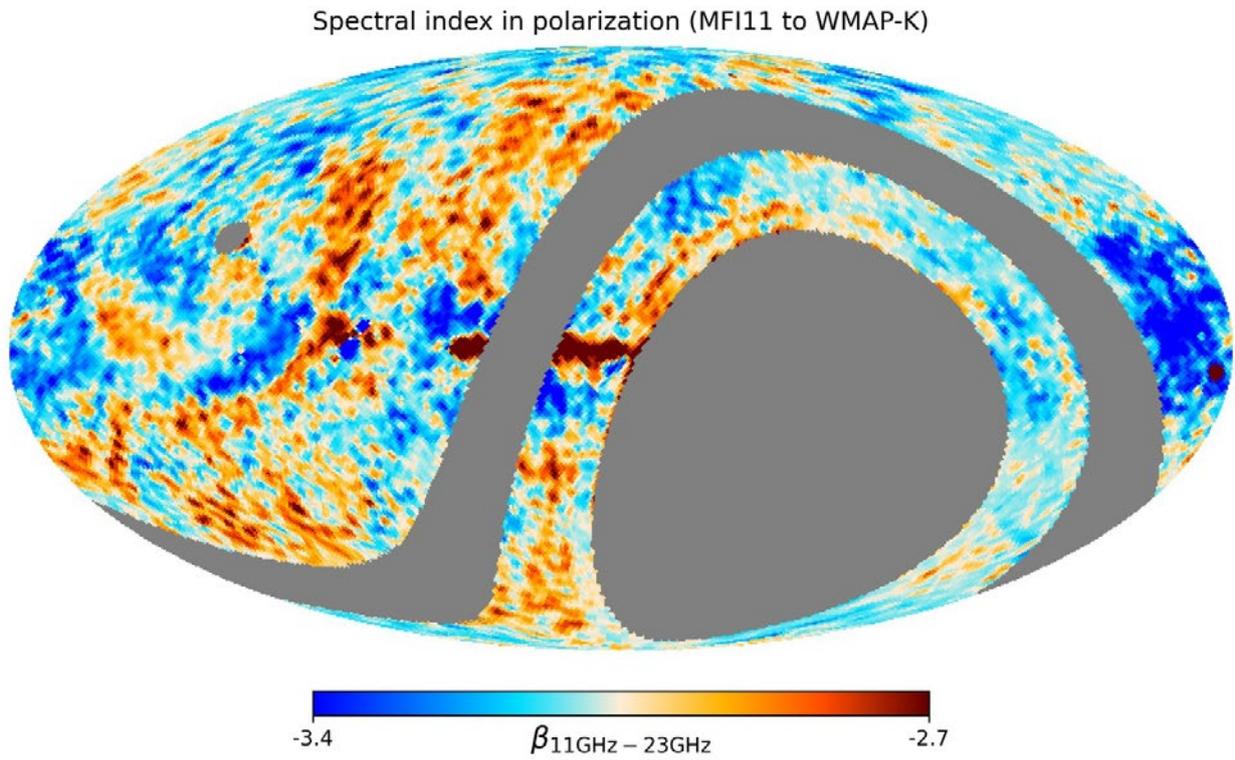


Figura 2. Mapa del índice espectral de la emisión sincrotrón polarizada, derivado a partir de la combinación de datos de QUIJOTE a 11 GHz y de WMAP a 23 GHz (Rubiño-Martín et al.).

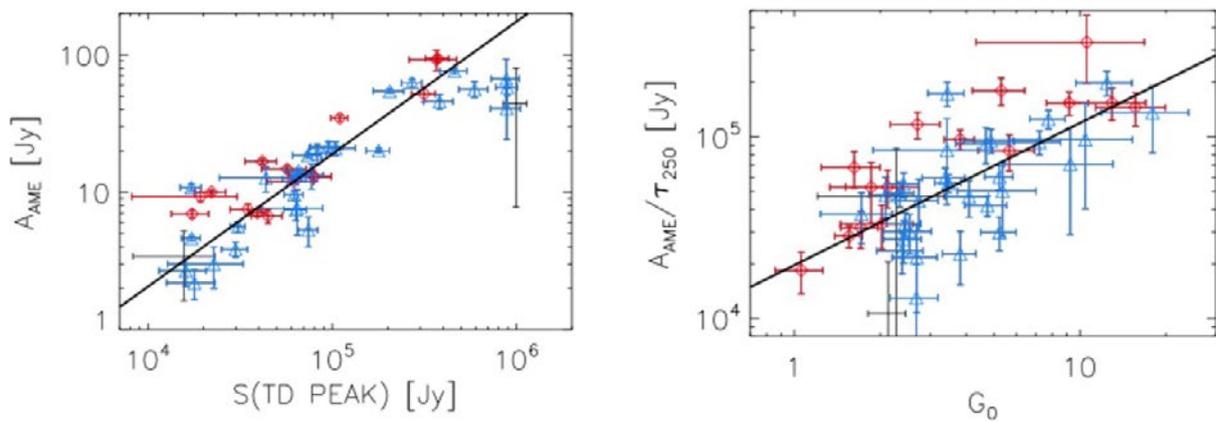


Figura 3. Correlaciones entre las amplitudes de la AME y de la emisión de polvo (izquierda) y entre la emisividad de AME y la intensidad el campo de radiación interestelar (derecha). Poidevin et al.

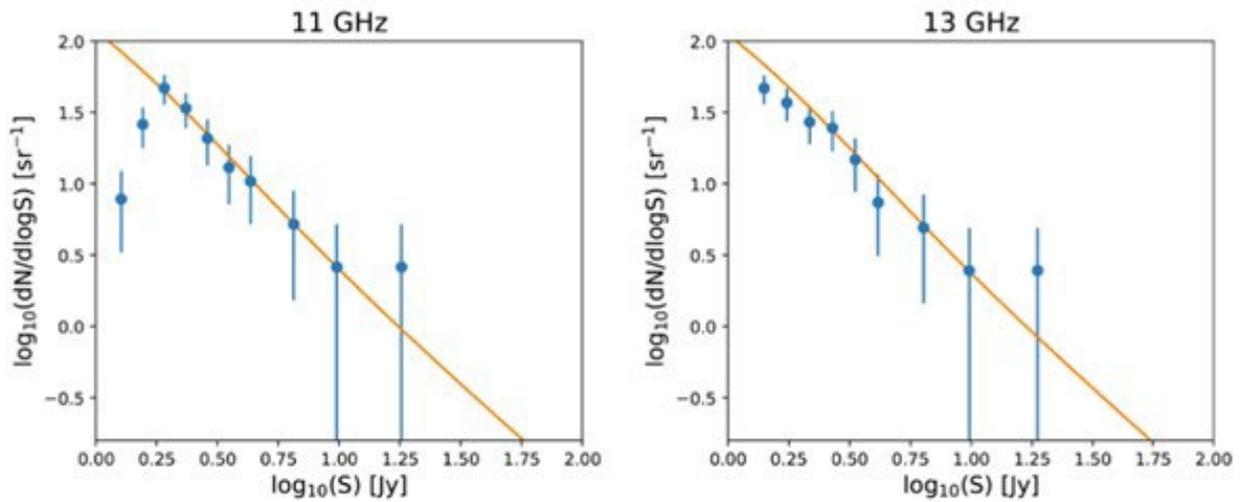


Figura 4. Densidad del número de fuentes puntuales en función de su flujo, detectadas en datos de QUIJOTE a 11 GHz (izquierda) y a 13 GHz (derecha). Herranz et al.

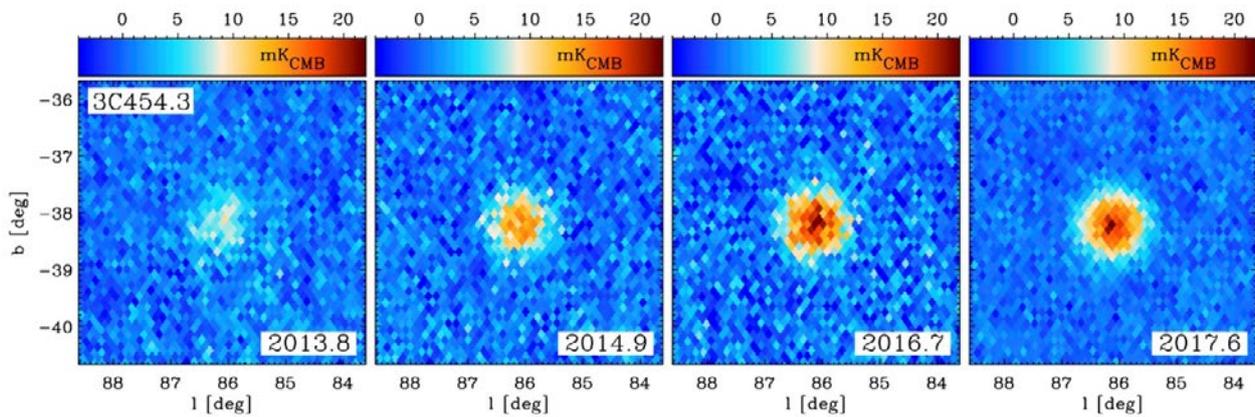


Figura 5. Variabilidad de 3C454.3 trazada por datos de QUIJOTE a 11 GHz (Herranz et al.).

en regiones compactas (Figura 3), en el estudio de la emisión de microondas en intensidad y en polarización en remanentes de supernovas, en la región alrededor del centro galáctico, y también en el estudio de fuentes puntuales extragalácticas detectadas en estos datos (Figuras 4 y 5). Todos estos resultados fueron presentados en el congreso “Galactic Science and CMB foregrounds”, que organizó nuestro grupo entre el 12 y el 15 de diciembre en el IAC-TEC. Estos mapas, que han sido liberados a la comunidad científica a principios de 2023, tienen un valor de legado muy significativo, pues serán utilizados por varios grupos para profundizar nuestro conocimiento sobre los procesos de emisión Galáctica en el rango de radio y sobre su impacto en las observaciones del fondo cósmico de microondas destinadas a detectar la señal de ondas gravitacionales primordiales de la inflación.

En paralelo, durante 2022 se realizó avances en otros nueve artículos donde se presentarán otros resultados científicos derivados: estudio de la emisión sincrotrón a nivel de espectro de potencias, estudio de la emisión de microon-

das del North Polar Spur, de un conjunto remanentes de supernova, de la región conocida como “Fan”, de filamentos Galácticos, de M31, análisis y cotas sobre el nivel de polarización de la emisión anómala de microondas en regiones compactas, etcétera. También se realizó progresos en otro artículo donde describiremos la pipeline de procesado básico de datos de QUIJOTE junto con una caracterización con datos de cielo de las principales propiedades instrumentales. El objetivo es enviar a publicar estos 10 artículos antes del final de 2023.

Durante 2022 continuaron las observaciones con el instrumento TFGI, a 30 y 40 GHz. Se realizaron progresos significativos en el análisis de estos datos y, a partir de ellos, en la caracterización de las principales propiedades instrumentales (ruido, patrones de recepción, contaminación atmosférica, interferencias y otros efectos sistemáticos).

A principios de 2022 publicamos un artículo donde combinamos medidas de QUIJOTE en Tau A con datos del PPTA en púlsares para derivar cotas (en el espacio de parámetros aco-

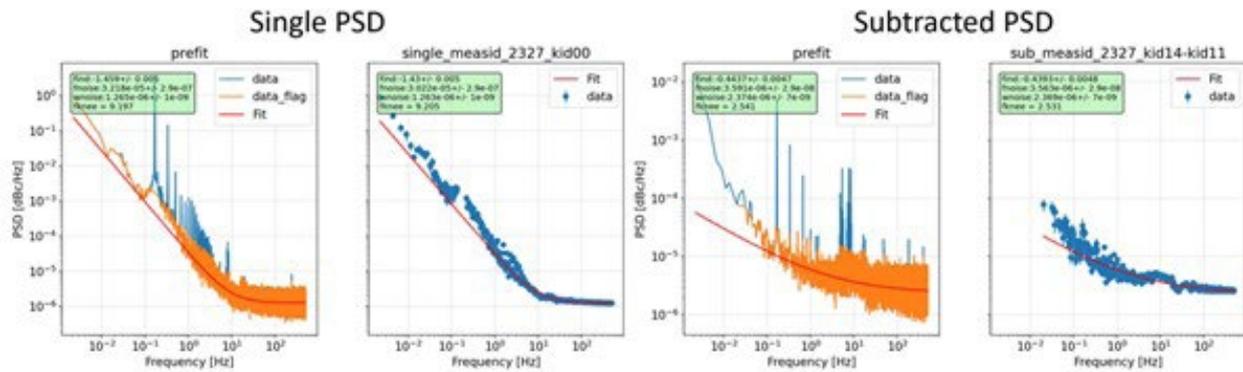


Figura 6. Caracterización del ruido de de GroundBIRD, en intensidad (izquierda) y polarización (derecha).

plamiento - masa) sobre una componente de materia oscura ultraligera en forma de axiones (Castillo et al. 2022). La mayor parte de este trabajo se realizó durante 2021, y por ello esta actividad ya fue descrita en el informe correspondiente al año 2021.

GroundBIRD

Con GroundBIRD se realizaron observaciones a principios de año, de manera intermitente, utilizando el conjunto de 23 detectores a 150 GHz actualmente instalados en el plano focal. Después de algunos problemas técnicos a mediados de año (ver informe del proyecto P/401800), en septiembre se terminó de implementar todas las acciones necesarias para realizar observaciones de manera remota. Consideramos esta fecha como el comienzo de las observaciones en modo científico, que se mantuvieron de forma más o menos continuada hasta final de año. Se ha progresado en el análisis de estos datos, a partir de los cuales se ha obtenido información sobre los principales parámetros instrumentales: en particular las propiedades de los patrones de recepción y del ruido. En la figura 6 se muestran espectros de potencias del ruido en intensidad y en polarización, los cuales demuestran la esperada reducción del ruido $1/f$ (y de su frecuencia de rodilla) en los datos de polarización.

LSPE-Strip

El estado de este proyecto, desde un punto de vista instrumental, está descrito en el informe del proyecto P/401800. Durante 2022 se continuó contribuyendo a la caracterización de datos instrumentales de laboratorio, y a la elaboración de una serie de 21 artículos en los cuales se presentará una descripción detallada de los principales aspectos instrumentales del telescopio y del instrumento LSPE-Strip. En uno de estos artículos a los que contribuimos se presentó una descripción detallada, basada en simulaciones, de las propiedades de los patrones de recepción en intensidad y en pola-

rización del telescopio (Realini et al. 2022). El grupo lidera además uno de estos artículos, en los que se presentará un estudio, basado en simulaciones, de la precisión con la cual se podrá calibrar diferentes parámetros instrumentales utilizando observaciones de cielo. En 2022 se realizaron avances significativos en esta actividad, siendo el objetivo finalizar este artículo y enviarlo a publicar a principios de 2023.

LiteBIRD

La contribución del grupo a esta misión, desde un punto de vista de desarrollo instrumental (desarrollo del sistema de lectura y control de la termometría de los telescopios de baja y alta frecuencia), está descrita en el informe del Proyecto P/402102. En relación con estas actividades, en abril de 2022 se organizó en el IAC una reunión de la oficina de proyecto de LiteBIRD, con unos 25 participantes (formato híbrido), y en la que discutió los principales aspectos relacionados con el diseño de esta misión y con su implementación a nivel instrumental. En paralelo el grupo contribuye a distintas actividades relacionadas con la preparación científica de esta misión, que se engloban dentro de los diferentes grupos del "Joint Study Group". En 2022 se ha seguido contribuyendo a estos grupos, en particular a los de i) calibración, ii) caracterización de efectos sistemáticos y iii) estudio de contaminantes galácticos. Se continuó trabajando en un estudio dedicado a estudiar con qué precisión se podrán calibrar los patrones de recepción del telescopio utilizando observaciones de fuentes compactas (planetas, Sol, Luna, fuentes brillantes como Tau A), siendo éste un aspecto fundamental para la consecución de los objetivos científicos de esta misión. En diciembre de 2022 se presentaron estos resultados en la reunión del consorcio en Okayama, Japón (charla remota). También se participó en varios artículos en los que se discutió la calibración del ángulo de polarización (Krach-

malnicoff et al. 2022, Vielva et al. 2022), constituyendo éste otro de los aspectos críticos para el éxito de la misión. En 2022 fue aceptado en PTEP un extenso artículo (aparecerá publicado en 2023) donde se presentan las principales características de diseño de LiteBIRD y se discute en detalle su alcance científico. Como resultado de este trabajo se han generado distintos grupos de trabajo dedicados a profundizar en el estudio de las capacidades de esta misión para abordar una multiplicidad de problemas científicos. Nuestro grupo lidera uno de estos grupos de trabajo dedicado a estudiar las capacidades de LiteBIRD para profundizar nuestro conocimiento sobre la emisión anómala de microondas (en intensidad y en polarización), y participa activamente en otros grupos de trabajo, en particular: i) correlaciones cruzadas entre el CMB y la estructura en grandes escalas del universo, ii) estudio de la distribución de materia en el universo local a través del efecto SZ, iii) campos magnéticos primordiales. En 2022 se dedicó una parte significativa de tiempo a la contribución a estos grupos de trabajo, siendo el objetivo que varios de los artículos científicos derivados sean enviados a publicación en 2023.

ESPRESSO

Durante 2022 se continuó nuestra participación en el grupo de trabajo de física fundamental (WG4) de ESPRESSO, dedicado fundamentalmente a la utilización de tiempo GTO (27 noches) para, mediante la observación de líneas espectrales en absorción en la dirección de cuásares brillantes, obtener medidas a alto redshift de las constantes fundamentales de la naturaleza (constante de estructura fina y cociente entre las masas del protón y del electrón). En 2022 se publicó la primera medida con ESPRESSO a alto redshift de la constante de estructura fina (Murphy et al. 2022 - la mayor parte de este trabajo fue realizado durante

2021) y, combinando con otras medidas, se derivó cotas sobre modelos específicos que postulan variaciones de esta constante (Martins et al. 2022).

TMS

Durante 2022, se recibió la carga criogénica de 4K, y se instalaron la cúpula y el pedestal del instrumento. Como parte del trabajo de tesis doctoral de P. Alonso, se llevaron a cabo simulaciones de datos de TMS incluyendo el efecto de la atmósfera y las señales de cielo, que permitieron determinar la estrategia observacional que se empleará en la toma de datos.

Otros

Aparte la participación en todos los proyectos anteriores, nuestro grupo está actualmente involucrado en programas de observación en telescopios multipropósito. En particular se lidera o se participa en tres programas de observación ya ejecutados en el Sardinia Radio Telescope, y relacionados con el estudio de la emisión anómala de microondas en la nube molecular de Perseo y en tres galaxias a alto redshift, y con la medida del ángulo de polarización de Tau A, lo cual servirá en el futuro para calibrar datos de misiones como LiteBIRD. En mayo de 2022 nos visitó M. Murgia (OAC) para realizar progreso en el procesado de estos datos, cuyos resultados esperamos finalizar y publicar en cuatro artículos científicos durante 2023 y 2024. También se participa en un programa de observación, también ejecutado en JCMT/SCUBA2, y también dedicado a la medida del ángulo de polarización de Tau A. Durante todo 2022 se ha trabajado en el procesado de estos datos, en colaboración con A. Ritacco, que visitó el IAC en mayo. Se ha encontrado algunos problemas aún no resueltos en la calibración de estos datos, y actualmente se trabaja con la ayuda de colaboradores expertos en datos de SCUBA2 en intentar solucionarlos.

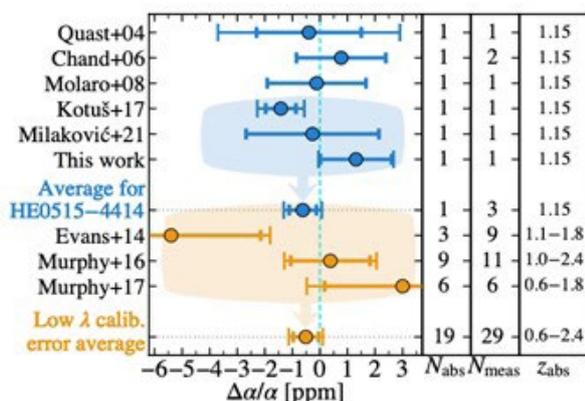


Figura 7. Cotas sobre la constante de estructura fina derivadas en Murphy et al. 2022 y en trabajos anteriores.

ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (P/308806)

Evencio Mediavilla Gradolph.

Ana Esteban Gutiérrez, Alejandro Oscoz Abad y Ricardo Scarpa.

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

Introducción

El estudio de las lentes gravitatorias proporciona poderosas herramientas en Astrofísica y Cosmología. Las principales aplicaciones de las lentes gravitatorias en las que se centra este Proyecto son las siguientes:

- Estudiar la presencia de subestructura de materia oscura en las galaxias lente a partir de las anomalías en la magnificación de las imágenes múltiples de quásares (microlensing).
- Estudiar la estructura no resuelta de los discos de acreción en los quásares (tamaño, perfil de temperaturas, perfil de luminosidad) a partir de las alteraciones inducidas por el efecto microlente en el continuo y en las líneas de emisión.
- Estudiar la estructura y la cinemática de la región emisora de líneas anchas en quásares a partir de la respuesta de los perfiles de las líneas de emisión anchas al efecto microlente y de la variabilidad de esta respuesta.
- Estudiar la “dinámica del Universo” a partir de las velocidades peculiares de las galaxias lente inferidas del ritmo de variabilidad inducido por el efecto microlente.
- Desarrollar nuevos métodos numéricos y estadísticos para estudiar el efecto microlente.

Hitos

Las anomalías observadas en los flujos de los sistemas lente de quásares no pueden atribuirse a microlensing sino a defectos de los modelos que pueden comprometer su eficacia en la determinación de H_0 . Medidas de flujo en líneas de emisión anchas (no afectadas por microlensing) podrían mejorar los modelos.

Desarrollo y resultados

En la línea de investigación sobre agujeros negros primordiales se han publicado dos artículos sobre el estudio del microlensing inducido en el óptico por agujeros negros con masas en el rango detectado por los experimentos de ondas gravitatorias (LIGO/Virgo), que predicen una abundancia muy pequeña de estos objetos. Se han completado las investigaciones basadas en observaciones en rayos X, para estudiar la posible existencia de agujeros negros primordiales de baja masa. Los resultados indican que la abundancia de microlentes en el rango de masas de objetos planetarios y subestelares es muy pequeña, aunque hay que tener en cuenta que a medida que disminuye la masa, las observaciones en rayos X se hacen menos sensibles a una población de objetos compactos.

Se ha avanzado en el estudio de la detección en diferentes blends del Fe de redshifts gravitatorios inducidos por el agujero negro supermasivo central de los quásares. Se ha comprobado que los blends del FeII presentes en la región del óptico cerca de Hgamma, Hbeta y [OIII] suelen presentar redshifts de magnitudes esperadas de acuerdo a las masas de los agujeros negros centrales. Estas medidas son importantes porque en el óptico hay espectroscopía de muchas galaxias activas con masas de los agujeros negros centrales determinadas independientemente (a través de medidas cinemáticas y/o fotométricas del bulbo de la galaxia) que podrían servir para establecer una calibración absoluta que permitiera determinar a partir del FeII la masa del agujero negro central en objetos individuales. En esta misma línea de investigación, se ha publicado la estimación de la masa del agujero negro central en el quásar Q0957+531 obtenida a partir de la medida del redshift gravitatorio de las líneas del blend FeIII[2039-2113] y de la determinación del tamaño de la región emisora a partir del estudio del impacto del efecto microlente en este blend.

Se ha abierto una nueva línea de investigación sobre cosmografía y lentes gravitatorias. Los modelos que describen los sistemas lente gravitatoria son cruciales para determinar la constante de Hubble a partir del retraso en la llegada de la señal entre imágenes. Sin embargo, estos modelos fallan en sus predicciones sobre las razones de flujos entre imágenes. La explicación habitual de estas anomalías es que los modelos son correctos pero que los flujos están afectados por el efecto microlente inducido por las estrellas de la galaxia lente. Usando un procedimiento independiente de

los modelos (basado en las líneas de emisión anchas de los quásares que está poco afectadas por el efecto microlente) se ha estudiado la estadística de eventos de microlensing en quásares, encontrando que es muy improbable que las anomalías de los modelos puedan deberse a esta causa. Se han propuesto varias estrategias para comprobar la validez de los modelos y mejorar su precisión.

Se está completando el estudio de la abundancia y tamaño de cúmulos de agujeros negros primordiales en los halos de galaxias lente. Se ha determinado el posible impacto de estas subestructuras en los flujos de las imágenes

de sistemas lente gravitatoria de quásares teniendo en cuenta el efecto lente a gran escala (cúmulos) y a pequeña escala (agujeros negros miembros de los cúmulos). Se ha usado el nuevo programa de cálculo basado en desarrollos tensoriales del potencial de pseudopartículas "Fast Multipole Method" para acelerar los cálculos de la deflexión gravitatoria.

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

Francisco S. Kiatura Joyanes.

Andrés Balaguera Antolínez, Rafael D. Barrena Delgado, Juan E. Betancort Rijo, Aurelio Carnero Rosell, Claudio Dalla Vecchia, Ana Esteban Gutiérrez, Ricardo T. Génova Santos, Carlos Hernández Monteagudo, Mónica Hernández Sánchez, Susana Iglesias Groth, Andras Kovacs, Martín López Corredoira, Rafael Rebolo López y José A. Rubiño Martín.

Colaboradores del IAC: Carlos Allende Prieto, Isaac Alonso Asensio, Andrés Asensio Ramos, Marc Huertas-Portocarrero Company, Evencio Mediavilla Gradolph y Casiana Muñoz Tuñón.

R. Abramo (Univ. de Sao Paolo); R.E. Angulo (DIPC, San Sebastián); F.D. Albareti (UAM); F. Atrio-Barandela (Univ. de Salamanca); M. Bilicki (Univ. de Leiden, Países Bajos); E. Branchini (Univ. de Roma, Italia); R.B. Metcalf (Univ. de Bolonia, Italia); N.D. Castro-Rodríguez, R. Scarpa (GRANTECAN S.A., La Palma); C.-H. Chuang, M.A. Sánchez Conde (Univ. de Stanford, EEUU); A.J. Cuesta Vázquez (UB); A. Díaz Sánchez, A. Pérez Garrido, R. Toledo, I. Villo (UPCT); A. Klypin (Univ. de Nuevo México, EEUU); G. Luzzi (Univ. La Sapienza, Roma, Italia); F. Melia (Univ. de Arizona, EEUU); A.D. Montero Dorta (IAA); M. Pellejero Ibáñez (DIPC, San Sebastián); F. Sylos-Labini (Fermi Center, Roma, Italia); M. Vakil (Obs. de Leiden, Países Bajos); R. Wechsler (UCL Stanford); G. Yepes (UAM); C. Zhao (EPFL, Lausanne, Suiza); S. Allam (Univ. de Edinburgo); Y. Yu (Shanghai Obs.), A. Sánchez (Max Planck Ins. for Extraterrestrial Physics); A. Ross (Univ. de Oklahom, EEUU); M. Vargas Magana (UNAM), J. García-Bellido (IFT Madrid), I. Szapudi (IfA Hawai, EEUU), L. Marmet (York Univ., Toronto, Canadá), J.I. Calvo Torel (estudiantes Master, dep. Astrofísica ULL); M.A. Sanchis-Lozano (IFIC-CSIC, Univ. de Valencia); J. Wei, X. Wu (Purple Mountain Obs., Nankin, Rep. Popular China).

Introducción

El Fondo Cósmico de Microondas (FCM) contiene la información estadística de las semillas que van a dar lugar a la formación de estructuras en nuestro Universo. La contrapartida natural en el Universo local del FCM es la distribución de las galaxias que surgen como re-

sultado del crecimiento gravitatorio de aquellas pequeñas fluctuaciones de densidad primigenias. La caracterización de la distribución de inhomogeneidades a gran escala en el Universo actual proporciona pues una herramienta poderosa, y complementaria al FCM, para determinar el origen y contenido material de nuestro universo, su ritmo de expansión a lo largo de la historia y el proceso detallado de ensamblaje de las grandes estructuras. Su estudio permitirá, en los próximos años, responder a tres de las grandes cuestiones abiertas en la Cosmología actual:

- ¿Qué es la materia oscura, y cuál es su contribución precisa al contenido energético del Universo?
- ¿Qué es la energía oscura y cuáles son sus efectos dinámicos a lo largo de la historia del Universo?
- ¿Cuál es la conexión entre las grandes estructuras y la formación de galaxias?
- ¿Existe evidencia de variación de las constantes fundamentales de la Física a lo largo de la historia del Universo?
- ¿Existe evidencia de desviaciones de Gaussianidad primordiales que nos den información de la época de expansión inflacionaria del Universo?

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

- La distribución y agrupamiento a gran escala de las galaxias, y su evolución con el tiempo. El espectro de potencias $P(k)$ y la función de correlación a dos puntos $\xi(r)$ de la materia contienen ciertos rasgos geométricos asociados a escalas características en el Universo, como el horizonte en la época de la igualdad, o el horizonte acústico en la superficie de último "scattering". En particular, este último determina la escala BAO, asociada a oscilaciones acústicas de los bariones.
- La estadística de las fluctuaciones angulares del desplazamiento al rojo (ARF, de sus iniciales en inglés), constituye otro observable cosmológico con sensibilidad al ritmo de crecimiento de estructuras entre otros.
- La estadística de ordenes mayores: la de tres puntos caracteriza la desviación de Gaussianidad y por tanto la formación de estructuras gravitacional, el sesgo (bias) galáctico y posibles desviaciones primordiales de Gaussianidad.

- La distribución de los grandes vacíos en el Universo. Tanto la estadística de grandes vacíos, como la expansión de los mismos, proporciona una herramienta complementaria para determinar la densidad de materia (Ω_m) y la ecuación de estado de la energía oscura. Estos vacíos cósmicos contienen información de los órdenes mayores de las galaxias y pueden ayudar a obtener mejores medidas de la escala BAO.
- La red cósmica (cosmic web): ésta puede estudiarse para caracterizar la formación de estructuras y para relacionar la estructura a gran escala con procesos de formación de galaxias.
- La distribución y abundancia de cúmulos de galaxias en el Universo, así como su evolución con el tiempo.

Hitos

Conexión analítica-numérica entre la red cósmica y sus trazadores a través de la gravedad con el tensor de mareas y el de velocidad-cizalla para múltiples aplicaciones (Kitaura, Balaguera-Antolínez, Sinigaglia & Pellejero-Ibáñez 2022MNRAS.512.2245K).

Estudio de la formación de super-cúmulos a $z=2-3$ aplicando el código COSMIC BIRTH (Kitaura et al MNRAS 2021) al survey COSMOS (Ata, Ghan-Lee, Dalla Vecchia, Kitaura et al Nature Astronomy 2022NatAs...6..857A).

Mapeo del bosque Ly-alpha con machine learning y simulaciones hidrodinámicas con HYDROBAM (Sinigaglia, Kitaura, Balaguera-Antolínez et al 2022ApJ...927..230S).

Cálculo de correcciones relativistas de orden lineal de las fluctuaciones angulares de corrimiento al rojo (ARF). Cálculo de la correlación cruzada de ARF con las anisotropías de intensidad y polarización del CMB (Lima-Hernández, Hernández-Monteagudo & Chaves-Montero, JCAP, 2022).

Corrección del teorema del virial con términos de presión y reajuste de parámetros de distribución de densidad en el contexto de MOND2022MNRAS.517.5734L.

Medida del BAO a partir de vacíos cósmicos medidos con eBOSS (Zhao et al (Kitaura) 2022MNRAS.511.5492Z).

Desarrollo y resultados

F-S Kitaura, A. Balaguera-Antolínez, F. Sinigaglia y G. Favole: Hemos avanzado mucho en las técnicas de mapeo de trazadores de la estructura a gran escala. En concreto se ha presentado un desarrollo matemático y numérico ro-

busto entre la red cósmica y la representación de sus trazadores en teoría de perturbaciones regularizada a escalas pequeñas (\sim Mpc). Esto nos ha permitido alcanzar por primera vez una alta precisión en la estadística de 2 y 3 puntos hasta hacerla indistinguible de los cálculos de N-cuerpos.

Además, se ha aplicado este formalismo para mapear el medio intergaláctico aprendiendo la relación entre la materia oscura y la distribución bariónica obtenida de simulaciones hidrodinámicas.

Hay progresos constatables en el modelado de la distribución de galaxias para calcular las matrices de covarianza de surveys tales como DESI, EUCLID o JPAS.

También hemos hecho progresos en el cálculo rápido de la red cósmica incluyendo vorticidad en el campo de velocidades.

Organización (main organizer: Ginevra Favole) de la conferencia "Next-generation cosmological surveys" que hicimos en el IAC del 13-16 de junio 2022 con el grupo de J.P. Kneib EPFL, Suiza.

C. Hernández Monteagudo: Cálculo de correcciones relativistas de orden lineal de las fluctuaciones angulares de corrimiento al rojo (ARF). Cálculo de la correlación cruzada de ARF con las anisotropías de intensidad y polarización del CMB.

F-S Kitaura, C. Zhao y su grupo en la ePFL: Hemos avanzado en los estudios con multi-trazadores combinando la distribución de galaxias y los vacíos cósmicos para aumentar la precisión en la medida del BAO y por extensión de los parámetros cosmológicos aplicado a los datos de eBOSS de SDSS.

C. Dalla Vecchia y F-S Kitaura en colaboración con M. Ata: Hemos aplicado el código COSMIC BIRTH (Kitaura) para la reconstrucción de las condiciones iniciales del Universo correspondientes a los datos de COSMOS para correr simulaciones constreñidas de N-cuerpos y así estudiar la formación de los proto-cúmulos más grandes observados.

A. Kovacs: Estudio de firmas de lente en mapas Planck CMB en superestructuras identificadas a partir de 3 años del DES (Kovács et al., MNRAS, 2022a).

Estudio de las firmas de lente en los mapas de CMB de Planck sobre superestructuras identificadas a partir de los datos de 3 años del DES.

Estudio de la evidencia ISW en la distribución angular de cúmulos eBOSS de alto z .

R. Barrena Delgado: Análisis de datos de las campañas observacionales CAT19B-65 y CAT20A-14 (DOLORES/TNG) para el estudio dinámico de los cúmulos de bajo brillo superficial en rayos X RXCJ1111.6+4050, RXCJ1132.8+1428, RXCJ1230.7+3439 y Abell 76. Los resultados obtenidos están siendo publicados en una serie de artículos, que continuará en 2023 y 2024.

Realización de propuestas CAT: 1) "Disentangling the dynamics of Abell 76: a strong cool-core cluster of galaxies? Propuesta aceptada para el semestre 2023A. 5h de observación con DOLORES/TNG. 2) The mass scaling relations at the endpoint of structure formation", Propuesta aceptada para el semestre 2023A. 9h de observación con OSIRIS/GTC.

M. López Corredoira: Estudio estadístico histórico sobre las tensiones de diferentes medidas en la constante de Hubble, mostrando que tensiones a >4 -sigma han sido siempre muy habituales y no hay nada novedoso en los últimos debates en torno a la tensión de Hubble anunciada por Riess et al. (2019).

Con J. Betancort-Rijo y R. Scarpa: Investigaciones sobre MOND como alternativa a la hipótesis cosmológica de la materia oscura. Se analiza el problema de la discrepancia del teorema del virial en cúmulos de galaxias con MOND

y se encuentra una solución al problema en términos de correcciones de presión y reajuste de parámetros de distribución de densidad. Un artículo publicado en MNRAS.

Con F. Melia: Continuación de los estudios de la aplicación del test cosmológico de Alcock-Paczinski con nuevos datos. Publicación de un artículo en IJMPD.

Con M.A. Sanchis-Lozano y F. Melia: Estudio de anomalías de asimetría par-impar en la descomposición multipolar de la CMBR. Publicación de un artículo en Astronomy & Astrophysics.

Con I. Calvo Torel: Análisis de diagrama de Hubble-Lemaître con supernovas tipo Ia utilizando modelos cosmológicos no-estándar; se han estudiado soluciones al diagrama de Hubble de supernovas-Ia que no necesitan energía oscura: con extinción o evolución. Publicación de un artículo en IJMPD.

Con L. Marmet: Escritura de review de cosmologías no-estándar: "invited review" para IJMPD. Publicación del libro/monografía "Fundamental Ideas in Cosmology. Scientific, philosophical and sociological critical perspectives", en IoP-Science.

EXPERIMENTO QUIJOTE CMB (P/401199/03)

José A. Rubiño Martín.

Paz Alonso Arias, Mateo Fernández Torreiro, Ricardo T. Génova Santos, Carlos M. Gutiérrez de la Cruz, Carlos Hernández Monteagudo, Carlos H. López Caraballo, Michael Peel y Rafael Rebolo López.

Colaboradores del IAC: Marta Aguiar González, María F. Gómez Reñasco, Roger J. Hoyland, H. Lorenzo Hernández, María R. Pérez de Taoro, Afrodisio Vega Moreno y Antonio Zamora Jiménez.

R. González González, A. Lasenby, M. Ashdown (Univ. de Cambridge, Reino Unido); L. Piccirillo, B. Watson, J. Chluba (Univ. de Manchester, Reino Unido), E. Martínez-González, P. Vielva, D. Herranz, R.B. Barreiro, P. Casas (IFCA), E. Arta (DICOM).

Introducción

El experimento QUIJOTE (Q U I JOint TEnerife) tiene como objetivo caracterizar la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) y otros procesos de emisión Galáctica y extra-galáctica en el rango de frecuencias de 10-42 GHz, y a grandes escalas angulares (1 grado de resolución). Las medidas de QUIJOTE complementan a baja frecuencia las que ha obtenido el satélite Planck (ESA), y permiten caracterizar con precisión la polarización de la emisión sincrotrón y la emisión anómala de microondas de nuestra Galaxia.

El experimento consta de dos telescopios (QT-1 y QT-2) y tres instrumentos (MFI, TGI y FGI) que cubren 6 bandas de frecuencia. El MFI (Multi-Frequency Instrument) observa en 4 bandas (11, 13, 17 y 19GHz), y ha estado en operación en el QT-1 desde noviembre de 2012 hasta finales de 2018. Los instrumentos TGI (Thirty GHz Instrument) y FGI (Forty GHz Instrument) tienen cada uno 31 receptores, a 30GHz y 42GHz respectivamente. El TGI tuvo su primera luz con 27 polarímetros en diciembre de 2016, y los primeros detectores del FGI tuvieron primera luz en 2018. En la actualidad, ambos instrumentos TGI y FGI se han integrado en un único criostato en el foco del QT-2, en una configuración mixta de 14 receptores de 30GHz, y 15 de 42GHz. TGI y FGI han sido diseñados para alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar una componente de ondas gravitacionales primordial si ésta tuviera una razón tensorial a escalar de $r=0.05$. Dicha componente deja su impronta en el espectro de potencias de la polarización del FCM en forma

de los denominados "modos-B". La detección de dichos modos-B abriría un camino extraordinario para esclarecer la física de la inflación.

Para alcanzar los objetivos científicos, los mapas para estudios cosmológicos de QUIJOTE cubrirán un área de unos 3,000 grados cuadrados, y alcanzarán un nivel de sensibilidad de 3-4 microK por haz en 11-19GHz, y 1 microK por haz tanto a 30GHz como a 42 GHz. Además, el experimento proporciona mapas de medio cielo (20,000 deg²) que se han usado para modelar la emisión de los contaminantes en radio (sincrotrón, libre-libre y emisión anómala), en el contexto del proyecto RADIOFOREGROUNDS: <http://www.radioforegrounds.eu>.

En paralelo, se desarrollan dos nuevos instrumentos, financiados en su mayor parte por fondos del plan de infraestructuras, equipamiento científico-técnico y INSIDE-OOCC: un nuevo Multi-Frecuencia (MFI2), que sustituirá al actual MFI incluyendo mejores prestaciones; y el TMS (Tenerife Microwave Spectrometer), un espectrógrafo de microondas también en el rango 10-20 GHz complementario a QUIJOTE. Mientras se construye el MFI2, desde el QT-1 se ha operado el instrumento visitante KISS, de la Univ. de Grenoble.

El Proyecto QUIJOTE, liderado por el IAC, tiene como socios al Instituto de Física de Cantabria (IFCA), al Departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM), y las universidades de Manchester y Cambridge en el Reino Unido. Web: <http://research.iac.es/project/cmb/quijote>.

Hitos

Mayo

Recepción en el IAC de la carga fría a 4K para el TMS.

Julio

Instalación de la cúpula del TMS en el OT.

Octubre

Calibración de los haces del TFGI en colaboración con el equipo de STRIP.

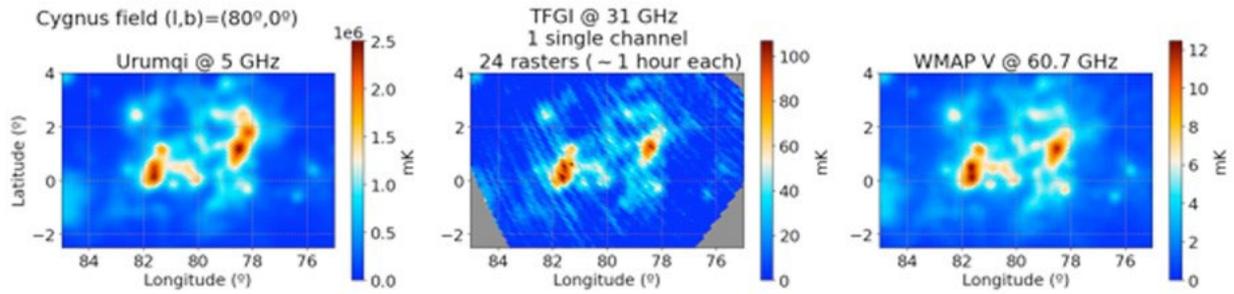
Noviembre

Instalación de la montura del TMS en el OT.

Se completa la integración mecánica del MFI2 en los laboratorios del IAC.

Diciembre

Aceptación de los primeros 6 artículos del MFI wide survey en MNRAS.



Mapas preliminares obtenidos con un detector de TFGI a 30GHz en la región de Cygnus, comparados con observaciones de Urumqui y WMAP.

Presentación de los resultados en congreso “Galactic foregrounds”, en Tenerife.

Desarrollo y resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante 2022 en cada uno de los aspectos técnicos del Proyecto QUIJOTE. Un informe más detallado se encuentra en el apartado correspondiente del Área de Instrumentación (P/401199). Los resultados relacionados con aspectos científicos se presentan en el informe del Proyecto P/308605.

Instrumento TFGI

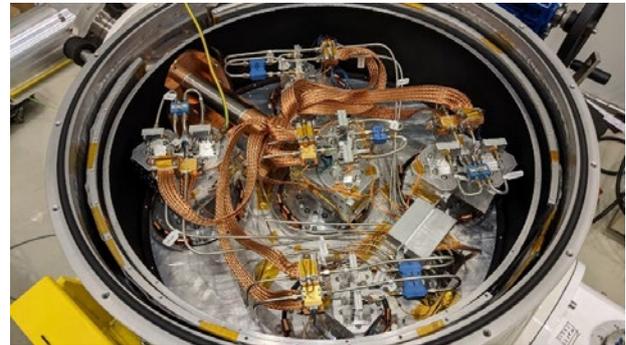
Se trata del instrumento con detectores de 30GHz y 40GHz instalado en el segundo telescopio QUIJOTE (QT2). Durante 2022, el instrumento ha observado en configuración de siete receptores (3 de 30GHz y 4 de 40GHz). Desde entonces, se han obtenido datos científicos hasta octubre de este año, cuando una fisura en las líneas de Helio provocó la contaminación del compresor de He, siendo necesaria la parada del instrumento para el cambio del ciclo criogénico completo. Esta parada se usará para incrementar también el número de receptores. Los mapas preliminares de las regiones de W43 y Perseo muestran sensibilidades consistentes con los valores esperados.

En octubre de 2022 se llevó a cabo la calibración de los haces del instrumento con un emisor de microondas montado en un dron, realizada en colaboración con el equipo del Proyecto STRIP, de la Università degli Studi di Milano..

Instrumento MFI2

Se trata del nuevo instrumento de 10-20GHz para el primer telescopio QUIJOTE (QT1). Durante 2022 finalizó la fase de integración mecánica y electrónica del instrumento, y se iniciaron las pruebas de verificación. El instrumento está preparado para realizar el comisionado con el sistema de adquisición provisional del antiguo MFI. El sistema de pre-procesado y adquisición de datos definitivo que está pre-

visto para este instrumento, basado en tecnología de FPGA ultra-rápidos, introducirá una mejora importante al poder filtrar bandas de frecuencia concretas que contaminan los datos astronómicos. Finalmente, durante este año se presentó el diseño completo del instrumento en la conferencia SPIE (Hoyland et al. 2022).



MFI2 en proceso de Integración.

TMS

La carga criogénica a 4K (4KCL), desarrollada en colaboración con el grupo INAF de Bolonia (Italia), se recibió en el IAC durante el mes de abril.

En julio de 2022 también se instaló la cúpula que albergará este espectrógrafo, sobre la cimentación preparada a tal efecto. Finalmente, en el mes de noviembre se llevó a cabo la instalación de la montura del TMS en el OT.

Durante este año se ha avanzado en el diseño de elementos como el OMT, especialmente complejo en su proceso de fabricación. El sistema de pre-procesado y adquisición de datos que se desarrolla para el MFI2, basado en FPGAs, también se empleará en este instrumento.

Resultados científicos

Durante 2022 se enviaron a publicar, y fueron aceptados, los primeros seis artículos de la serie que describe los resultados de MFI wide survey. Los resultados han sido presentados en varios congresos, y en particular, en el “Ga-

lactic Science and CMB foregrounds “ celebrado en Tenerife entre el 12-15 de diciembre de 2022.

Usando los datos del remanente de supernova Crab (M1) tomados por el instrumento MFI de QUIJOTE, y los de 20 pulsares galácticos del proyecto Parkes Pulsar Timing Array (PPTA), en Castillo et al. (2022) se han obtenido cotas a la presencia de partículas tipo axi3n ultra-ligeras. Los resultados obtenidos constituyen las cotas m3s restrictivas del acoplamiento axi3n-fot3n en un amplio rango de masas entre 10^{-23} eV y 10^{-19} eV.



Pedestal de TMS, instalado en el Observatorio del Teide dentro de la c3pula del instrumento. Noviembre 2022.

TEORÍA DE ASTROPARTÍCULAS (P/303328)

Jorge Martín Camalich.

Andrés Bañares Hernández, Andrés Castillo Ramírez y Jorge Terol Calvo.

Colaboradores del IAC: Paul Beck, Arianna Di Cintio, Ricardo T. Genova Santos, Carlos Hernández Monteagudo y José A. Rubiño Martín.

D. Bals (Kings College, Londres – Univ. de Barcelona); A. Crivellin (PSI-CERN); M. Escudero (TUM/CERN); T. Fisher (Univ. Wroclaw, Polonia); L. Geng (Univ. Beihang, República Popular China); B. Grinstein (UCSD); G. Iorio (Univ. de Padua, Italia); N. Porayko (MPIFR); L. Tolos (ICE); R. Ziegler (CERN); J. Zupan (Univ. de Cincinnati, EEUU).



Introducción

El grupo trabaja en física teórica de astropartículas y su objetivo es mejorar la comprensión de las leyes fundamentales de la naturaleza mediante la explotación de las sinergias entre las observaciones astrofísicas y los experimentos de laboratorio. Las diferentes líneas en las que se está trabajando son:

Búsquedas indirectas de materia oscura

Nuevas partículas exóticas ligeras acopladas muy débilmente al modelo estándar (como el axión o el fotón oscuro) son candidatos adecuados de materia oscura que podrían manifestarse a través de algunas señales distintivas en observaciones astrofísicas y búsquedas de laboratorio. En la actualidad se están investigando y desarrollando nuevas estrategias para elucidar las propiedades de este tipo de materia oscura, incluyendo (pero no restringido a) el enfriamiento estelar de estrellas de neutrones y gigantes rojas, series de tiempo de polarización de la emisión de púlsar y su impacto en estructura a pequeña escala. También se están desarrollando nuevos modelos teóricos de materia oscura que podrían abordar simultáneamente la bariogénesis o que podrían proporcionar un sustento teórico a los fotones oscuros.

Nueva física, física del sabor y Cosmología

Experimentos recientes que involucran desintegraciones de mesones B desarrollados en el Large Hadron Collider en el CERN han encontrado resultados que sugieren la presencia de nuevas fuerzas acopladas específicamente a muones. También se han encontrado indicios independientes para tal Nueva Física en las mediciones del momento magnético anómalo del muón. Si se confirmaran, esto implicaría un descubrimiento que transformaría nuestra comprensión de las leyes fundamentales de la Física en las escalas más pequeñas que se han sondeado. Esto tendría consecuencias en el Universo Temprano que queremos explorar, como la producción de defectos topológicos, como cuerdas cósmicas o monopolos magnéticos, la introducción de nuevos mecanismos para explicar la bariogénesis o la presencia de nuevas partículas que podrían constituir materia oscura.

Física fundamental en rayos gamma de alta energía

Se están explorando diferentes estrategias que podrían explotar las energías ultra-altas de los rayos gamma que se espera que se observen en el Cherenkov Telescope Array (CTA) o en el Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO) para sondear aspectos de física fundamental.

El grupo consta actualmente de 1 investigador contratado (J. Martín Camalich), 1 contratado postdoctoral (A.F. Castillo Ramírez) y 3 estudiante de Doctorado FPI (J. Terol Calvo, A. Bañares Hernández y A. Crespo Pérez).

Hitos

Publicación del límite más competitivo de la interacción luz con el hipotético axión en el rango de masas de la llamada fuzzy DM.

Subsanación de problemas teóricos en la obtención de la contribución del axión de QCD (como candidato de materia oscura) a la radiación oscura en el Universo Temprano.

Contribución al programa de propuestas más extenso y exhaustivo de búsqueda de sectores oscuros en la física de sabor y, en particular, de “bariones oscuros”.

Organización y desarrollo de la XXXIII Canary Island Winter School of Astrophysics.

Desarrollo y resultados

Durante 2022 se han realizado diferentes avances en la investigación de teoría de astropartículas en el IAC. A nivel de publicaciones, el

grupo ha producido 9 artículos científicos publicados en las revistas con peer-review principales de astropartículas, o hechos públicos en el arXiv y bajo revisión en revistas de esa categoría. Se destaca:

- Búsqueda con sondas electromagnéticas de mayor sensibilidad hasta la fecha de la materia oscura de tipo axiónica en el rango de masas de la llamada fuzzy DM, que es de gran interés por su plausibilidad teórica y, observacionalmente, por su impacto en la estructura de galaxias. Este trabajo usó datos de Parkes Pulsar Time Array y de QUIJOTE.
- Trabajo pionero conectando las propiedades de la materia oscura (en su terminología más genérica de “sectores oscuros”) con la física de sabor; esto es, sectores oscuros que interactúan con la materia (quarks y leptones) con una estructura no trivial en el espacio de las tres generaciones del modelo estándar. Hay tres razones fundamentales que han impulsado este campo recientemente: (1) Teórica, dado que es una posibilidad abierta en modelos populares de materia oscura como el axión de QCD o pueden contener la respuesta al problema de la bariogénesis; (2) anomalías experimentales, como las llamadas B-anomalies, del momento giromagnético del muón o de la vida media del neutrón que pudieran estar originadas por esta nueva física; y (3) oportunidad, dado que actualmente existen varias factorías de sabores pesados (LHCb, Belle 2, BES III, ...) que pueden explorar experimentalmente este escenario y potencialmente conducir a su descubrimiento.
- Investigamos el “scattering” de dos gravitones usando correspondencias entre gravedad cuántica y QCD y encontrando indicaciones teóricas que sugieren la existencia de un estado resonante en gravedad al que bautizamos como graviball (en analogía con los glueballs de QCD). Esta pre-

dicción es de mucho interés en un plano estrictamente teórico para distintas realizaciones explícitas de gravedad cuántica (ej. en teoría de cuerdas o en el contexto de la paradoja de la información en agujeros negros), y pudiera tener, en ciertos escenarios, repercusiones fenomenológicas en la cosmología del Universo Temprano y en física de altas energías.

Se ha participado como profesor invitado (el IP J. Martín Camalich) y como tutor (el doctorando J. Terol Calvo) del Taller de Altas Energías 2022 en Benasque, se han dado varios seminarios en centros internacionales (algunos remotamente) y charlas en el IAC. También se participó en una reunión transdisciplinar entre arte y ciencia con objeto de investigar nuevas estrategias de divulgación científica. J. Terol Calvo también ha hecho dos estancias, una en Karlsruhe Institute of Technology y otra en LAPTH (Annecy).

Se ha organizado y desarrollado la XXXIII Edition of the Canary Island Winter School of Astrophysics del IAC, en la que el IP ha participado como co-organizador (junto a C. Hernández Monteagudo) y el post-doc A. Castillo Ramírez ha participado como tutor.

Se ha consolidado la formación del grupo de Teoría de astropartículas en el IAC con la oposición exitosa del IP como científico titular OPI.

Se ha extendido el grupo con la incorporación de la estudiante de doctorado FPU A. Crespo Pérez que desarrollará su tesis en colaboración con C. Hernández-Monteagudo.

Se ha inscrito exitosamente al IAC como nodo en importantes redes de astropartículas europeas (EuCAPT y ISAPP).

Se ha hospedado a tres estudiantes, una de doctorado (N. Penalva durante un mes), de máster con programa Erasmus+ (Théo Gayoux durante tres meses) y de grado (E. Tebbut por dos meses).

INSTRUMENTACIÓN Y ESPACIO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TELESCOPIOS

EST (TELESCOPIO SOLAR EUROPEO) (P/201602)

Manuel Collados Vera.

Involucrados en el Proyecto: Carmen M. Barreto Cabrera, Marta Velio Asín, Jonai Bienes Pérez, Sergio Bonaque González, María Y. Carballo Martín, Juan Cozar Castellano, Noelia Feiío Amoedo, Bruno Feminía Castelló, Irene M. Ferro Rodríguez, José M. Gonzalez Cava, Francisco González Pérez, Angela Hernández Delgado, Haresh Mangharam Chulani, Yolanda Martín Hernando, Ángel Mato Martínez, Antonio A. Matta Gómez, Fernando Merlos García, Luz M. Montoya Martínez, Miguel A. Núñez Gagigal, Cristina Padilla Hernández, Natividad Padrón Armas, Jorge Quintero Nehrkorn, Carlos Quintero Noda, Francisco Y. Ramos Sapena, Silvia Regalado Olivares, Claudia I. Ruiz de Galarreta Fanjul, María L. Sánchez Rodríguez, Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta, Alejandro M. Soler Trujillo y Nauzet Vega Reyes.

Colaboradores del IAC: Roberto López López, María I. Montilla García, Marcos Reyes García-Talavera y Luis F. Rodríguez Ramos.

Introducción

El Telescopio Solar Europeo (EST, por sus siglas en inglés) será el mayor telescopio solar jamás construido en Europa. Con un espejo primario de 4 m y la más moderna tecnología, proporcionará a los astrónomos una herramienta única para entender el Sol y cómo éste determina las condiciones meteorológicas del espacio.

EST supone una inversión de unos 200 M€. Su fase de diseño detallado y construcción se espera que comience a mediados de esta década y que dure 6 años. Se estima una vida útil de, al menos, 30 años con un coste de operación anual de 12 M€.

Desde su diseño conceptual, actuación financiada bajo el 7º Programa Marco durante el periodo 2008-2011, el proyecto EST no ha dejado de crecer y consolidarse, aunando a su alrededor a la comunidad científico-tecnológica europea vinculada al estudio del sol.

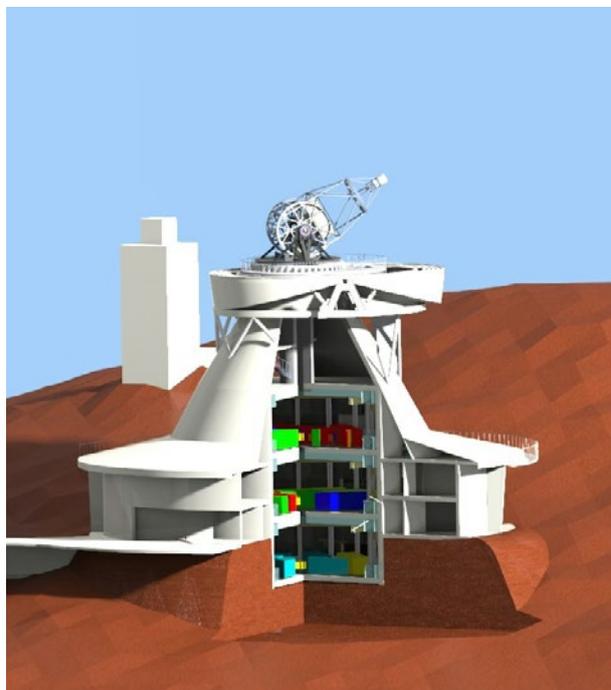


Imagen artística del Telescopio Solar Europeo (EST).

Así, y también con financiación europea, se han aprobado los proyectos SOLARNET (FP7), GREY (H2020), PRE-EST, SOLARNET H2020 y ESCAPE cuyo objeto es el de profundizar en el modelo de operación del telescopio y el desarrollo de aspectos clave para la instrumentación avanzada que este necesita.

En abril de 2017 tuvo comienzo el proyecto europeo PRE-EST (H2020) para apoyar la Fase Preparatoria del EST. PRE-EST tiene un importante componente de trabajo técnico a desarrollar con la Oficina de Proyecto del EST, pero además proporciona un marco para realizar distintas labores de coordinación con los socios del consorcio destinadas a avanzar en aspectos estratégicos tales como la gobernanza, la futura figura legal y estructura de financiación del EST. La convergencia nacional (científica y estrategia) de los miembros del consorcio es un aspecto clave que se aborda en esta fase preparatoria. En este sentido, y para favorecer dicha convergencia, se han creado distintos grupos de trabajo y comités para avanzar en la definición del proyecto.

En el marco del proyecto H2020 PRE-EST “Fase preparatoria para EST”, se han llevado a cabo

tareas técnicas y estratégicas propias de esta fase en una infraestructura estratégica como es EST, con el fin de facilitar a su consorcio internacional, y a las agencias financiadoras, un plan detallado para la construcción y puesta en marcha de EST.

En la fase preparatoria, y tras la asignación de fondos del Gobierno Autónomo de Canarias, se ha creado la Oficina de Proyecto de EST. El objetivo central de la Oficina de proyecto es el diseño preliminar de sistemas y subsistemas del telescopio, hasta un nivel suficiente que permita el inicio de la etapa de diseño detallado y poder así en una siguiente fase comenzar la construcción de EST, garantizando el cumplimiento de los requisitos científicos del telescopio. La Oficina de proyecto realiza su trabajo en equipo con los científicos de EST representados por el "Science Advisory Group" y el "Technical Advisory Group", con el objetivo claro de optimizar el diseño y garantizar el cumplimiento de los requisitos científicos.

Las tareas técnicas más importantes a desarrollar por la Oficina de proyecto son:

- Consolidación del diseño del Sistema resultante de la etapa previa de estudio de diseño.
- Definición de las especificaciones para licitación de contratos de diseño preliminar
- Diseño preliminar y simulaciones del sistema
- Ejecución de contratos industriales. Diseño preliminar de subsistemas.
- Evaluación y consolidación del sitio para la construcción.
- Especificaciones de diseño detallado.
- Plan de construcción.

En paralelo a PRE-EST y dentro del proyecto MICAL (Mejoras estratégicas en Infraestructuras Científico-tecnológicas y de Apoyo Logístico a los Observatorios de Canarias) se desarrolla la actuación MICAL-EST y SOLARNET (SOLARNET (Integrating High Resolution Solar Physics) cuyo objetivo es la integración de las principales infraestructuras europeas de investigación terrestres en el campo de la física solar de alta resolución.

MICAL consta de diversas actuaciones, combinando las de carácter instrumental con otras de tipo logístico. El Área de Instrumentación del IAC está a cargo de las primeras, dentro del subproyecto MICAL-EST, que comprende dos subactuaciones.

La primera subactuación (MICAL-EST/MCAO) consiste en la construcción de un demostra-

dor del sistema de óptica adaptativa de EST, cuyo objetivo principal es la validación del concepto de la Óptica Multiconjugada para EST, mientras que la segunda (MICAL-EST/GRIS) se enfoca en el diseño e integración de un conjunto de mejoras en el espectrógrafo GRIS del telescopio GREGOR para permitir observaciones espectropolarimétricas simultáneamente en varios rangos espectrales.

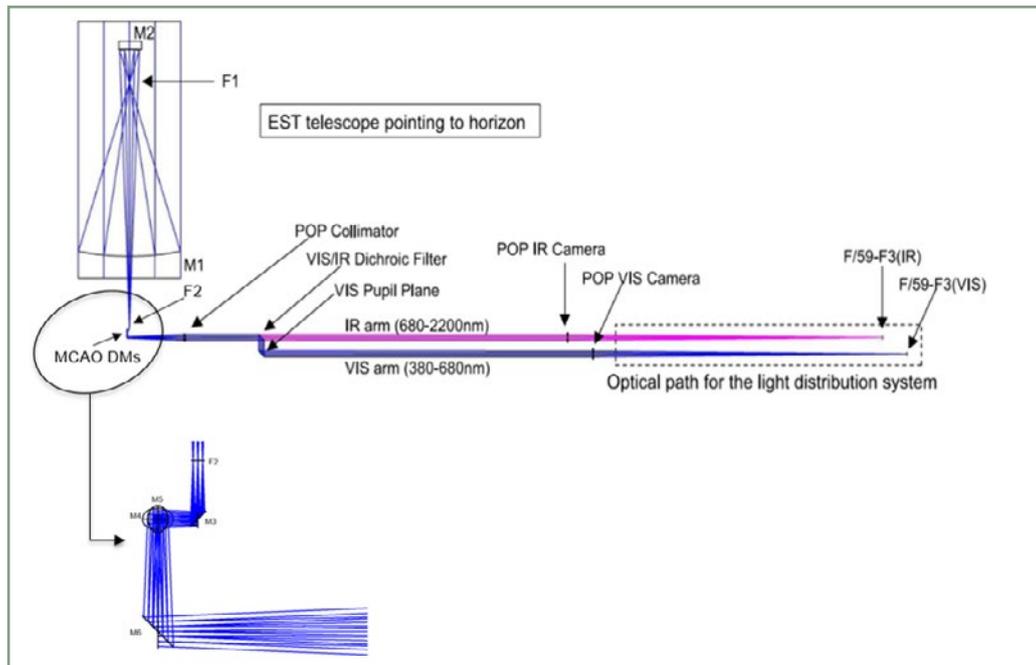
En fases anteriores de SOLARNET-FP7 (Prototype for IFU Image slicer) y GREY (Design for multi-slit IFU) se ha abordado el prototipo y diseños de un Sistema de campo integral para GRIS. En esta fase, SOLARNET-H2020 abordará el prototipado de "slicers" más finos. La idea es mejorar las técnicas de espectroscopia 2D con slicers pensando en su uso en futuros instrumentos.

Diseño óptico EST

EST tiene una configuración gregoriana que da lugar a un sistema telecéntrico con diferente número f para el brazo IR y para el brazo VIS en el foco Coudé. La óptica de EST se divide en tres subconjuntos: Óptica de la estructura del telescopio (M1 y M2), Óptica de Transferencia y Calibración (TOCA) y óptica del pilar (POP).

El foco F1 es el foco $f/1,5$ generado por el espejo anular casi parabólico M1 de diámetro 4200 mm. Para limitar el campo de visión (FOV), en F1 se sitúa un reflector de calor (HR) que también funciona como diafragma de campo. El foco F2, donde se situará un segundo diafragma de campo para limitar el FOV a 127 segundos de arco, es generado por el espejo secundario elipsoidal, M2, proporcionando un foco secundario (F2) $F/12,57$. M2 tiene un diámetro de 800 mm. Esto permite montar M2 como un ASM (Espejo Secundario Adaptativo) que realizará la compensación AO (Óptica Adaptativa) de la turbulencia atmosférica superficial.

El Conjunto de Óptica de Transferencia y Calibración (TOCA) está destinado a realizar las siguientes funcionalidades clave: generar los ejes de elevación y acimut, lograr la corrección de la Óptica Adaptativa Multiconjugada (MCAO), alojar los elementos de calibración del ASM, propagar el foco secundario F2 a la óptica del pilar (POP), alojar los elementos de calibración polarimétrica del camino óptico, controlar la degradación local del seeing, permitir el posicionado y alineado del POP y del foco terciario F3 y asegurar el posicionado estructural y el ensamblaje de los diferentes elementos ópticos y subsistemas dentro del TOCA.



Diseño Óptico EST/EST.

El POP es el subsistema del telescopio destinado a transferir el foco secundario al foco terciario, F3, para transferir el haz a las diferentes salas Coudé. Es un sistema colimador-cámara que incluye un dichroico entre ambos elementos para dividir el haz entre el rango visible (380-680 nm) y el rojo/infrarrojo (680-2300 nm). En la rama de visible, además, se incorpora un espejo de doblado para redireccionar el haz hacia las salas Coudé. Su diseño aún se encuentra en fase de desarrollo interno y actualmente está compuesto por lentes paraxiales.

Las salas Coudé contienen tres tipos de instrumentos, cada uno de los cuales consta de diferentes canales para observar distintas longitudes de onda: espectropolarímetros de campo integral, espectropolarímetros de imagen sintonizable e instrumentos de imagen de banda espectral fija. Los instrumentos están dispuestos en dos plantas con un entorno controlado, cada uno con su propio foco Coudé proporcionado por el sistema de distribución de luz (CLD).

EST estará equipado con Óptica Activa (AcO) para garantizar que el telescopio está limitado por el seeing atmosférico para todo el campo (FoV), lo que requerirá la corrección de errores de frente de onda cuasiestáticos generados por variaciones térmicas, cargas gravitatorias, perturbaciones cuasiestáticas del viento y errores de figura. Estas fuentes de degradación provocan desplazamientos de la pupila y errores de apuntado que deberán ser controlados por el sistema AcO antes del control de aberraciones que varían lentamente en el

tiempo. Actualmente, la estrategia preliminar de AcO se encuentra en fase de desarrollo interno y considera M3 como posicionador de pupila, como sistema de guiado del telescopio para controlar el error de apuntado y cuenta con el hexápodo de M2 para realizar las correcciones del error de frente de onda optimizando el eje. En esta fase del diseño de la óptica activa, sólo se consideran movimientos de sólido rígido de los elementos ópticos, por lo que en un próximo paso se incluirán los errores de figura de M1, que actuará como compensador activo de dichos errores.

Hitos

Enero

Previsión intermedia PRE-EST.

Febrero

Reunión inicio diseño preliminar Heat Rejecter.

Mayo

- Presentación del Proyecto en Madrid.
- Premier del documental "Reaching for the Sun" en Slovakia.
- Cierre documentación técnica para licitación Proyecto Básico.
- Revisión fase 1 Diseño preliminar Heat Rejecter.

Julio

Presentación del proyecto en SPIE.

Septiembre

- Reunión Sciences Advisory Group con OP en la Palma.
- Reunión final PRE-EST.
- Fin contrato diseño preliminar M1.
- Fin contrato diseño preliminar estructura, pilar y cúpula.
- Fin Proyecto H2020 PRE-EST.

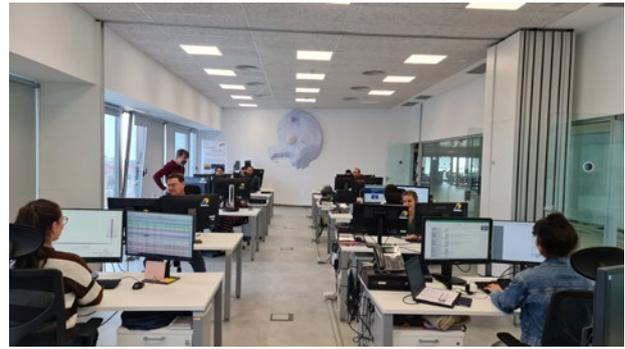
Octubre

Presentación del Proyecto en BSBF Granada.

Desarrollo y resultados

El trabajo realizado en el marco del proyecto EST durante 2022 ha sido muy intenso y productivo. El cumplimiento de los objetivos de la fase preparatoria, están sentando bases sólidas para conseguir la consolidación de la construcción de EST en la Palma.

La Oficina de Proyecto (OP) de EST es una realidad consolidada, se creó en 2019 y está siendo crucial para el óptimo desarrollo de esta fase preparatoria. Al cierre de 2022 consta de 30 personas, de las cuales 21 son personal contratado, 8 personal propio del IAC asignado a EST y 1 es una alumna de doctorado que está preparando su tesis en temas de instrumentación científica. La mayoría del personal de la Oficina de Proyecto está ubicado en los despachos disponibles para EST en el Parque

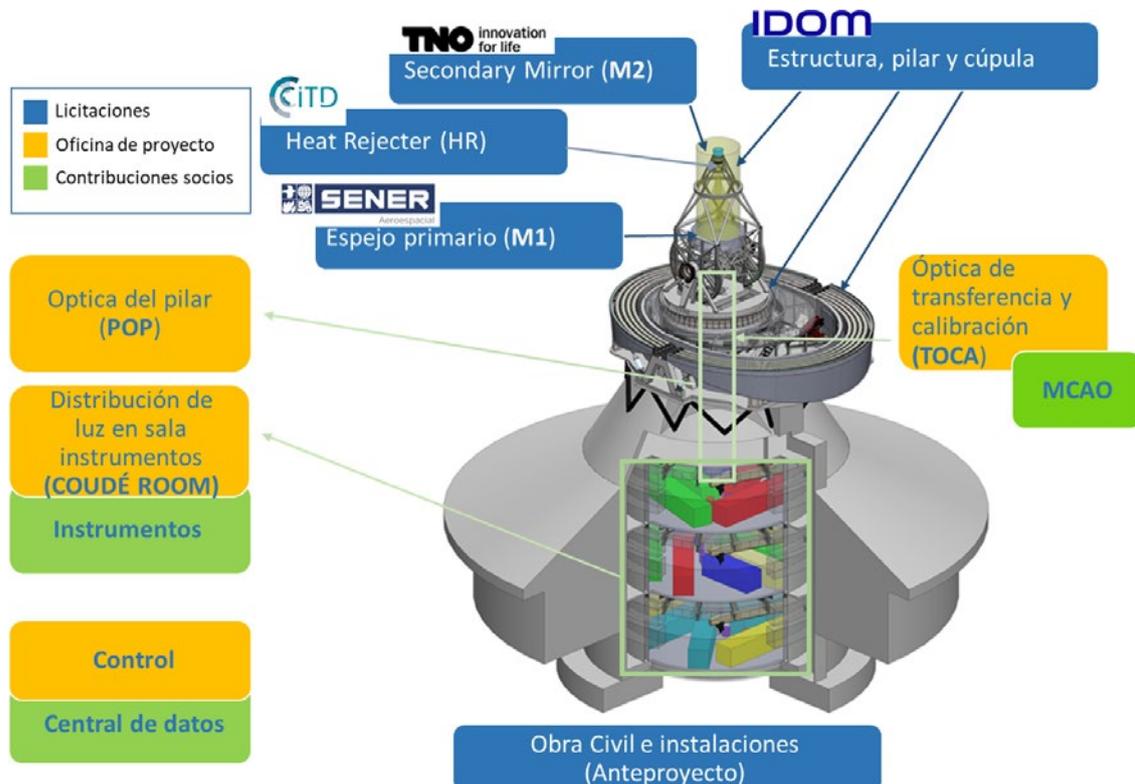


Oficina del Proyecto EST en IACTEC.

Científico y Tecnológico de Tenerife (IACTEC) y el resto en la Sede Central del IAC.

La principal actividad de la Oficina, además de la realización de los diseños que se le han asignado, es la preparación, adjudicación, seguimiento y revisión de todas las contrataciones externas. Cada contrato tiene asignada una persona de la OP que realiza el seguimiento del mismo y es el contacto con el contratista. Lo mismo aplica para la contribución de los socios para los instrumentos. La OP tiene asignada una ingeniera de sistemas para ser el interlocutor con la OP y hacer un seguimiento de las actividades realizadas en los diferentes consorcios de instrumentos.

Los diferentes desarrolladores del diseño en esta fase preparatoria se resumen en la siguiente imagen, incluyéndose las empresas ganadoras de los diferentes contratos externos:



Desarrolladores diseño preliminar EST.

La distribución del trabajo y una buena comunicación entre los desarrolladores con la OP, nos ha permitido avanzar en la consolidación del diseño y en el diseño preliminar. La siguiente tabla resume el estado de los diferentes diseños en esta fase preparatoria.

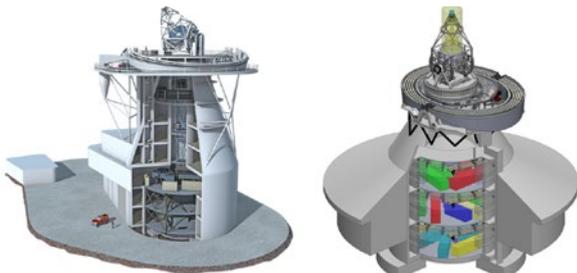
EST	DISEÑO CONCEPTUAL	DISEÑO PRELIMINAR
ESTRUCTURA	Cerrado	Cerrado
OPTICA		
<i>Espejo M1</i>	Cerrado	Cerrado
<i>Heat Rejecter</i>	Cerrado	En curso
<i>Espejo M2</i>	Cerrado	En curso
<i>Óptica de transferencia y calibración TOCA (M3 a M6)</i>	En curso	Primer trimestre de 2023
<i>Óptica del pilar POP</i>	En curso	Primer trimestre de 2023
<i>Distribución de luz en sala instrumentos</i>	Pendiente	Primer trimestre de 2023
INSTRUMENTOS	En curso	TBD
CONTROL	En curso	Primer cuatrimestre 2023
CUPULA	Cerrado	Cerrado
PILAR	Cerrado	Cerrado
EDIFICIO Y OBRA CIVIL	Cerrado	En curso proceso de licitación
INSTALACIONES AUXILIARES	Cerrado	(Proyecto Básico)

Estado del diseño EST.

Diseño preliminar

En 2022 se ha realizado, con éxito, el desarrollo de los 3 contratos de diseño preliminar de los sistemas principales, así como se ha iniciado el desarrollo del diseño preliminar del “Heat rejecter”. Cada uno de los contratos de diseños preliminares se ha dividido en 3 Fases:

- Fase 1. Consolidación de especificaciones y trade-off.
- Fase 2. Diseño incluyendo interfaces y prototipos.
- Fase 3. Realización de prototipos, pruebas, actualización de diseños y documentación. Propuesta de construcción.

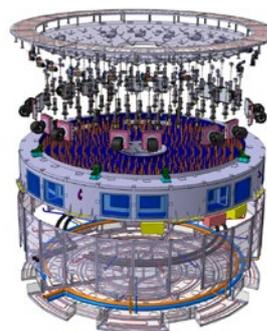


Diseño conceptual 2011 (izquierda) y diseño preliminar 2022 (derecha).

Todos estos diseños se han realizado teniendo en cuenta la ubicación final de EST en el ORM. El perfil del terreno, junto con el objetivo de minimizar el impacto en la zona, han hecho que el diseño haya evolucionado tal y como se demuestra en la imagen.

Diseño preliminar Espejo M1

El espejo es un menisco macizo de 70 mm de espesor soportado por 4 anillos de trípodes, su forma es un anillo de 4,25 m de diámetro exterior y 1 m de diámetro interior. Hay 80 actuadores axiales con una rigidez de 5 N/μm,

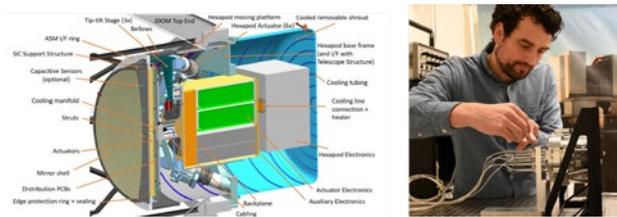


Despiece M1 diseño preliminar (izquierda) y prototipo térmico M1 (derecha).

carrera de 10 mm, rango de fuerza +650/-350 N, repetibilidad de fuerza $\pm 0,2\text{ N}$ y resolución de posición

Diseño preliminar Espejo M2 (ASM)

El diseño base adoptado para el espejo secundario adaptativo se basa en una membrana reflectante de 2,5 mm de grosor con una apertura óptica de Ø0,8 m. El material de la membrana elegido es Boroflat, ya que cumple las especificaciones en términos de calidad óptica y requisitos de control térmico, al tiempo que resulta el material más rentable de fabricar. El EST ASM tendrá 1950 actuadores.



Partes M2 diseño preliminar (izquierda) y prototipo 1950 actuadores (derecha).

Diseño preliminar “Heat rejecter”

El Heat Rejecter es el diafragma de campo situado en el plano focal F1 producido por M1. El sol tiene un FoV con un diámetro de unos 1800”, pero sólo una pequeña parte de él (diámetro de 125”) continuará su camino óptico hacia M2. Para ello, hay un pequeño orificio en el centro del HR de forma que el resto del campo de visión se reflejará fuera del telescopio en un cono divergente que no producirá ningún problema al entorno exterior.

El contrato HR se ha iniciado posteriormente a los anteriores, pero el contrato consta de las mismas fases que ellos. En la primera fase se ha definido el diseño del diseño base tras los análisis de las alternativas CITD propone cambiar el concepto base del HR de impacto por chorro al de serpiente sectorizada.

Diseño preliminar estructura del telescopio

La estructura del telescopio se ha definido como una configuración “gantry” con cojine-



Representación de EST en el ORM (diseño preliminar, parte superior del pilar, estructura y cúpula abierta).

tes hidrostáticos axiales y un cojinete radial central en el eje acimutal y cojinetes de rodillos en el eje de elevación. El movimiento de los ejes de elevación y acimut se consigue mediante motores de accionamiento directo.

Diseño preliminar pilar

La estructura principal del pilar es una estructura de hormigón armado con muros estructurales de 0,7 m de grosor que soportan las cargas del telescopio, la plataforma del telescopio, la cúpula y el propio pilar. Además, el pilar aísla térmicamente el interior y las salas Coudé.

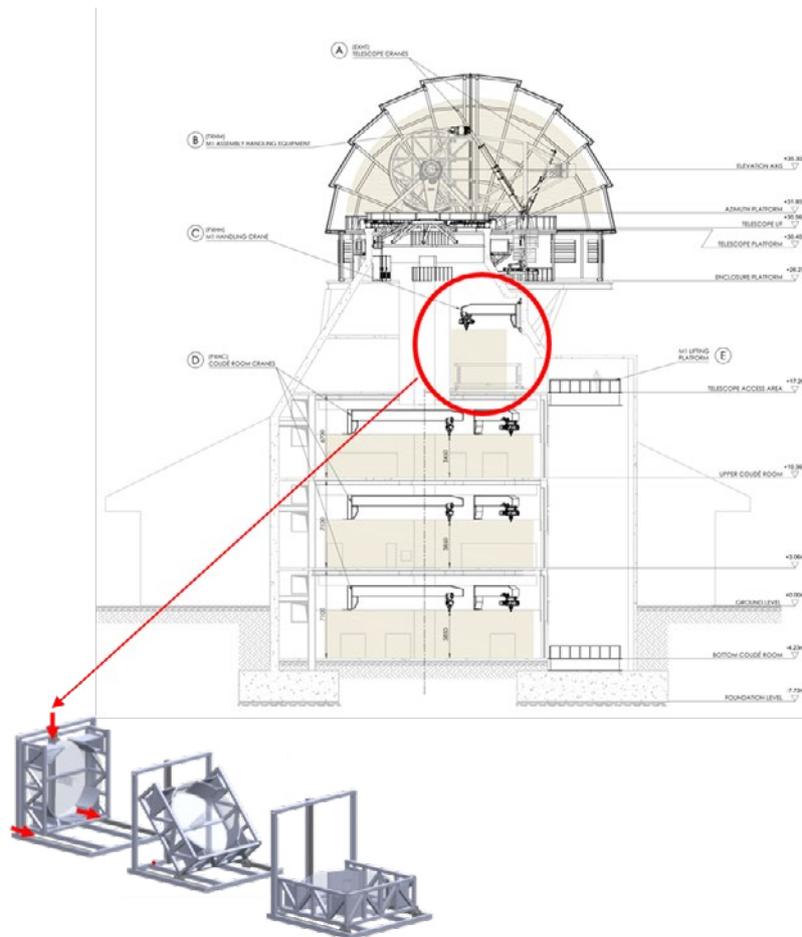
El pilar tiene forma cilíndrica en la parte inferior para dejar espacio a las salas Coudé. El diámetro exterior de la sección cilíndrica es de 25,3 m. Por encima de las salas Coudé, el pilar adopta una forma troncocónica con el fin de minimizar las perturbaciones sobre el flujo de aire para terminar de nuevo en una forma cilíndrica que maximice el espacio disponible en el interior del volumen del recinto, proporcionando una viga de coronación de 8,4 m de diámetro. Esta forma es la óptima para transportar las cargas del telescopio hasta el exterior del pilar. La estructura principal tiene una altura total de 32 m y un volumen de hormigón de 2.525 m3.



Pruebas en túnel de viento modelo del telescopio en ORM.

Diseño preliminar Cúpula

La cubierta del telescopio es una cúpula rígida retráctil (similar a la del telescopio solar VTT) que permite las observaciones en operación abierta para mejorar el flujo de aire natural y lograr las mejores prestaciones de visión. Con el fin de minimizar el tamaño de la plataforma, se ha desarrollado un recinto elíptico. Esta solución permite a la estructura del telescopio realizar movimientos cortos mientras la cúpula está cerrada y es compatible con las principales operaciones de mantenimiento a realizar con la configuración de cúpula cerrada, siendo las principales las maniobras de mantenimiento M1 y M2.



Vista de las fases de extracción de M1. Detalle de la maniobra de giro de M1

Grandes maniobras en EST

El AIV (Montaje, Integración y Verificación) del espejo primario (M1), el espejo secundario (M2) y los instrumentos (SIS) han sido las maniobras impulsoras del diseño preliminar. Para la extracción del espejo primario, el telescopio dispone de dos grúas que fijan la herramienta de manipulación de M1 en la estructura del telescopio. Después, M1 se baja verticalmente a través del pilar hasta el piso superior de la sala Coudé, donde alcanza la herramienta de giro de M1 en posición vertical. A continuación, el espejo se gira hasta la posición horizontal con la plataforma elevadora de M1 y así puede transportarse hasta la planta baja.

Instrumentos

Durante 2022 se han definido los consorcios de las instituciones para el diseño y construcción de la instrumentación para EST y han iniciado la definición de los conceptos. Esto permitirá el cierre del diseño conceptual de los instrumentos, de las interfaces con el telescopio y la participación en la PDR del telescopio a nivel de diseño conceptual a mediados de 2023, para proseguir después con el diseño preliminar de los mismos.

Task	SIS Consortia team		
	TIS/FBI	IFS-S	IFS-M
Project Management	S3PC	IAC	SU+MPS
AIV	S3PC	IAC, IACEUC	MPS
Opto-Mechanics	INAF, KIS, UNICT, UNITOV	IAC, IACEUC	HEIG-VD, SUPSI
Thermal Analysis	S3PC	IAC	ASCR
PMPs	IRSOL, S3PC	IAC	UO
Sensors	MSSL, QUB, UCL	IAC	MPS
Instrument Control	TBC	TBC	TBC
Data Pipeline	S3PC, SU, UNITOV	IAC	MPS, SU



Consortios instrumentos EST.

TTNN CONTROL: NUEVO SISTEMA DE CONTROL PARA LOS TELESCOPIOS NOCTURNOS (P/701906/03/01)

Alejandro Oscoz Abad.

Involucrados en el Proyecto: Marta C. Aguiar González, Pedro A. Ayala Esteban, Adrián Calzadilla González, Rosa Clavero Jiménez, Jesús E. García Velázquez, José J. González Nóbrega, Francisco J. Hernández Hernández, Javier Hernández Vera, José M. Herberos Linares, David López Fernández-Nespral, Saúl Menéndez Mendoza y Olga M. Zamora Sánchez.

Introducción

Los telescopios TCS e IAC-80, conocidos como TTNN y situados en el Observatorio del Teide, son telescopios operados manualmente por parte de los astrónomos (de forma presencial o remota) a través de unas aplicaciones informáticas específicas desarrolladas en su mayor parte en los años 90. Estas aplicaciones permiten controlar todos sus movimientos (motores y codificadores), así como los mecanismos auxiliares integrados, tales como: cúpula, ventanas, compuertas, pétalos, estación meteorológica, alarmas, GPS, medidor de seeing, etc. Este sistema de control reside en un PC de control que aloja diversas tarjetas para comunicarse con los diferentes elementos, y un PC auxiliar, conectado a través de una línea RS232, que actúa como interfaz de usuario. Aunque ha habido algunas actuaciones para modernizar el sistema, gran parte del mismo sigue basándose en componentes que, hoy en día, están completamente obsoletos.

El objetivo de este Proyecto es pues realizar la mejora del sistema de control de estos telescopios, de forma que el nuevo entorno de software y hardware que se diseñe sea moderno, robusto y versátil, y permita controlar los telescopios de manera eficiente de forma remota y facilite, posteriormente, su operación automática.

Hitos

- Revisados los requisitos del software de alto nivel y del software cliente del nuevo sistema de control.
- Revisada y definida la nueva arquitectura del sistema de control.
- Diseñado el simulador de los ejes de los telescopios.

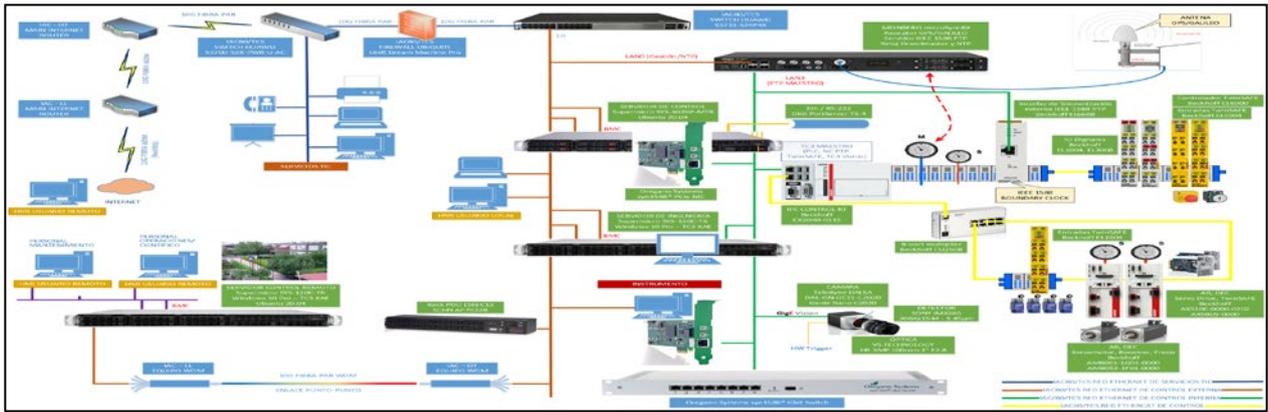
- Aceptados, instalados y probados los equipos de sincronización GPS y PTP (IEEE-1588), los equipos de redes de datos y los servidores de repuesto.
- Aceptados los dos paneles de monitorización y control del telescopio IAC80.
- Fabricados y probados, sin carga mecánica, los armarios electrónicos para el simulador de los ejes AR y DEC de los telescopios.
- Aceptada la financiación para el desarrollo tecnológico con y sin TwinCat Vision para guiado de telescopios, y definida la configuración para las pruebas.

Desarrollo y resultados

El diseño que se está llevando a cabo será el mismo para los telescopios IAC-80 y TCS, de igual manera que sucede con el sistema actualmente en funcionamiento. Desde el punto de vista electrónico, ambos telescopios son muy similares, aunque tienen pequeñas diferencias debidas al hardware existente. En lo que al software se refiere, estas diferencias se gestionarán durante la configuración en el momento del arranque del sistema, de forma que una misma aplicación informática, al iniciarse, cargará la configuración apropiada para cada telescopio, manteniendo una apariencia idéntica para el usuario.

El proyecto, iniciado a mediados de 2019, se encuentra en pleno desarrollo. A principios de 2021 se revisó y aprobó el diseño de la arquitectura, al que se hicieron algunos cambios, principalmente en la aplicación cliente, que pasó a tener en un diseño más tradicional desarrollado en Python, dejándose de lado el desarrollo de una aplicación web, principalmente debido a la falta de experiencia del departamento en este campo, a la complejidad de su mantenimiento posterior y a la ausencia de requerimientos de usuario que lo justificaran. Por otro lado, el núcleo de la arquitectura del software, basado en ROS y en el uso a bajo nivel de PLCs para el control del hardware, fue aprobado por los revisores, así como el resto de aspectos del diseño.

A lo largo del año 2022 el equipo del proyecto ha sufrido importantes cambios que ha afectado a su desarrollo. En febrero se incorporó al proyecto un ingeniero de software para la especificación y desarrollo de la aplicación cliente. En mayo, el anterior Jefe del Departamento de Software y gestor del proyecto se jubiló y, por tanto, se asignó un nuevo gestor al proyecto. En septiembre, el Jefe de Mantenimiento Instrumental y responsable de la ingeniería mecánica del proyecto también se jubiló. Su plaza la ocupa temporalmente el Jefe de Ope-



Arquitectura de Red de Control y Sincronización PTP (IEEE 1588) para el simulador del Nuevo Sistema de Control de los telescopios IAC-80 y del TCS.

raciones Telescópicas, previéndose que en Q2 de 2023 haya un nuevo Jefe de Mantenimiento Instrumental. La ingeniera responsable de la ingeniería eléctrica, electrónica y de control dejó el proyecto a mediados de año, siendo sustituida por otro ingeniero para dar soporte técnico, principalmente, en el área de control, con una dedicación al proyecto del 5% de su tiempo. Por último, el responsable del software de control de alto nivel, estuvo de permiso por paternidad.

A principios de año, el diseño del nuevo sistema de control inicialmente propuesto fue sometido a una revisión interna por el equipo del proyecto. Si bien el resultado de la misma fue satisfactorio, se decidió implementar algunos cambios significativos con el fin de mejorar las prestaciones del proyecto. En concreto, se propuso modificar el sistema de sincronización GPS por uno que incluyese la norma PTT (IEEE-1588) y extender la sincronización al bus EtherCat. También se propuso cambiar los codificadores absolutos de los ejes AR y DEC por otros de mayor resolución. Con el apoyo del Grupo de Sistemas y Comunicación del IAC, la red de datos se sometió a una nueva evaluación y se propusieron las correcciones necesarias. El sistema de autoguiado fue también revisado con el fin de refinar la interfaz de comunicaciones entre FOVIA (sistema actual) y el sistema de control Ethercat. Asimismo, se han revisado los mecanismos de enfoque del IAC80 y del TCS con el propósito de sustituirlos por unos comerciales.

Tras estos cambios se decidió revisar el plan del proyecto con el propósito de disminuir los riesgos técnicos y programáticos. Para ello, se propuso diseñar y construir un simulador de telescopio, representativo funcionalmente del control de los ejes y de la red de datos de los telescopios, que sirviera como banco para el desarrollo y pruebas del sistema, en primer

lugar, a nivel laboratorio y, posteriormente, a nivel telescopio.

Para este simulador, se han aprovisionado importantes componentes que han sido completados por otros existentes. Los armarios electrónicos fueron fabricados y probados por el equipo de Mantenimiento Instrumental (véase Figura 2). Se configuraron y pusieron en funcionamiento los servos, si bien sin carga mecánica, pues este conjunto ha sufrido destacados retrasos por sobrecarga del taller de



Armario de redes, sincronización y control de alto nivel.



Armario de los servos de los ejes AR y DEC del telescopio.

mecánica. Se espera que, a principios del año 2023, ya con todos los elementos disponibles, el simulador se ponga en marcha.

El desarrollo del software de control de alto nivel y de la aplicación cliente sigue su curso. El plan para el software de bajo nivel (PLC) es reutilizar en la medida de lo posible el código del telescopio QUIJOTE. Para principios de año, está previsto comenzar con la revisión, adaptación y transferencia del programa al software PLC del simulador del telescopio.

A finales de año, a propuesta del proyecto, el IAC ha aceptado financiar un desarrollo tecnológico para estudiar la viabilidad del uso de TwinCat Vision, de Beckhoff, para autoguiado de telescopios. Para ello, se ha definido la configuración para las pruebas y, además, se ha especificado para que sirva para nuevos desarrollos de guiado sin TwinCat Vision. Durante 2023 se comprarán los distintos elementos y se realizará, en colaboración con la empresa Beckhoff, el software de control y las pruebas.

A mediados de noviembre, en el ámbito de la formación para el equipo del proyecto, se organizó en un curso impartido por Beckhoff basado en TwinCAT 3 PLC adaptado a mantenimiento. El curso se desarrolló sobre el banco de pruebas de los ejes de los telescopios IAC80 y TCS, y se intentó que fuera lo más práctico posible.

CSOA (CENTRO DE SISTEMAS ÓPTICOS AVANZADOS) (E/401500/02)

José L. Rasilla Piñeiro.

Involucrados en el Proyecto: Verónica Canto Caño, Ana B. Frago López, Félix Gracia Temich, Carlos M. Gutiérrez De la Cruz, Mainer Insausti Múgica y José A. López Aguerri.

Introducción

Este Proyecto tiene como objetivo implantar un centro de producción de óptica avanzada partiendo del conocimiento en el diseño e integración de elementos ópticos destinados a la instrumentación astronómica. Este centro permitirá desarrollar componentes ópticos de vanguardia inicialmente enfocados para su uso en la instrumentación astrofísica y en el espacio pero con el propósito que pueda servir para otros campos de la investigación, el desarrollo. No se contempla su uso para grandes líneas productivas que puedan generar competencia con las industrias de fabricación óptica actualmente existentes en Europa o en el mundo.

La infraestructura de este centro permitiría la generación, corte, pulido y recubrimiento de óptica con un tamaño de hasta 500mm, dentro de un laboratorio llamado CSOA 0.5. Además, se contaría con una pulidora y un sistema de recubrimientos ópticos para producir óptica hasta de 1.6 m de diámetro, que formará parte del laboratorio CSOA 1.5.

Hitos

- Llegada y puesta en funcionamiento del Interferómetro ZYGO Verifire HD.
- Llegada y puesta en funcionamiento del Interferómetro Twyman Green de 4D Technologies.
- Llegada y puesta en funcionamiento del Perfilómetro Nanocam de 4D Technologies.
- Llegada y puesta en funcionamiento del Esferómetro HOFBAUER.
- Llegada y puesta en funcionamiento del escáner 3D de GOM.
- Puesta en funcionamiento y realización de los primeros recubrimientos ópticos.
- Contrato de adquisición de la Generadora óptica MGC250 CNC de Optotech.
- Contrato de adquisición de la Sierra óptica OTS400 de Optotech.
- Contrato de adquisición de la pulidora de sustratos hasta 1.5 m. MCP1501 CNC de Optotech.

- Contrato de adquisición de la pulidora de sustratos hasta 0.5 m. IRP600 de Zeeko.
- Publicación de la licitación para la adquisición de un sistema de recubrimientos ópticos para sustratos hasta 1.5 m.

Desarrollo y resultados

CSOA 0.5

El objetivo de este centro es el desarrollo y fabricación de elementos ópticos con diámetro hasta 500 mm. Esto permitirá hacer frente a las necesidades de óptica de la instrumentación de telescopios en tierra y de carga útiles de satélites. Este laboratorio estará emplazado en la sede central del IAC en La Laguna.

La infraestructura con la que se quiere dotar este centro es la siguiente:

- Generadora para fabricar óptica con diámetro hasta 0.5 m.
- Pulidora para fabricar óptica con diámetro hasta 0.5 m.
- Sierra cortadora para vidrio.
- Sistema de depósito de recubrimiento óptico hasta 0.5 m.
- Sistema de ultrapulido de óptica con diámetro hasta 0.5 m
- Sistema de recubrimientos basado en un cañón de electrones y otro basado en técnicas de "sputtering".

Durante el año 2022, una vez acondicionado el laboratorio de películas delgadas se han puesto en funcionamiento las máquinas de recubrimientos ópticos. Como se ha comentado anteriormente se trata de dos cámaras de vacío. una de ellas permite realizar películas delgadas con técnicas basadas en un cañón de electrones y una cámara independiente que permite realizar películas delgadas con técnicas basadas en "sputtering" magnético.

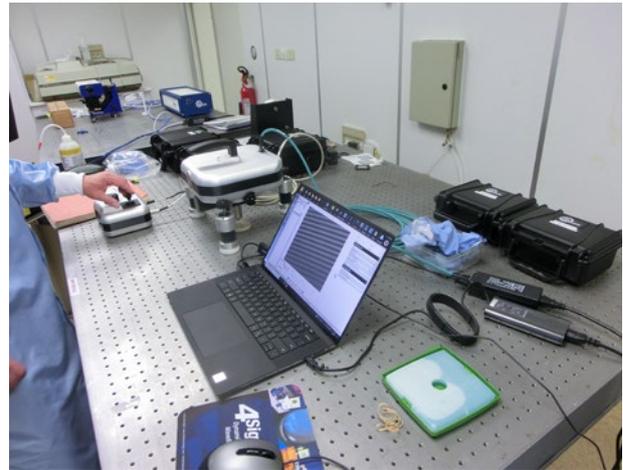


Máquinas de recubrimientos ópticos.

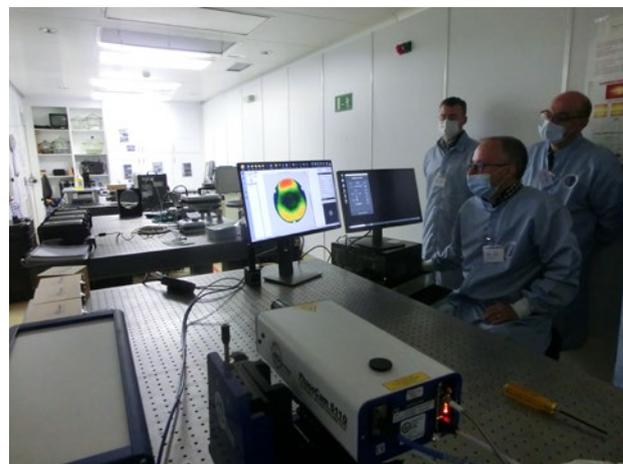
Así mismo durante este año se firmaron los contratos con la empresa Optotech para el suministro de la generadora y la cortadora. Concretamente las máquinas a suministrar son una generadora Optotech MCG250 y una cortadora OTS400. Además, se firmó el contrato con la empresa Zeeko para el suministro de una pulidora modelo IRP 600. Se espera que todas estas máquinas se reciban entre el primer y segundo trimestre de 2023.

En 2022 han sido suministrados la mayoría de los sistemas metrológicos necesarios para realizar el control y verificación de las superficies ópticas que se fabriquen. Estos sistemas son:

- Un interferómetro Twyman-Green de alta resolución suministrado por la empresa 4D Technologies.
- Un interferómetro Fizeau modelo Verifire HD fabricado por la empresa Zygo.
- Un perfilometro fabricado por la empresa 4D Technologies.
- Un escáner 3D fabricado por la empresa GOM.
- Un esferómetro suministrado por empresa HOFBAUER.



Polifómetro 4D.



Esferómetro HOFBAUER.



Escáner 3D.



Interferómetro Twyman Green.

Todo este conjunto de herramientas junto al material existente en el Laboratorio de Óptica permite generar una infraestructura de apoyo muy importante que permitirá realizar todo el proceso de manufactura y obtener un elemento óptico desde un material bruto salido de fábrica.

Además, este centro tendrá, también como objetivo, el desarrollo de técnicas novedosas de producción desarrollando procedimientos y prototipos que podrán ser implantados en el centro de óptica de gran tamaño. Finalmente, este centro permitirá formar a los ingenieros y técnicos que formarán parte de los centros de óptica del IAC.

CSOA 1.5

El objetivo de este centro es el desarrollo y fabricación de elementos ópticos de un diámetro hasta 1.500 m. Esto permitirá hacer frente a las necesidades de elementos ópticos para la instrumentación de grandes telescopios y de futuros telescopios en tierra.

Este centro estará, inicialmente, equipado por una pulidora y un sistema de recubrimientos ópticos. Todo el proceso de generación de la

superficie y corte del material sería encargado al suministrador del sustrato.

Durante el año 2022 se ha realizado la fabricación pulidora por parte de la empresa Optotech situada en Alemania. La entrega de esta máquina está prevista para el segundo trimestre de año 2023.

El sistema de recubrimientos ópticos se propone un sistema tipo "sputtering" con un tamaño para albergar elementos de al menos 1.5 metros de diámetro. Durante el año 2022 la licitación fue publicada pero desafortunadamente tuvo que dejarse desierta por defectos de forma en la documentación presentada por las empresas. Fue publicada de nuevo y se espera resolver en los primeros meses de 2023.

Tanto la pulidora como el sistema de recubrimientos ópticos estarán localizado en una de las salas limpias del edificio de IACTEC.

H2020: OPTICON H2020- FABRICACIÓN ADITIVA (P/601701/01)

Juan Calvo Tovar.

Involucrados en el Proyecto: Fabio Tenegi Sanginés y Afrodísio Vega Moreno.

H. Schnetler, C. Atkins, K. Morris, C. Miller (UKRI-STFC); R. Snell (UoF- Univ. de Sheffield, Reino Unido); E. Hugot, M. Roulet (LAM); S. Farkas, M. György (Konkoly Obs., Hungría); B. van de Vorst, J. Dufils, L. Brouwers (TNO).

Introducción

Los instrumentos astronómicos son cada vez más grandes y complejos. Requieren cientos de piezas ensambladas con precisión, de ahí la necesidad de utilizar las técnicas industriales más modernas de fabricación y ensamblaje, o buscar la fabricación directa de los sistemas para reducir la tarea de ensamblaje. La fabricación aditiva permite fabricar estructuras metálicas complejas. Además, las técnicas de fabricación mejorada por láser o haz de electrones pueden adaptarse para proporcionar componentes ópticos con varias funcionalidades integradas. Adicionalmente, las técnicas computacionales de diseño generativo (optimización topológica) y el empleo de retículas aligeradas (lattice) hacen posibles diseños revolucionarios anteriormente no obtenibles mediante técnicas de fabricación convencionales. El objetivo es combinar ambas técnicas y evaluar la fabricación de prototipos de dispositivos para aplicaciones en la Instrumentación Astronómica.

CAMELOT2: MEJORAS EN EL SOFTWARE DE CONTROL DE LA CÁMARA (P/700111/04)

Olga M. Zamora Sánchez.

Involucrados en el Proyecto: Rosa Clavero Jiménez, María F. Gómez Reñasco, David López Fernández-Nespral, Carlos Martín Díaz, Alejandro Oscoz Abad y Jousef Rajaeitabrizi.

Introducción

El instrumento CAMELOT2 (CAmara MEjorada Ligera de Observatorio del Teide) sustituye desde 2019 al antiguo CAMELOT. Es una cámara de campo amplio de la serie 1100 Spectral Instruments con un detector CCD de E2V Technologies de 4096 x 4112 píxeles. Instalado en el Telescopio IAC-80, trabaja en el rango visible y es el instrumento de uso común de esta instalación. Este instrumento incorpora una rueda de filtros de 12 posiciones. El tamaño del píxel es de 15 micras, resultando en una escala en el cielo de 0,322 segundos de arco por píxel. Su campo teórico se ve reducido, por cuestiones de viñeteo con la rueda de filtros, a un campo útil de 11,8 x 11,8 minutos de arco.

El software de control e interfaz de usuario para la operación de CAMELOT2, la aplicación ccdcap, necesita de algunas mejoras, consistentes en la solución de problemas detectados, así como la incorporación de más prestaciones. Son estas mejoras al software lo que constituye en la actualidad el Proyecto CAMELOT2.

El equipo del Proyecto está formado por un ingeniero de software, una gestora, un supervisor/revisor de software y un equipo de astrónomos, incluyendo la investigadora principal, que asesoran astronómicamente y definen los requisitos científicos.

Hitos

Abandono del equipo de trabajo C. Martín Díaz, asesor de software por jubilación.

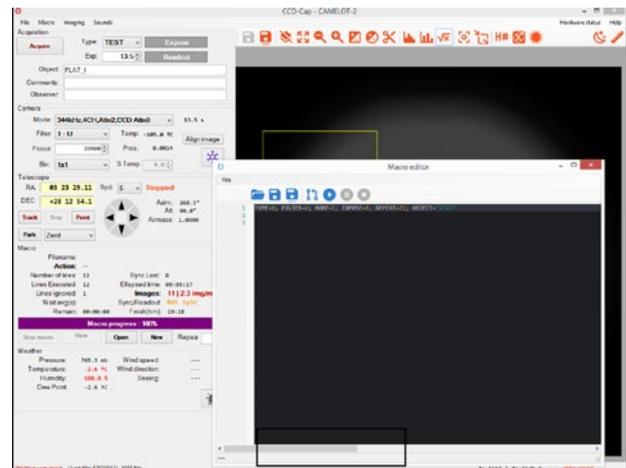
Se han realizado varias versiones de la aplicación con soluciones a errores y algunas mejoras.

Desarrollo y resultados

El ingeniero de software continuó con el estudio y análisis en profundidad de la aplicación ccdcap. Con este conocimiento ha podido generar varias versiones de la aplicación que han ido incorporando soluciones a algunos problemas identificados: corrección en las imágenes

adquiridas de algunas “keywords” de las cabezeras, para que fueran totalmente estándar FITS, así como el contenido de la propia imagen, de acuerdo al tamaño correcto del estándar; muestra de la imagen en pantalla con la orientación correcta; mejoras en la ejecución de macros; implementación de offset del telescopio; solución al problema de movimiento de la rueda de filtros; implementación del foco desde macro; solución a algunos problemas de ejecución de macros; y algunas mejoras en la información mostrada en la interfaz.

Estas nuevas versiones del software han sido validadas por el Grupo de Operaciones Telescópicas, de manera que se han corregido numerosos “bugs” que afectaban a las observaciones desde hacía bastante tiempo. Estas correcciones, así como las mejoras introducidas, han facilitado el trabajo del Grupo en la ejecución de las observaciones, así como el proceso de reducción de las imágenes.



Interfaz de la aplicación ccdcap.

INSTRUMENTACIÓN VISIBLE

HORuS (HIGH OPTICAL RESOLUTION SPECTROGRAPH) (P/301139/02)

Ramón J. García López.

Involucrados en el Proyecto: Carlos Allende Prieto, Juan Calvo Tovar, María F. Gómez Reñasco, Félix Gracia Temich, Enrique Joven Álvarez y Yeray J. Peñate Castro.

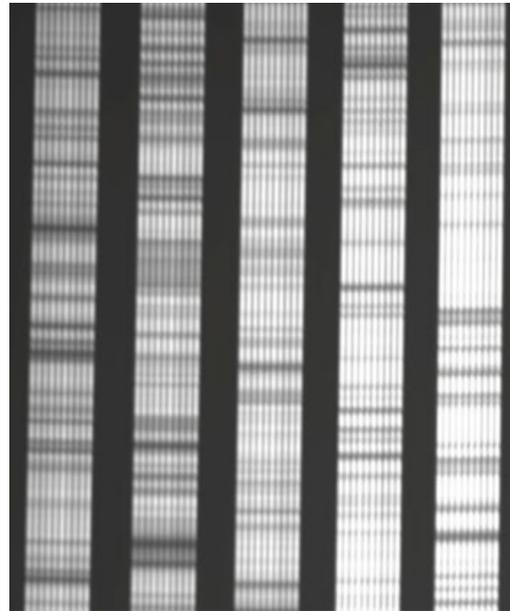
Colaboradores del IAC: Jonay González Hernández, Yeisson F. Martínez Osorio y Rafael Rebolo López.

Introducción

HORuS es un espectrógrafo Echelle de alta resolución con dispersión cruzada para observar en el rango 380-800 nm con una resolución espectral de aproximadamente 25.000. Está instalado en el Telescopio GTC, en el foco Nasmyth-B. Aunque algunos de ellos han sido cambiados o modificados, usa componentes del espectrógrafo UES.



Espectrógrafo HORuS.



Espectro de luz solar obtenido con el Telescopio GTC y HORuS.

WEAVE (WHT ENHANCED AREA VELOCITY EXPLORER) (P/401200)

José A. López Aguerri.

Involucrados en el Proyecto: José M. Delgado Hernández y José M. Herreros Linares.

Colaborador del IAC: Carlos Allende Prieto.

G. Dalton (Univ. de Oxford, Reino Unido), D.C. Abrams (ING); S. Trager (Kapteyn Inst., Países Bajos).

Introducción

WEAVE (WHT Enhanced Area Velocity Explorer) es un nuevo espectrógrafo multiobjeto que se ubicará en el Telescopio WHT, del Observatorio del Roque de Los Muchachos, en la Isla de La Palma. Este instrumento va a ser crucial en el futuro del Telescopio WHT porque no sólo renovará la instrumentación existente sino que lo situará en lo más alto del conjunto de telescopios de la clase de 4 metros de diámetro que llevan a cabo inventarios de espectroscopia multiobjeto. El instrumento está siendo desarrollado por un consorcio en el que participan instituciones del Reino Unido, Países Bajos, Francia, Italia, México y España.

Este instrumento combina un gran campo de visión de 2 grados de diámetro con una gran capacidad espectral, capaz de proporcionar hasta 1.000 espectros de objetos astronómicos en una única exposición. Dispondrá además de unidades de campo integral (IFU) que serán útiles para realizar espectroscopia de campo integral de galaxias. El instrumento ofrecerá resolución de $R=5.000$ entre 370 y 950 nanómetros de longitud de onda, y una alta resolución de $R=20.000$ en dos rangos situados entre 410 - 460 nm y 600 - 678 nm. El espectrógrafo y las unidades de control se instalarán en el foco Nasmyth (Laboratorio GHRIL), mientras que el sistema posicionador de fibras se ubicará en el nuevo foco primario del telescopio (Ver figura 1).

La contribución del IAC al Proyecto WEAVE consiste en el suministro de los siguientes equipos:

- Estructura soporte y control de foco primario –FTS.
- Corrector de dispersión atmosférica –WCS.
- Lente 4 del corrector focal.
- Rotador de campo y cadena porta-cable –WRS.
- Retractores de fibras.
- Sistema de control del espectrógrafo.
- Sistema avanzado de procesamiento de datos científicos.



Figura 1. Lente 1 del Corrector Atmosférico montada sobre La Unidad de Corrección Atmosférica instalada en el Telescopio WHT.



Figura 2. Detalle del nuevo rotador y corrector focal del Telescopio WHT.

HARPS3 (HIGH ACCURACY RADIAL VELOCITY PLANET SEARCHER 3) (P/701902/01)

Jonay I. González Hernández.

Involucrado en el Proyecto: Manuel Amate Plasencia.

Colaboradores del IAC: Yeray J. Peñate Castro.

Universidades de Cambridge, Exeter, Oxford y Belfast (Reino Unido); Univ. de Leiden/NOVA (Países Bajos); Univ. de Ginebra (Suiza); Univ. de Uppsala (Suecia); The Simons Foundation y Princeton Univ. (EEUU); personal local perteneciente al ING y al INT (Reino Unido).

Introducción

HARPS3 es un instrumento de nueva generación para el Telescopio INT que se encuentra en el Observatorio del Roque de Los Muchachos (ORM) en La Palma. El consejo del ING ("ING board") ha decidido que el espectrógrafo HARPS3 sea el instrumento principal en las operaciones científicas del Telescopio INT.

HARPS3 es un espectrógrafo ultra-estable diseñado para la búsqueda de exoplanetas de tipo Tierra alrededor de estrellas como el Sol mediante la técnica de velocidad radial.

Como sus predecesores HARPS y HARPS-N instalados en los telescopios 3.6m - ESO en el Observatorio de La Silla (Chile) y TNG en el ORM, HARPS3 operará a alta resolución (R~115000) y será alimentado dos fibras ópticas que proporcionarán medidas simultáneas de la fuente estelar y de la fuente de calibración espectral, permitiendo obtener medidas en velocidad radial (RV) muy precisas. El instrumento está compuesto principalmente de dos subsistemas:

- El cuerpo principal del espectrógrafo.
- El adaptador de fibras Cassegrain.

El IAC es responsable de la preparación y acondicionamiento de la sala Coudé Este, así como del diseño y construcción de las salas de aislamiento térmico HTE1 y HTE2, sus correspondientes sistemas de control ambiental y de los sistemas de ventilación relacionados con la sala Coudé Este y la sala contigua (sala de rendija).

Hitos

Se modificó el documento de diseño final de la sala Coudé.

Se revisó y modificó la documentación de la licitación (Pliegos de Prescripciones).

Se lanzó la Licitación.

Desarrollo y resultados

A comienzos de 2022 se actualizó el documento de diseño técnico de la sala Coudé del Telescopio IN.

En mayo de 2022 se creó la solicitud para la licitación de la Sala Blanca de HARPS3.

Durante el proceso previo a la publicación de la licitación se tiene una reunión con ingeniería, administración y KPMG para discutir aspectos de la documentación.

Se actualizan el PPT (Pliego de Prescripciones Técnicas) y el PCAP (Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares).

Finalmente se publica la Licitación.

A finales de 2022 se comienzan a recibir comentarios de la FDR (Final Design Review) que suponen actualizar el documento de diseño final.

MICAL (P/201602/01)

Manuel Collados Vera.

Involucrados en el Proyecto: Jonai Bienes Pérez, Noelia Feiío Amoedo, Bruno Feminía Castelló, José M. Gonzalez Cava, Francisco González Pérez, Angela Hernández Delgado, Haresh Mangharam Chulani, Yolanda Martín Hernando, Antonio A. Matta Gómez, Luz M. Montoya Martínez, Miguel A. Núñez Gagigal, Jorge Quintero Nehrkorn, Carlos Quintero Noda, Silvia Regalado Olivares y Claudia I. Ruiz de Galarreta Fanjul.

Colaboradores del IAC: Felix Gracia Temich, Roberto López López y Horacio Rodríguez Delgado.

Introducción

MICAL es el acrónimo de “Mejoras estratégicas en infraestructuras científico-tecnológicas y de apoyo logístico a los observatorios de Canarias”.

El Proyecto MICAL financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) del Programa Operativo de Crecimiento Inteligente 2014-2020 a través del proyecto “Mejoras estratégicas en infraestructuras científico-tecnológicas y de apoyo logístico a los Observatorios de Canarias (MICAL-OOCC)” con referencia ICTS-2017-13-IAC-12 consiste en dos actuaciones:

- Desarrollo de Prototipos de Instrumentación para el Telescopio Solar Europeo.
- Mejoras de las Infraestructuras Auxiliares en el Observatorio Roque de Los Muchachos (ORM).

El Área de Instrumentación del IAC está a cargo de la primera actuación MICAL-EST, con la cual pretende avanzar en aspectos importantes para garantizar que el rendimiento de EST está acorde con sus especificaciones científicas. Dos de los requisitos científicos de alto nivel más relevantes son:

- EST deberá ser capaz de observar la superficie del sol al límite de resolución impuesto por su apertura (los 4 metros de su espejo primario permitirán estudiar los fenómenos solares con una resolución de unas pocas decenas de kilómetros).
- EST deberá ser capaz de realizar observaciones espectropolarimétricas simultáneas en varias longitudes de onda.

Esta actuación a su vez consta de dos subactuaciones específicas:

- 1) Demostrador del sistema de óptica adaptativa de EST. Esta sub-actuación consiste en la adquisición de un conjunto de elementos que formarán un sistema óptico completo de corrección del frente de onda que simulará un sistema conceptualmente similar al del telescopio EST.
- 2) Mejoras para el espectrógrafo GRIS del telescopio GREGOR. Esta sub-actuación está centrada en dotar al telescopio GREGOR de un instrumento único, a partir de la mejora del espectrógrafo GRIS, el cual podrá considerarse como un instrumento prototipo de los diseñados para EST.

Por ello, la primera subactuación (MICAL-EST/MCAO) consiste en la construcción de un demostrador del sistema de óptica adaptativa multiconjugada (MCAO) de EST, mientras que la segunda (MICAL-EST/GRIS) se enfoca en el diseño e integración de un conjunto de mejoras en el espectrógrafo GRIS del telescopio GREGOR para permitir observaciones espectropolarimétricas simultáneamente en varios rangos espectrales.

Hitos

MICAL-EST/MCAO: Corrección de granulación solar con AO usando el sensor de frente de onda con campo de visión estrecho. Junio.

MICAL-EST/MCAO: Simulaciones de AO de capa superficial (GLAO). Septiembre.

MICAL-EST/MCAO: Corrección de múltiples fuentes puntuales distribuidas por el campo de visión, usando el sensor de frente de onda de campo de visión ancho. Noviembre.

MICAL-EST/GRIS: Puesta en operación de los canales 1 y 2. Verano.

MICAL-EST/GRIS: Verificación en telescopio del canal 2. Primera campaña en verano de 2022 y dos campañas de más de 1 semana cada una en noviembre y diciembre.

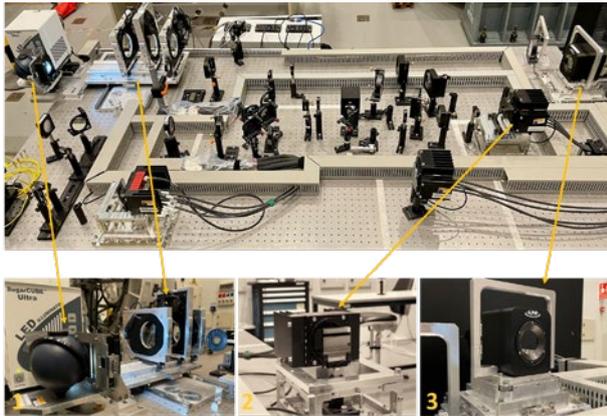
Desarrollo y resultados

MICAL-EST/MCAO: Demostrador del sistema de óptica adaptativa (MCAO) de EST

En el proyecto MICAL-MCAO de EST, se ha continuado con el desarrollo del demostrador de laboratorio de la Óptica Adaptativa Multiconjugada (MCAO) para el Telescopio Solar Europeo. Este año partimos de tener todo el hardware ya integrado con un espejo deformable y se han logrado dos hitos fundamentales: la corrección de granulación solar con óptica adaptativa usando el sensor de frente de onda con campo de visión estrecho (figura 1 derecha), y la corrección de múltiples fuentes puntuales

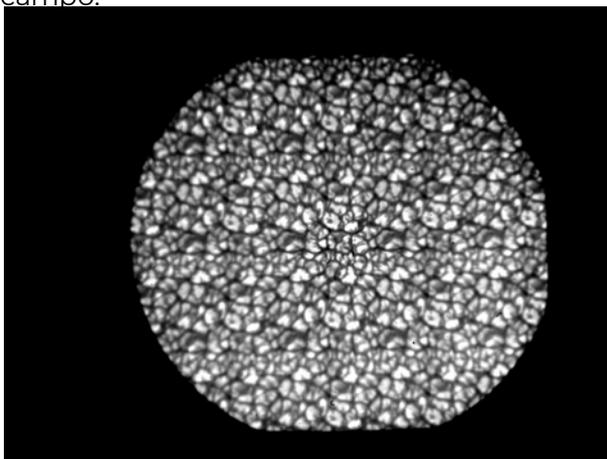
distribuidas por el campo de visión, usando el sensor de frente de onda de campo de visión ancho. Estos hitos son pasos imprescindibles antes de probar la configuración de MCAO que requiere varios espejos deformables.

En la siguiente composición se puede ver el Banco MCAO operativo en el laboratorio del IAC en su estado actual de montaje en la imagen superior, y las imágenes inferiores son ampliaciones de elementos del mismo. De izquierda a derecha la fuente extensa y las pantallas de fase (1), los sensores de frente de onda (2), y un espejo deformable. (3).



Banco MCAO instalado en el IAC.

En la siguiente imagen podemos ver la granulación corregida con sensor de frente de onda de campo estrecho usando el banco óptico demostrador de EST. En el centro se ve que la imagen está corregida, mientras en la periferia no lo está. Turbulencia de $r_0(500nm)=15$ cm conjugada a 5 km de altura sobre el telescopio. El WFS mide los 10 arcsec centrales del campo.



Granulación corregida con sensor de frente de onda de campo estrecho en banco óptico demostrador de EST.

Se han simulado diversas configuraciones de control antes de probarlas en el banco óptico y se ha mejorado el software que controla la cámara de ciencia. A nivel mecánico, se ha concluido la fabricación y ensamblado de la mon-

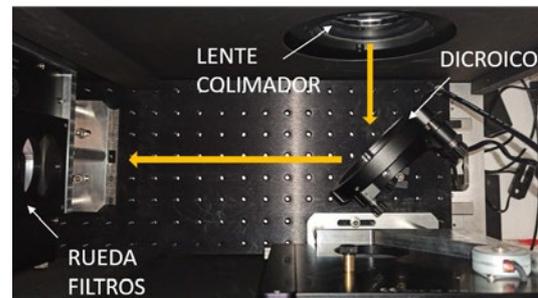
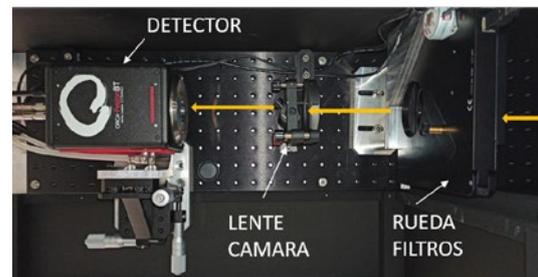
tura de los espejos deformables de altura que serán integrados a principios de 2023. También se ha rediseñado el sistema de iluminación para lograr que los cambios rutinarios de fuente puntual a objeto extenso sean más repetitivos y no requieran realinear la óptica de todo el banco. Este rediseño será fabricado en el taller de mecánica del IAC. Por último, se está tramitando la adquisición de un cerramiento para oscurecer el banco óptico de forma independiente al resto de la sala de integración.

MICAL-EST/GRIS: Mejoras para el espectrógrafo GRIS del Telescopio GREGOR

El proyecto MICAL-EST/GRIS finalizó con el cumplimiento de los objetivos de actualizar el espectrógrafo GRIS del telescopio solar GREGOR. Las tareas incluyeron la instalación de una nueva red de difracción para permitir observar simultáneamente múltiples regiones. Además, se instaló un segundo brazo óptico que usa las nuevas capacidades del instrumento para observar dos regiones espectrales al mismo tiempo en dos sensores independientes. La instalación del segundo canal (con su optomecánica, detector y sistema de adquisición) ha sido completada en 2022.

El sistema está instalado a falta de las últimas verificaciones antes de su puesta en funcionamiento definitivo y uso científico, probablemente durante la primavera de 2023.

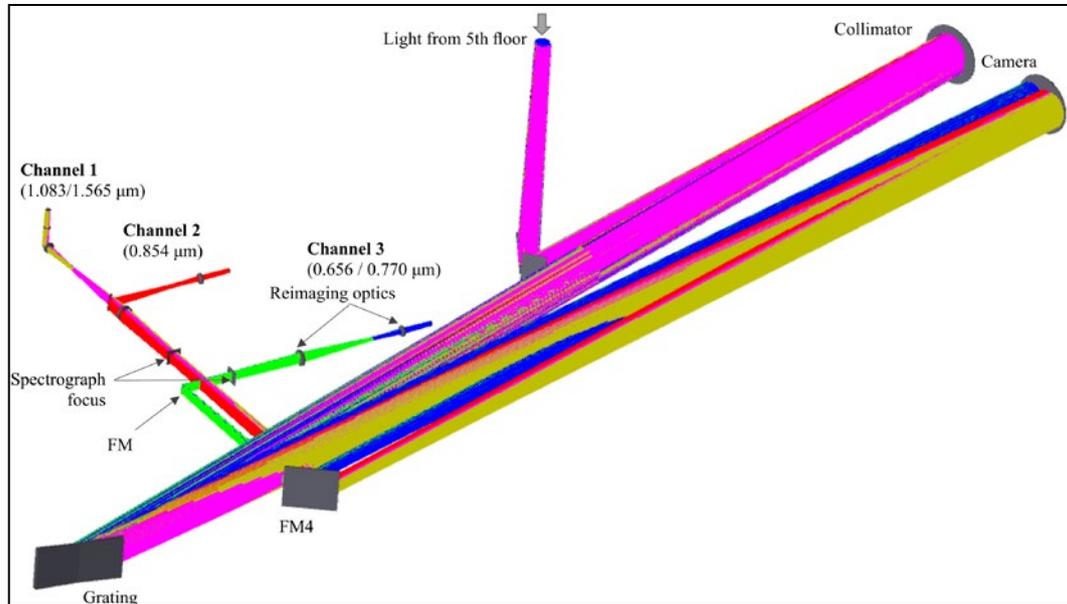
En la siguiente imagen podemos ver el segundo brazo instalado en el espectrógrafo GRIS. A la derecha se puede ver el colimador común del sistema de reimaginación de los brazos 1 y 2, junto con el divisor de haz y la rueda de filtros. A la izquierda la rueda de filtro, la lente de cámara y el detector.



Segundo brazo óptico integrado en el espectrógrafo GRIS.

En proceso está la instalación de un tercer brazo espectroscópico. El diseño óptomecánico está cerrado y las compras de los elementos ópticos y mecánicos se realizarán en el primer trimestre de 2023. El sensor ya está disponible en el IAC.

Todos estos resultados fueron presentados en el congreso internacional SPIE celebrado en Quebec (Canadá) en julio de 2022. En total se presentaron 21 publicaciones de EST, 5 de ellas relacionadas con MICAL-MCAO y con MICAL-GRIS.



Diseño óptico mejoras GRIS.

ANDES (ESPECTRÓGRAFO ECHELLE DE ALTA RESOLUCION PARA ARMAZONES) (P/301139/06-104)

Jonay I. González Hernández.

Involucrado en el Proyecto: Manuel Amate Plasencia.

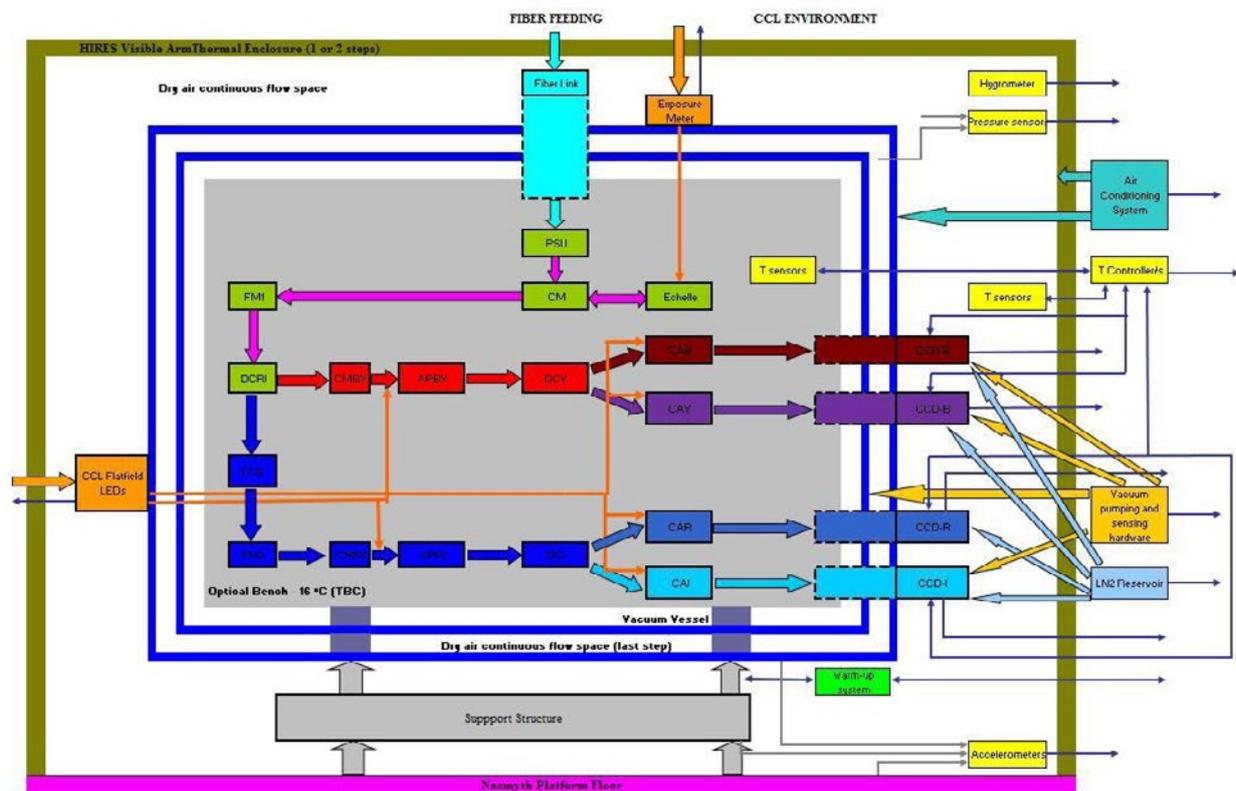
Colaboradores del IAC: Yeray J. Peñate Castro y Fabio Tenegí Sanginés.

M. Rosa Zapatero Osorio (CAB); P. Amado, R. Calvo, R. Varas (IAA) (España); Núcleo de Astronomía Observacional, Univ. Federal do Rio Grande do Norte (CI) e Inst. Mauá de Tecnologia (Brasil); Inst. de Recherche sur les Exoplanètes and Obs. du Mont-Mégantic, département de physique, Univ. de Montreal (Canadá); Univ. Pontificia Católica de Chile (CI); Centre of Astro Engineering, Univ. de Chile; Univ. de Concepcion; Center de Astronomical Instrumentation, Univ. de Antofagasta (Chile); Niels Bohr Inst., Univ. de Copenhage, Department of Physics and Astronomy, Univ. de Aarhus (Dinamarca); France: Lab. d'Astrophysique de Marseille, CNRS, CNES, AMU; Inst. de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble, Univ. de Grenoble Alpes; Lab. Lagrange, Obs. de la Côte d'Azur; Obs. de Haute Provence, CNRS, AMU, Inst. Pythéas, Inst. de Recherche en Astro-

physique et Planetologie, Obs. Midi-Pyrénées; Lab. Univers et Particules, Univ. de Montpellier (Francia); Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (CI); Inst. für Astrophysik, Univ. de Göttingen; Zentrum für Astronomie Heidelberg, Landessternwarte; Thüringer Landesternwarte Tautenburg; Hamburger Sternwarte, Univ. de Hamburgo (Alemania); INAF (Italia); Faculty of Physics, Astronomy and Applied Informatics, Nicolaus Copernicus Univ. (Polonia); Inst de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA) at Centro de Investigaço em Astronomia/Astrofísica Univ. de Oporto, Inst. de Astrofísica e Ciências do Espaço at Faculdade de Ciências Univ. de Lisa (Portugal); Dept. of Physics and Astronomy, Univ. de Uppsala Dpto. d'Astronomie, Obs. de Sauverny, Unvi. de Bern, Physikalische Inst. (Suecia); Univ. de Ginebra (Suiza); United Kingdom: Science and Technology Facilities Council (CI); Cavendish Lab. & Inst. of Astronomy, Univ. de Cambridge; Astronomy Technology Centre; Inst. of Photonics and Quantum Sciences, Heriot-Watt Univ. (Reino Unido); Dpto. of Astronomy, Univ. de Michigan (EEUU).

Introducción

ANDES (ArmazoNes high Dispersion Echelle Spectrograph), anteriormente conocido como HIRES, es un instrumento de segunda generación para el ELT. Como espectrógrafo de alta resolución, permitirá estudiar objetos astronómicos que requieren observaciones de



ANDES.

alta sensibilidad. Se utilizará para buscar signos de vida en exoplanetas similares a la Tierra, encontrar las primeras estrellas nacidas en el Universo, probar posibles variaciones de las constantes fundamentales de la física y medir la aceleración de la expansión del Universo.

El diseño de referencia de ANDES es el de un espectrógrafo Echelle de dispersión cruzada alimentado por fibra modular que tiene cuatro brazos espectrales ultra-estables, desde el ultravioleta hasta el infrarrojo cercano, que proporciona un rango espectral simultáneo de 0,4 -1,8 μm con un poder de resolución espectral de $R \sim 100.000$ para un solo objeto. ANDES también incluirá un modo IFU alimentado por un módulo de óptica adaptativa conjugada simple (SCAO) para corregir el efecto de desenfoque de la turbulencia en la atmósfera.

El consorcio de ANDES está compuesto por cerca de 20 países: Alemania, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Irlanda, Italia, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia, Suiza.

Por parte de España, participan: El IAC como institución líder en España, el IAA, el CAB, el INTA y el CSIC.

El IAC participa en esta fase B (diseño preliminar), siendo responsable de:

- El Banco óptico y todas las Monturas ópticas con excepción de la montura de la red Echelle para el brazo visible (RIZ) liderado por Suiza.
- El Banco óptico y dos Monturas para el brazo ultravioleta (UBV) liderado por Alemania.

El resto de instituciones españolas (IAA, CAB, INTA y CSIC) participan diseñando el resto de las Monturas ópticas con excepción de la montura de la red Echelle para el brazo ultravioleta (UBV) liderado por Alemania.

Hitos

Acuerdo entre el ESO y el Consorcio ANDES.

Acuerdos entre el IAC y el IAA (y el CAB).

Acuerdo sobre el alcance de lo suministrado por el IAC (y resto de instituciones españolas): opto-mecánica parcial de los brazos visible y ultravioleta.

Se lanzó la contratación de un ingeniero mecánico.

Se propuso una distribución de paquetes de trabajo (entregables) de las instituciones españolas.

Desarrollo y resultados

Durante 2022 se firmó el acuerdo de fase B entre el ESO y el Consorcio de ANDES.

Al mismo tiempo el IAC estableció acuerdos con el IAA (y el CAB) para la colaboración en el diseño opto-mecánico, siendo el IAC la institución líder de la colaboración española al Proyecto.

El IAC participa en el diseño y suministro de gran parte de la opto-mecánica de los brazos visible y ultravioleta (liderados por Ginebra y Alemania respectivamente); durante 2022 se establecieron las condiciones y responsabilidades de la colaboración para el suministro de la opto-mecánica.

Dada la necesidad de recursos (ingenieros mecánicos) necesarios para afrontar los compromisos del IAC, se lanza la contratación de un ingeniero mecánico.

A mediados de 2022 se recibe el primer desglose de paquetes de trabajo y se comienza a trabajar en lo que serán los entregables de la fase B por parte de España.

A finales de 2022 se presenta una distribución de entregables acorde con el esfuerzo soportado por cada institución (FTE's).

INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

FRIDA (INFRARED IMAGER AND DISSECTOR FOR ADAPTIVE OPTICS) (P/400728)

María A. Prieto Escudero.

Involucrados en el Proyecto: José Acosta Pulido, Marta C. Aguiar González, Enor Matilla Blanco y Jesús Patrón Recio.

A. López (Univ. de México), S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU), N. Cardiel (UCM).

Introducción

Ciencia con FRIDA

FRIDA (inFRared Imager and Dissector for the Adaptive optics system of the GTC) es un espectrógrafo de campo integral e imagen diseñado para trabajar al límite de difracción de GTC en el rango de 1 – 2,5 μm .

El Proyecto de ciencia con FRIDA se enfoca en la identificación y preparación de programas de observación competitivos para FRIDA. FRIDA se prevé que llegue al telescopio GTC hacia finales de este decenio, excesivamente tarde comparado con todos los grandes telescopios del mundo que ya disfrutaban de instrumentos para Óptica Adaptativa desde más de 7 años, produciendo Ciencia frontera. Por tanto, con el fin de que la comunidad del telescopio GTC sea competitiva en el tiempo de FRIDA, es fundamental que se comience desde ya la identificación y preparación de programas científicos de innovación que exploten al máximo las posibilidades de FRIDA+GTCAO.

El objetivo de este Proyecto es iniciar dentro del IAC tales estudios. Para ello se pretende establecer una colaboración estrecha entre el equipo de FRIDA de IAC y la comunidad científica del telescopio GTC a fin de identificar programas y estrategias de observación claves para este instrumento.

Como punto de partida, se ha seleccionado el estudio a gran escala de la galaxia Andrómeda. Andrómeda es la galaxia espiral más cercana a la Tierra, lo que permite que sus diferentes componentes galácticas: núcleo, disco,

bulbo, brazos y halo, puedan ser estudiadas bajo escalas espaciales sin precedencia. FRIDA podrá realizar un mapeado espectroscópico de regiones seleccionadas en Andrómeda con resoluciones espaciales por debajo de 0,16 pc a 2 μm .

Por su proximidad, la observación de Andrómeda con FRIDA involucra el estudio de un gran número de problemas astrofísicos: formación estelar, función inicial de masa en cúmulos globulares, dinámica galáctica, escenarios de formación de galaxias, etc., a escalas espaciales sólo conseguidas anteriormente en nuestra galaxia y las Nubes de Magallanes. En este Proyecto, se pretende analizar las posibilidades de realización y nivel de competitividad de estos estudios en Andrómeda sobre la base de las capacidades y limitaciones actuales de FRIDA y del sistema de Óptica Adaptativa del Telescopio GTC.

Participación tecnológica en FRIDA

Una de las principales responsabilidades del IAC ha sido la definición e implementación de la ingeniería del sistema de FRIDA. Esta fase fue liderada y concluida por el ingeniero del IAC, J. Fuentes, en 2009. El IAC está además involucrado tecnológicamente en el Desarrollo del Sistema de Control de FRIDA y software de alto nivel. El sistema de adquisición de datos, la electrónica de control del detector y la caracterización de éste, así como el software de alto nivel para el control de mecanismos, son responsabilidades directas del IAC. Asimismo, el IAC es responsable de la definición del pipeline, lo cual está ya concluido, documentado y aprobado en las distintas revisiones del proyecto y por GTC. Dada la inactividad de UCM – responsable de desarrollar el software de la pipeline - sobre la base de los documentos aportados por el IAC describiendo las tareas a realizar, el IAC está realizando primeros desarrollos de software del pipeline para el modo de imagen de FRIDA. Esto es necesario para testar el software de alto nivel que también desarrollamos en el IAC.

El IAC es igualmente responsable de las herramientas de observación con FRIDA, entre ellas el ETC, el cual está concluido. El IAC coordina

todas estas actividades con las instituciones implicadas en estas tareas: UCM en Madrid y UNAM en México. Estas tareas comprenden desde diseño, fabricación y adquisición de componentes, hasta las fases de pruebas e instalación definitiva en telescopio.

Dado que UCM no cumple con su asignación en el proyecto, desarrollo del software de la pipeline, el IAC ha comenzado este desarrollo el cual es necesario para la verificación del software de alto nivel y comunicación con GTC.

El IAC ha además producido toda la documentación, mediciones y justificaciones requeridas para la solicitud de fondos, 0.5 M€, destinados a la adquisición de un nuevo detector, H2RG, para FRIDA.

Hitos

Desarrollo funcional y validación del software de bajo nivel de los nuevos detectores Hawaii-2RG con las tarjetas MACIE.

Cierre del diseño de las interfases mecánicas y cableado del nuevo detector con la Unidad de Enfoque y criostato de FRIDA.

Primeras pruebas en frío del nuevo detector Hawaii-2RG en el IAC.

Desarrollo y resultados

Estado general del Proyecto FRIDA

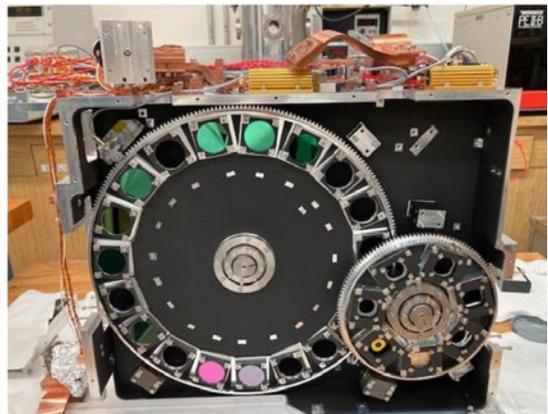
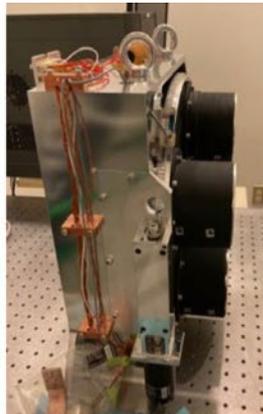
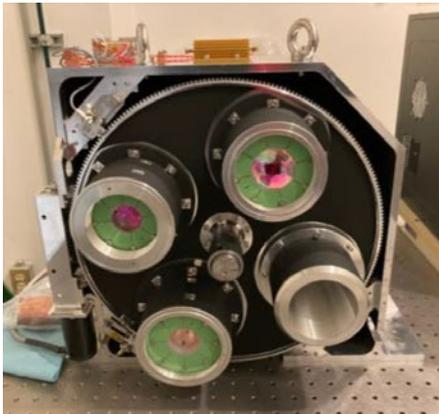
Se completó en CIDESI, empresa colaboradora con la UNAM en México, la fabricación del criostato, el banco óptico, las pantallas interiores y todos los útiles necesarios para la manipulación de todos estos componentes. Tras completarse las primeras pruebas de vacío en fábrica, dichos componentes se encuentran ya en las dependencias de la UNAM, donde se procedió a la integración de todos los elementos criogénicos, sistema de pre-enfriado con nitrógeno líquido, ciclos cerrados de helio y enlaces térmicos, para realizar el primer ciclo criogénico del sistema.

Gestión

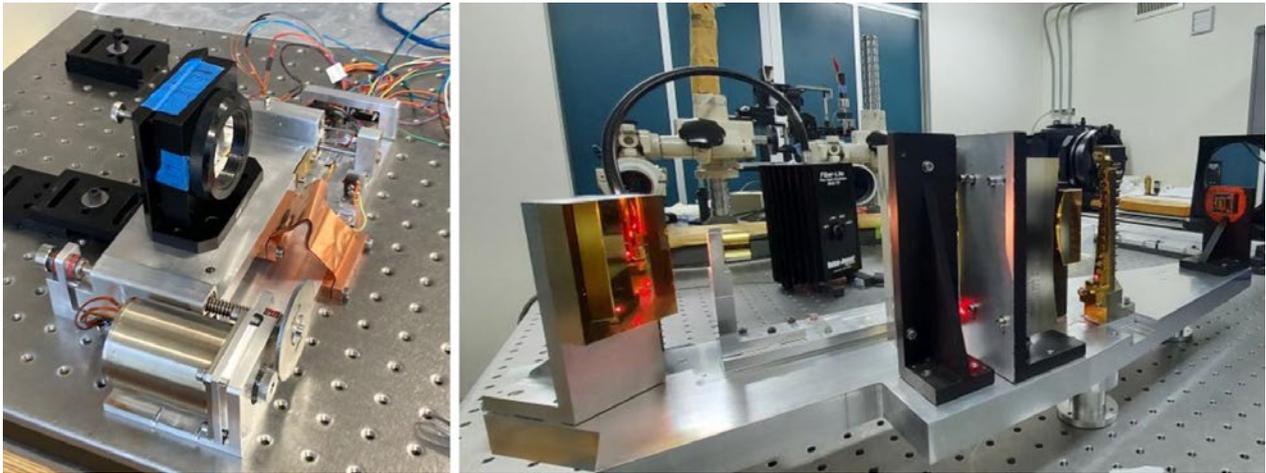
La IFU de FRIDA está finalmente entregada por Florida a UNAM pero siguen sin estar verificadas sus prestaciones de acuerdo a los requerimientos del instrumento. Esta verificación sigue pendiente de realizarse por S. Ei-



Criostato de FRIDA listo para las pruebas de ciclado criogénico en UNAM (México).



Rueda de cámaras (izquierda y centro) y rueda de filtros (derecha).



Mecanismo de enfoque (izquierda) y unidad de campo integral, IFU (derecha).

kenberry, el cual ya no está en UoF. Esta situación es crítica.

UCM continua sin desarrollar la pipeline. La pipeline es crítica para la verificación del software de alto nivel. Este IP está tomando acción para su desarrollo, aunque carece de fondos para construirlo. Esta situación es crítica.

El Proyecto FRIDA, a nivel global, se encuentra en plena fase final de integración y pruebas a nivel de sistema. La previsión actual -por parte de la UNAM- es que el instrumento complete dicha etapa durante 2023, esperando tener la aceptación en fábrica y traslado al Telescopio GTC a finales de 2023.

Gestión

El simulador de Óptica Adaptiva (AO) de FRIDA sigue pendiente de realizarse, en función de los desarrollos de GTC AO.

Se ha realizado la integración de todo el sistema de pruebas, detector, tarjeta ASIC en frío y tarjeta de interfaz MACIE en caliente, en el laboratorio LISA del IAC, con el detector de ingeniería. Este montaje mecánico-térmico, que es rígido, se asemeja mucho en el aspecto funcional a la solución final que se va a adoptar para FRIDA.

Se han realizado varios ciclados criogénicos con el detector de ingeniería, verificando que el sistema funciona de manera adecuada. Se está completando la caracterización del detector de EMIR. La caracterización del detector de FRIDA se realizará en enero-febrero de 2023.

El diseño de las piezas necesarias para el montaje del detector de FRIDA se ha completado. Su fabricación está prevista durante febrero-marzo de 2023.

La previsión actual es que el sistema del detector de FRIDA podría estar disponible para

su integración con el resto del instrumento FRIDA en mayo de 2023.

Se han mantenido reuniones con el equipo de FRIDA y de la Universidad de Florida, para cerrar los detalles de interfases entre el sistema del detector y la unidad de enfoque de FRIDA, y del cableado correspondiente.

Siguen los desarrollos de la Cámara Infrarroja de backup en el IAC. Se han recibido ya todos los componentes ópticos, el criostato y el sistema de vacío-criogenia. Se ha realizado un ciclado criogénico completo sin incluir ningún componente, solo el banco óptico. Existe un diseño detallado y se están elaborando los planos de fabricación de los componentes optomecánicos. En estos momentos se están preparando unas pruebas de validación de la estabilidad del sistema ante las vibraciones que genera el sistema de vacío-criogenia en el banco óptico.

En julio de 2022 se contrató e incorporó el nuevo ingeniero de software con fondos del Gobierno de Canarias.

Sistema de Control

En UNAM se concluyó el Hardware y Software para el sistema de manejo de válvulas y bombas con los PLC's y el despliegue a través del HMI de la electrónica para las pruebas de vacío con la bomba turbo molecular y las dos bombas mecánicas (sistema Housekeeping). Aún no es su versión final, pero ya está funcional.

También se sigue trabajando en la conclusión del cableado y colocación de todos los componentes en el armario de la electrónica. Se está integrando el cableado con el criostato. El manejo de válvulas, bombas, sensores de temperatura y presión de las pruebas de vacío y criogenia se hicieron con la electrónica y control instalados en el armario.

Con la incorporación del nuevo ingeniero se han retomado los trabajos de desarrollo del software de bajo nivel del DAS para la nueva tarjeta MACIE. Este trabajo se está realizando de manera conjunta para EMIR y FRIDA, creándose 2 versiones del mismo software. Se espera que dicho software se vaya depurando durante las pruebas y hasta la instalación de EMIR en telescopio, previsto en torno a marzo de 2023.

Sigue pendiente el desarrollo del componente Sequencer

MIRADAS (Mid-resolution InFRAreD Astronomical Spectrograph) (P/301025)

Francisco Garzón López.

Involucrado en el Proyecto: Pablo López Ramos.

A. Russo (GRANTECAN S.A.); S. Eikenberry, C. Warner, F. Varosi, G. Bennet, N. Raines (Univ. de Florida, EEUU); J.M. Gómez (Univ. de Barcelona). Forman el Consorcio MIRADAS: Univ. de Florida, Univ. de Barcelona, Univ. Complutense de Madrid, IAC, IFAE, IEEC. Además, hay investigadores individuales de la UNAM (México)

Introducción

El espectrógrafo infrarrojo de resolución intermedia, MIRADAS, operará en el rango infrarrojo de 1 a 2,5 micras con una resolución espectral de 20.000. En el año 2010 fue seleccionado para ser el espectrógrafo infrarrojo de la nueva generación de instrumentos para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

MIRADAS es un espectrógrafo multi-objeto con capacidad para observar hasta 20 objetos gracias a 20 brazos articulados provistos de un espejo, a modo de sonda, que patrullan un sector dentro de un círculo de 5 minutos de arco en el plano focal del Telescopio GTC.

Sus principales características se muestran en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor	Comentario
Campo de observación	5 minutos de arco de diámetro	12 brazos. Cada brazo barre un sector del campo
Campo de visión de cada brazo	3,7 x 1,2 arcseg	
Geometría de cada rendija	3 cortes de 3,7x0,4 arcseg	
Detector	4096 x 2048 píxeles	Mosaico de dos detectores HAWAII-2RG 2Kx2K
Espectropolarimetría	Lineal, circular	Modo dispersión cruzada para un solo objeto
Sensibilidad en el continuo	J=18,9 mag H=17,4 mag K=16,7 mag	Para una S/N=10 en 1 h de exposición
Sensibilidad para líneas de emisión	5×10^{-18} ergs/cm ² /s (puntual) 8×10^{-18} ergs/cm ² /s (resuelta)	Para una S/N=10 en 1 h de exposición. Se supone un segundo de arco cuadrado como celda de detección para la fuente resuelta

Especificaciones principales de MIRADAS

Además de en los aspectos científicos, la contribución del IAC se centra en el desarrollo del sistema de control del instrumento y en la coordinación de la participación de las otras instituciones que desarrollan diversos apartados del sistema de control del instrumento.

El sistema de control de MIRADAS sigue los estándares de GTC y se basa en una arquitectura distribuida, siguiendo el modelo de componentes del telescopio GTC, se está desarrollando en C++, y se ejecuta en diferentes ordenadores usando el middleware CORBA.

El sistema de control está compuesto por el control de mecanismos, la adquisición de datos, el control de alto nivel, la reducción de datos, el calculador de tiempo de exposición y el agente de pre procesado. En su desarrollo se intenta aprovechar la experiencia previa y los componentes ya existentes en los sistemas de control de otros instrumentos para el Telescopio GTC como EMIR.

HARMONI (HIGH ANGULAR RESOLUTION MONOLITHIC OPTICAL AND NEAR-INFRARED INTEGRAL FIELD SPECTROGRAPH) (P/400832)

María B. García Lorenzo.

Involucrados en el Proyecto: Ángel Alonso Sánchez, Miguel A. Gagigas García, Graciela Delgado García, José M. Delgado Hernández, Patricia C. Fernández Izquierdo, Ana B. Frago López, Alberto Hernández González, Elvio J. Hernández Suárez, Adriana de Lorenzo-Cáceres Rodríguez, Alejandro A. Luján González, Haresh Mangharam Chulani, Yolanda Martín Hernando, Evencio Mediavilla Gradolph, Saúl Menéndez Mendoza, Luz M. Montoya Martínez, Luis F. Rodríguez Ramos y Afrodisio Vega Moreno.

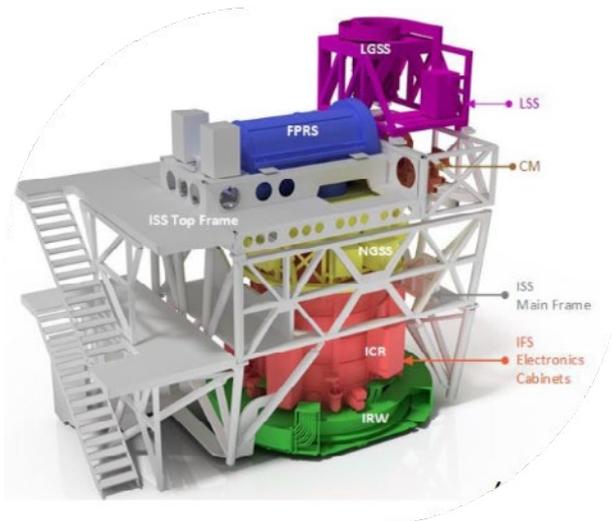
Colaboradores del IAC: José A. Acosta Pulido, Giuseppina Battaglia, Julio A. Castro Almazán, Antonio Eff-Darwich Peña, Jesús Falcón Barroso, Félix Gracia Temich, Artemio Herrero Davó, Roberto López López, José L. Rasilla Piñeiro y Rafael Rebolo López.

N. Thatte (Univ. de Oxford, Reino Unido); B. Neichel (LAM, Francia); Consorcio HARMONI.

Introducción

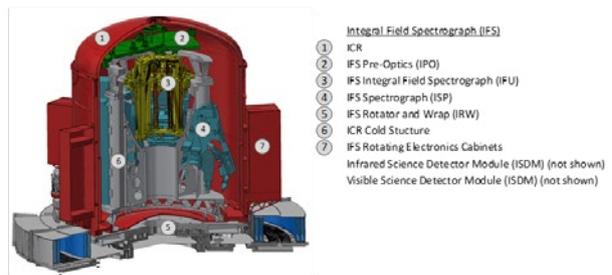
HARMONI es uno de los dos instrumentos de Primera Luz del Telescopio Europeo Extremadamente Grande (ELT). Su diseño y construcción es responsabilidad de un consorcio internacional liderado por la Universidad de Oxford y del que también forman parte el UKATC-Edimburgo, el CRAL-Lyon, el LAM-Marsella, CSIC-CAB-Madrid y el IAC-Tenerife y la Universidad de Michigan. La participación en HARMONI garantiza tiempo de observación en el ELT en las primeras etapas de su uso, una oportunidad científica única para los investigadores españoles. La contribución del IAC en HARMONI puede separarse en tres grandes bloques:

- El desarrollo (diseño, fabricación y verificación) del subsistema que constituye la pre-óptica del instrumento (WP 23).
- Coordinación en la arquitectura y desarrollo de la electrónica de control de todo el instrumento (WP 28).
- Participación en la definición y desarrollo de los casos científicos para el aprovechamiento de HARMONI.



Recreación del Instrumento tal y como se integrará en el foco Naysmith del Telescopio ELT (Crédito: Consorcio HARMONI).

HARMONI es un espectrógrafo de campo integral de alta resolución angular y operativo en el óptico-infrarrojo cercano (0.45-2.45 micras). Está preparado para funcionar con el sistema de Óptica Adaptativa de plano conjugado simple (SCAO) y con el sistema de Óptica Adaptativa por Tomografía Láser (LTAO). También puede operar sin corrección (limitado por seeing). HARMONI tiene una gran versatilidad para optimizar diferentes tipos de observaciones en función de la resolución angular, de la sensibilidad, del campo de visión, etc. Por tanto, es considerado un instrumento “workhorse”, es decir, de interés para un amplio rango de programas científicos (Thatte et al. 2016, SPIE, Vol. 9908).



Sección detallada del Espectrógrafo de Campo Integral del que forman parte los subsistemas de la Pre-óptica (WP 23) y la electrónica de control de todo el instrumento (WP 28) (Crédito: Consorcio HARMONI).

Hitos

En el mes de febrero se pasó de forma satisfactoria una revisión interna para preparar la revisión de diseño crítica del ICE.

Se han cerrado los diseños de las monturas tras las pruebas de tolerancia de los prototipos en ambiente criogénico.

Se han identificado rodamientos comerciales adecuados para los mecanismos en criogenia, con lo cual los diseños de los cinco mecanismos están cerrados.

Se han completado los planos de fabricación del FPMW, POFS y SCT.

Desarrollo y resultados

En abril de 2021, el WP28 (instrument pre-optics, IPO) ha superado con éxito la Revisión Crítica de Diseño (CDR) a nivel de subsistema. El CDR final del instrumento completo se ha retrasado hasta mediados de 2022 por necesidades del consorcio. Por lo que respecta a la participación del IAC, el diseño optomecánico de la IPO está completo y el equipo está preparando la fase Manufactura, Ensamblaje, Integración y Pruebas (Fase MAIT) y completando la documentación necesaria para la revisión del diseño final (Final Design Review, FDR).

Como acción necesaria para poder cerrar el diseño la FDR del instrumento, se está desarrollando un banco de pruebas para justificar la fabricabilidad de elementos críticos de la IPO, como son las parejas de toroides que permiten el cambio de escala espacial. En concreto, se ha comenzado por desarrollar el prototipo de la escala anamórfica 20"x20", su integración y correcto alineamiento. En noviembre 2021, se llegó a un acuerdo con la empresa OptoSigma para obtener una oferta por espejos toroidales que cubre los requerimientos esenciales del proyecto. Sin embargo, los tiempos de fabricación obligan a contratar los toroides de las tres escalas anamórficas al mismo tiempo para poder cumplir con el calendario en la fase de Integración. Está previsto lanzar la compra a principios de 2022.

El desarrollo de los prototipos de mecanismos para la IPO (ver figura debajo) ha seguido su curso después del CDR y seguimos trabajando para mejorar las prestaciones.

Se ha avanzado en el diseño y análisis del banco óptico del IPO, realizándose el análisis térmico con nuevas patas de aluminio. Se ha realizado el análisis detallado de la luz difusa y dispersa en el camino óptico de la IPO y para identificar las posiciones en las que se debe tratar de mitigar, y poder diseñar elementos de mitigación correspondientes.

El prototipo de la rueda de máscaras del plano focal (Focal Plane Mask wheel, FPMW) ha permitido la evolución del diseño con un mecanismo de detención que cumple los requerimientos de repetibilidad. Además, se ha completado el Sistema de control según el es-

tándar del Consorcio: OPC UA protocol + ESO Framework + Beckhoff PLCs y módulos.

Se han realizado prototipos de las monturas para refinar el diseño de las monturas opto-mecánicas a integrar en la IPO.

Pruebas de esfuerzo con un prototipo de montura óptomecánica

Se ha avanzado en la automatización del sistema de control del gran criostato de pruebas (POTEC) en el que se prevé realizar las pruebas de verificación de la IPO en criogenia y en la fabricación/compra de los útiles necesarios para la integración de la IPO en su interior.

Evolución del Criostato de Pruebas

En cuanto al WP23 (Instrument Control Electronics, ICE), el diseño del control de la IPO se ha completado de acuerdo con las pautas existentes, y superando con éxito a la CDR. Este diseño se utilizará como referencia para desarrollar el diseño electrónico del resto de los subsistemas que conforman HARMONI.

Se ha continuado con el diseño de los armarios electrónicos. Se están introduciendo algunas adaptaciones para instalar aisladores antivibratorios. El prototipo de gabinete existente todavía se usa como banco de pruebas para completar un ejemplo del control interno del gabinete.

El sistema de control del rotador de instrumentos (IRW) se ha diseñado y también se ha revisado en el CDR de este subsistema

El sistema del control de LGSS y CARS ha progresado en coordinación con los diseños mecánicos de estos subsistemas.

Se ha continuado con la implantación del software EPLAN para el diseño eléctrico/electrónico. Se ha realizado un primer paso de consultoría con el equipo del representante español y se está realizando la propuesta de las siguientes fases. Se trata de la subcontratación de la implantación del diseño de la electrónica de IPO, la supervisión del diseño de la electrónica de IRW y el curso específico a impartir a los usuarios clave del IAC.

Se ha llevado a cabo un análisis de compensación para comparar las tres opciones existentes para el control de etapas PI: controladores COTS, módulos adaptados de Beckhoff, controladores ACS.

NIRPS (NEAR INFRARED PLANET SEARCHER) (P/601602/03/02)

Jonay I. González Hernández.

Colaboradores del IAC: Félix Gracia Temich y Fabio Tenegi Sanginés.

Consortio: Univ. de Montreal (Canadá), Univ. de Ginebra (Suiza), Inst. de Ciencias de Astrofísica e Ciências do Espaço (Portugal), Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC); Univ. de Grenoble (Francia), Univ. Federal do Rio Grande do Norte (Brasil).

Introducción

NIRPS (Near Infra Red Planet Searcher) es un espectrógrafo de nueva generación que usa Óptica Adaptiva y es alimentado por un haz de fibras.

Es un espectrógrafo criogénico compacto Echelle capaz de operar individualmente o en combinación con HARPS en los telescopios 3.6m-ESO (European South Observatory) en el Observatorio de La Silla (Chile).

Dependiendo del modo de observación, tendrá una resolución espectral de 100000 ó 75000.

El IAC participa diseñando y suministrando el haz de fibras (Fiber Link) que conecta el foco del telescopio con el espectrógrafo.

Se suministra totalmente operativo (fibras, lentes y opto-mecánica integrados, alineados y verificados).

Hitos

Se viajó a Canadá para la reparación y mejora del Fibre Link.

Se viajó a Chile para la integración del Fibre Link con el Front End.

Se colaboró en las pruebas de aceptación del Fibre Link.

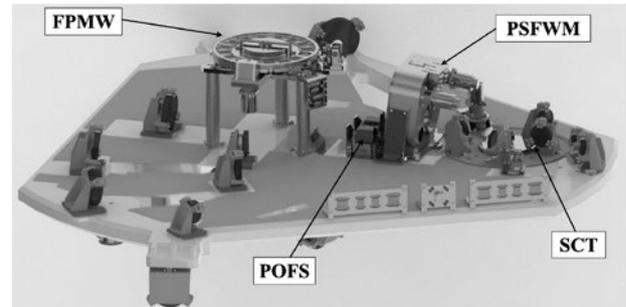
Desarrollo y resultados

El desarrollo del proyecto durante 2022 ha estado condicionado por el proceso de revisión de HARMONI dentro de ESO. Esto ha significado el desarrollo de hasta 8 grupos de trabajo (Task Forces -TF) en el marco del consorcio con el objetivo de definir las acciones necesarias para poder cerrar el Diseño Final del instrumento.

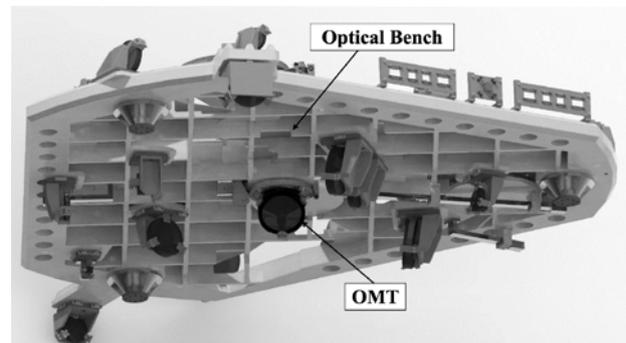
Los equipos a cargo de los dos paquetes de trabajo responsabilidad del IAC han seguido con las tareas necesarias para culminar el proceso de Revisión del Diseño. Final (FDR) en el caso del WP 23 (IPO) y Critica (CDR) en el caso del WP 28 (ICE).

Progreso de la Pre-Óptica

El diseño está completo. Finalmente se ha ideado un procedimiento para alinear los toroides de forma satisfactoria teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación. En este momento se están completando los planos de fabricación del subsistema.

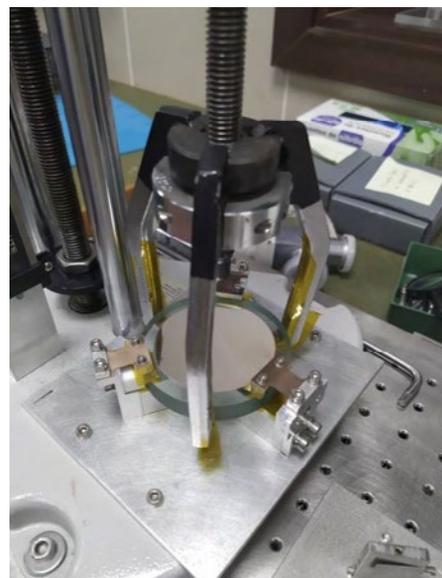


Diseño final de la parte de la Pre-Óptica en el banco superior.

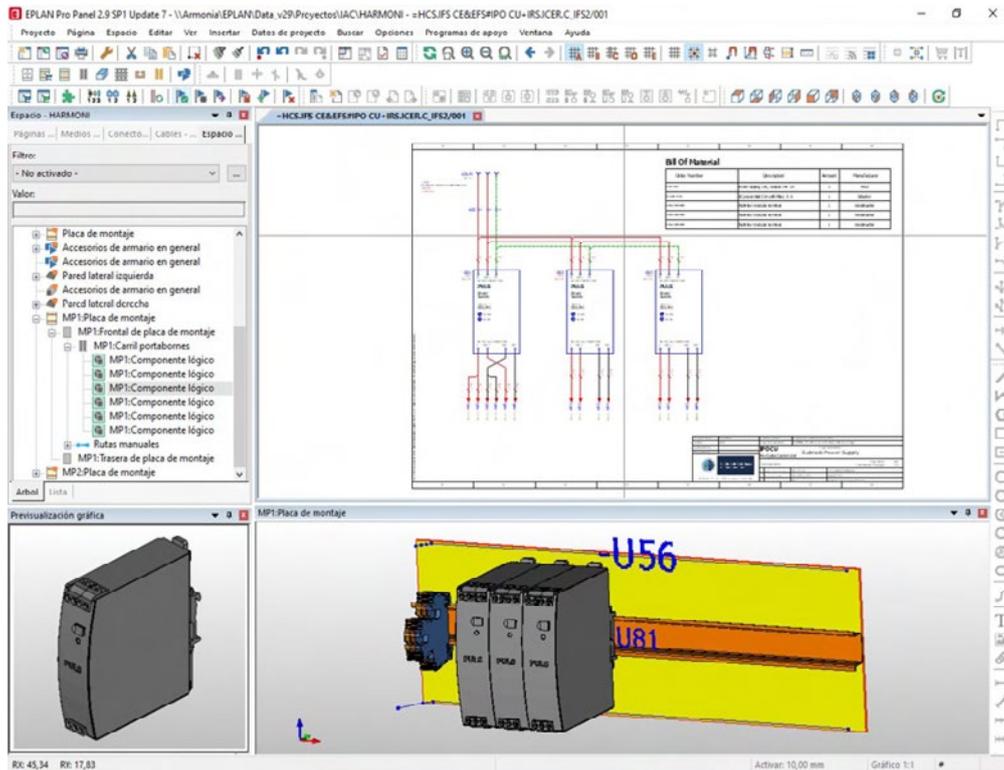


Diseño final de la parte de la Pre-Óptica en el banco inferior.

En el banco de la IPO hay 26 monturas, se ha realizado un esfuerzo importante de estandarización para los diferentes diámetros. Los diseños se han refinado con la fabricación de algunos prototipos críticos.



Pruebas en prototipo de montura cinemática con compensación térmica.



Ejemplo de diseño 3D con EPLAN.

Progreso de la electrónica de control del instrumento

Se han implantado los procedimientos para usar EPLAN para el diseño de la electrónica de control de todos los subsistemas de HARMONI tomando como modelo el desarrollo del control del IPO. Esta herramienta proporciona herramientas adecuadas para los diseños 2D y 3D. Se ha proseguido con la fabricación, ensamblado y verificación de módulos del ICE.

Se han comenzado las tareas de preparación para la verificación de estándares europeos en normas de seguridad y compatibilidad electromagnética para permitir el marcado CE de toda la electrónica de HARMONI.

Por otro lado, el IAC es además responsable de completar la infraestructura del IAC, necesaria para las tareas de integración y verificación de los subsistemas a su cargo en ambiente criogénico. En este campo de acción, se ha continuado con las tareas de implementación del sistema de control del Criostato de Pruebas de la Pre-Óptica en la sala norte de AIV del IAC y la adquisición/fabricación de herramientas y equipos. Las instalaciones más importantes acometidas en el criostato de pruebas para optimizar la duración de los ciclados térmicos comprenden:

- Sensado de presión.
- Control de las válvulas.
- Control de presurización mediante aire seco.

- Lectura de temperaturas internas.
- Interfaz de control y monitorización mediante interfaz gráfica táctil.

En cuanto a los elementos auxiliares necesarios para la integración/verificación:

- Se ha lanzado la compra de motores criogénicos necesarios para los actuadores.
- Se ha recibido el útil de elevación necesario para el traslado seguro del banco óptico de la IPO desde el criostato de Pruebas hasta el útil de volteo (IPO handling frame).
- Se ha recibido la plataforma de altura variable para el acceso al banco óptico cuando se halla sobre la cubierta inferior del criostato.



Criostato en la sala de integración.

NIRPS (BUSCADOR DE PLANETAS EN EL INFRARROJO CERCANO)) (P/601602/03/02)

Jonay I. González Hernández.

Involucrados en el Proyecto: Manuel Amate Plasencia y José L. Rasilla Piñeiro.

Colaboradores del IAC: Félix Gracia Temich y Fabio Tenegi Sanginés.

Consortio: Univ. de Montreal (Canadá), Univ. de Ginebra (Suiza), Inst. de Ciencias de Astrofísica e Ciências do Espaço (Portugal), Univ. de Grenoble (Francia), Univ. Federal do Rio Grande do Norte (Brasil).

Introducción

NIRPS (Near Infra Red Planet Searcher) es un espectrógrafo de nueva generación que usa Óptica Adaptiva y es alimentado por un haz de fibras.

Es un espectrógrafo criogénico compacto Echelle capaz de operar individualmente o en combinación con HARPS en los telescopios 3.6 m-ESO (European South Observatory) en el Observatorio de La Silla (Chile).

Dependiendo del modo de observación, tendrá una resolución espectral de 100000 ó 75000.

El IAC participa diseñando y suministrando el haz de fibras (Fiber Link) que conecta el foco del telescopio con el espectrógrafo.

Se suministra totalmente operativo (fibras, lentes y opto-mecánica integrados, alineados y verificados).

Hitos

Se enviaron fibras ópticas a Ginebra.

Se envió la fusionadora a Chile.

Se completó la “campana de noviembre”: Se cortaron las fibras y se insertaron los “Stretchers”.

Se realizaron todas las pruebas con resultados satisfactorios.

Desarrollo y resultados

La acción más relevante de 2022 fue la campana de noviembre, el objetivo de dicha campana fue insertar un sistema “stretcher” en tres de las fibras del Haz de NIRPS para mejorar su comportamiento modal.

El diseño original del HAZ de fibras de NIRPS contaba con cuatro fibras ópticas que unen el sistema “Front End” y el espectrógrafo sirviendo dos modos de observación el “High Accuracy” (HA) que estaba compuesta de una fibra para el objeto y una fibra para calibración, y el modo “High Efficiency” que consistía sí mismo de dos fibras (objeto y calibración). En su diseño original la fibra objeto del modo HA tenía un sistema “stretcher” que permite mejorar la estabilidad del sistema, las otras tres fibras carecían de dicho sistema.

Durante las primeras pruebas del instrumento se detectaron inestabilidades debidas a comportamientos modales en el interior de las fibras que eran minimizadas en el caso de la fibra que tenía el “stretcher”. En vista de esto, el proyecto decidió incorporar un sistema “stretcher” en las otras tres fibras del haz.

Para ello las fibras tuvieron que ser cortadas y empalmadas con el sistema “stretcher”. Para el empalme de las fibras de calibración se realizó una conexión a través conectores FC, las pérdidas de dicha conexión se estimaban entorno de un 30% pero al ser fibras de calibración esa pérdida de eficiencia era asumible. En el caso de la fibra objeto del modo HE se optó por un empalme a través de una fusionadora de fibras que permitía minimizar las pérdidas hasta un valor de un 10%.

Durante las dos últimas semanas de noviembre de 2022, después de poner a punto el proceso de empalme de las fibras en laboratorio, se realizaron las tareas de colocación de los “stretcher” y el empalme de las fibras en el instrumento, obteniéndose los resultados esperados.

GTCAO LGS (Sistema de Óptica Adaptativa y Estrella Guía Láser para el Gran Telescopio Canarias) (P/401400)

Víctor J. Sánchez Bejar.

Involucrados en el Proyecto: Verónica Canto Caño, José M. Delgado Hernández, Eduardo D. González Carretero, Roberto López López, César A. López Segura, Manuel Luis Aznar, Roberto M. Luis Símoes, José Marco de la Rosa, María I. Montilla García, Heidy Moreno Arce, Antonio Moreno Martín, Jesús Patrón Recio, Marta Puga Antolín, Marcos Reyes García-Talavera, Josefina Roosich Miguell, Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta, Fabio Tenegi Sanginés y Óscar M. Tubio Araujo.

Colaboradores del IAC: Josá A. Acosta Pulido, Almudena Prieto Escudero y Víctor J. Sánchez Bejar.

D. Bonaccini (ESO); J. Castro, G. Lombardi (GRANTECAN S.A.); M. Rosa Zapatero Osorio (CAB); A. Watson (UNAM).

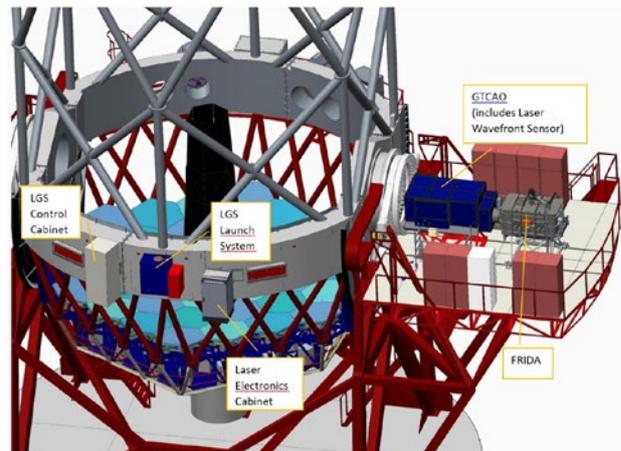
Introducción

El objetivo del Proyecto es dotar al Gran Telescopio CANARIAS (GTC) de un Sistema de Óptica Adaptativa (AO) y una estrella guía láser (LGS), para corregir el efecto de la turbulencia atmosférica sobre la luz que proviene del espacio, y entregar un frente de onda plano al instrumento científico colocado a su salida. Además, el Proyecto va a proporcionar el primer instrumento científico para explotar las capacidades de GTCAO, una cámara infrarroja (GRANCAIN) que cubre las bandas J, H y K.

GTCAO es una infraestructura necesaria para explotar la capacidad de alta resolución espacial del Telescopio GTC, permitiendo el desarrollo de la instrumentación científica y la investigación en este campo. El sistema de Estrella Guía Láser (Laser Guide Star - LGS) sirve para ampliar la cobertura del cielo del sistema de GTCAO, proporcionando en cualquier dirección de apuntado del Telescopio GTC una estrella brillante de referencia para medir y corregir el efecto de la turbulencia atmosférica.

El sistema GTCAO, desarrollado inicialmente por GRANTECAN S.A., se empezó a desarrollar de manera efectiva en el IAC en 2015. Se trata fundamentalmente de un sistema de Óptica Adaptativa con un único espejo deformable conjugado a la pupila, que se encarga de corregir las deformaciones del frente de onda, y un sensor

de frente de onda tipo Shack-Hartmann que se encarga de la medida de las aberraciones introducidas por la turbulencia atmosférica. El instrumento científico que va a hacer uso de GTCAO es FRIDA, una cámara y espectrógrafo en el infrarrojo cercano, que se encuentra comenzando la fase de integración a nivel de sistema. Para poder producir ciencia con GTCAO mientras se completa el desarrollo del instrumento FRIDA, el IAC está desarrollando la cámara infrarroja GRANCAIN, que permitirá observar en el límite de difracción con el sistema de Óptica Adaptativa hasta la llegada de FRIDA a telescopio.



Vistas de GTCAO, LGS y FRIDA en el Telescopio GTC.

Hitos

Junio

- Aceptación en fábrica del criostato de GRANCAIN, su sistema de refrigeración, y parte del sistema de vacío.

Agosto

- Recepción de las plataformas de acceso y los útiles de transporte y manipulación de GTCAO.

Septiembre

- Aceptación en el IAC del criostato de GRANCAIN, su sistema de refrigeración, y parte del sistema de vacío.

Octubre

- Instalación de la refrigeración y asilamiento de los armarios de la electrónica.
- Cierre del diseño detallado y lanzamiento de la adquisición de componentes del sensor de frente de onda de LGS y sus subsistemas.

Diciembre

- Finalización de las pruebas a nivel de sistema de GTCAO.
- Fabricación de las lentes del telescopio de lanzamiento láser.

Desarrollo y resultados

GTCAO ha completado la Integración y Verificación del sistema en laboratorio. Los resultados de la calibración y pruebas están siendo registrados en un documento de resultados que será la base de la aceptación del instrumento. Todos los subsistemas auxiliares, estructuras de acceso y útiles de manipulación y transporte, han sido fabricados y recibidos. La aceptación de GTCAO en laboratorio está prevista para el primer cuatrimestre de 2023, y el transporte e integración en el Telescopio GTC está previsto para el verano de 2023.

En LGS se está completando el Diseño Detallado de sus diferentes subsistemas, y ya se ha lanzado la compra de la mayoría de los componentes comerciales identificados para óptica, optomecánica y control, incluidos los armarios de la electrónica y los ordenadores principales del instrumento. Está previsto tener completados varios subsistemas principales de LGS a final de 2023, en concreto el Sensor de Frente de onda de la LGS (LWS), el Sistema de Transferencia del Laser (LTS) y la Electrónica de Control (LCE).

En junio de 2022 renunció a su contrato uno de los ingenieros electrónicos del Proyecto, responsable de los PLCs de control. También en verano renunciaron a continuar sus contratos la ingeniera óptica asignada a GRANCAIN y el ingeniero mecánico asignado a GRANCAIN.

El doctorando L. Marquis, del Institut d'Optique Graduate School de París, finalizó sus estancias de colaboración en el marco de su tesis en control de AO, cotutelada por I. Montilla. El principal objetivo de esta tesis es la mejora de las prestaciones del control en lazo cerrado de la Óptica Adaptativa mediante el uso de

control lineal cuadrático gaussiano, que permite entre otros aspectos el control específico de las vibraciones en el sistema.

GTCAO

En este periodo se han llevado a cabo las pruebas a nivel de sistema en laboratorio, entre las que se pueden destacar las siguientes: calibración del ADC (Corrector de Dispersión Atmosférica) del sensor de frente de onda; calibración y corrección de la aberración de campo en el sensor de frente de onda; calibración del desplazamiento de la pupila con el campo, para corregir con el Pupil Positioner; implementación del seguimiento del K-System (rotador óptico); ajustes en la TC (Cámara de Pruebas) para automatizar la elección de la ventana para la evaluación del background y el cálculo del SR (Strehl Ratio); optimización de las prestaciones del sistema en lazo cerrado con diferentes condiciones de turbulencia; definición de las configuraciones de referencia del sistema para diferentes condiciones de turbulencia en cielo; mejoras en la extracción de la matriz de interacción, el aplanado del DM y la determinación de los centroides de referencia; y verificación del cumplimiento de los requerimientos de prestaciones del sistema.

Continuando con las tareas de análisis de riesgos, se ha completado el diseño e implementado el sistema de seguridad. Existe un PLC para dicho sistema que se ha probado de manera satisfactoria.

Se integró y verificó la actualización del sistema de calibración para generar la imagen de una fuente puntual en la posición nominal de foco de FRIDA a la salida de GTCAO.

Se completó la fabricación y se han recibido tanto las plataformas de acceso al instrumen-



Plataformas de acceso a GTCAO en Nasmyth (izquierda) y útil de transporte (derecha).

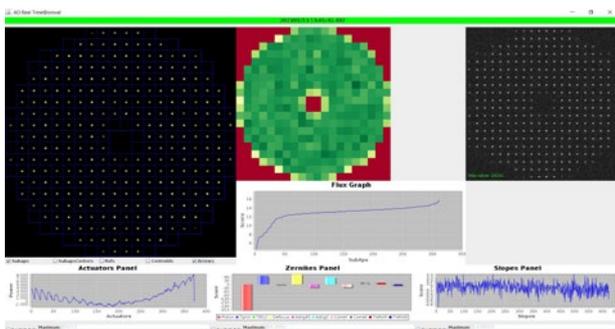
to en Nasmyth como los útiles de manipulación y transporte, estando todo disponible para su integración y pruebas durante las últimas fases del AIV a nivel de sistema.

Se completó la fabricación y se integró el cableado definitivo del sistema con las longitudes adecuadas. También se completó la fabricación e integración de los paneles y marcos de rigidización para traslados de los armarios de electrónica. Se han completado las pruebas del sistema de refrigeración, aire-agua, para los armarios.

Se ha recibido la OAP (parábola fuera de eje) de repuesto del sistema colimador-cámara de GTCOA, para su uso temporal durante tareas de reparación (recubrimiento) de las OAPs "titulares" de dicho sistema. Se han fabricado los útiles y elaborado los procedimientos para el desmontaje, sustitución y montaje de las OAPs, de cara a iniciar las tareas de reparación en 2023.

En cuanto al software, se ha avanzado en los siguiente:

- Desarrollo e integración de los componentes del sistema de calibración y de la TC en la capa Instrument, y se prosigue con el DAS. Está en desarrollo la Pipeline de la TC.
- Desarrollo del tracking con los drivers tipo IDM.
- Gestión de configuraciones del SW del RTC (Control en Tiempo Real), arranque automático de toda la parte del RTC en coordinación con los mecanismos y preparación de una imagen de backup de todo el sistema.
- Toma de datos de las posiciones de los mecanismos y la configuración de la TestCam, dentro del DFAgent, incluyéndolo en las cabeceras de las imágenes (Keywords).
- Desarrollo de paneles: tiempo real y subaperturas, centroides y actuadores, mecanismos, panel de control global de GTCOA, MIMIC, visualización de datos del WFS.

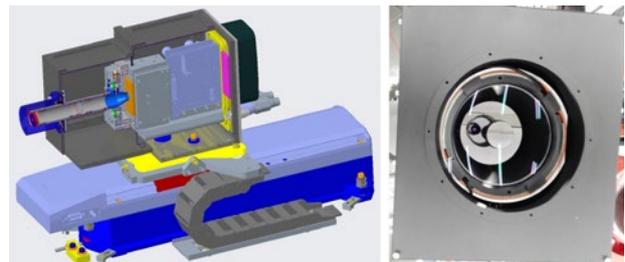


Vista del panel del RTC (Real Time Controller).

- Contacto con GTC para la integración de la OCAM2 en el GCS y la I/F con M2. Simulador M2 en el RTC. Adaptación y simplificación del módulo del M2. El Panel de control en tiempo real ya se conecta con el GCS.
- Desarrollo de un equivalente DAS y DFAgent para la OCAM2.
- Actualización de la arquitectura software, tanto de los mecanismos de GTCOA como del RTC.

LGS

Se han completado los análisis de tolerancias tanto del sistema de transferencia del láser, LTS, como del sensor de frente de onda de LGS, LWS. Con esta información se ha cerrado el diseño detallado óptico y mecánico del LWS, y el diseño detallado óptico del LTS, de manera que se procedió a cerrar los requerimientos de los suministros y a lanzar las compras de todos los componentes ópticos del LWS (lentes, microlentes, espejos y dicróicos) y todos los espejos del LTS. El diseño detallado



Diseño detallado del LWS y cámara de apuntado del láser.

de la mecánica del LWS se ha completado y se están elaborando los planos de fabricación. También se ha recibido la cámara de apuntado del láser.

El contrato de diseño detallado y fabricación del telescopio de lanzamiento láser (LLT) ha sido renegociado tras encontrar serias dificultades en su ejecución en las condiciones inicialmente planteadas. La óptica del LLT, que consiste en dos lentes de alta calidad, está fabricada y está previsto recibirla a principios de 2023. El IAC se ocupará de la finalización del diseño detallado de la mecánica y de la fabricación de la misma, así como de la integración y pruebas del LLT completo.

Se ha realizado un esfuerzo notable en la definición y configuración global de la electrónica de LGS, lo cual ha permitido lanzar la compra de la mayoría de los principales componentes de la misma: armarios de electrónica, sus componentes, PLCs de control y de seguridad, ordenadores, etc.

GRANCAIN

Al ser una cámara infrarroja, este instrumento consta en esencia de un detector infrarrojo, una óptica de reimaginación y un sistema de filtros intercambiables mediante una rueda. Todo ello irá montado dentro de su correspondiente criostato. El detector que se utilizará será uno de los Hawaii-II disponibles tanto por parte del instrumento EMIR como de FRIDA, que van a utilizar el nuevo detector Hawaii-2RG, de hecho, se reutilizará toda la electrónica de control y los desarrollos realizados en EMIR para su uso en GRANCAIN.

Tras el cierre de los principales detalles de diseño, se lanzó la compra de las lentes de la óptica, los filtros, la fabricación del criostato y el sistema de refrigeración del mismo, todo ello con fechas de entrega en la primera mitad de 2022. El proyecto ha completado casi el total del diseño opto-mecánico y se han realizado prácticamente el total de las compras necesarias, quedando componentes de pequeño valor para fabricación y AIV (5%). Se ha aceptado el criostato, los componentes ópticos, las monturas de alineado, controlador principal, controladores de presión y temperatura, motores, controlador de los motores para la rueda de filtros, compresor y cabeza fría (81%), quedando por recibir y aceptar el ordenador del instrumento y la bomba de vacío (15% del presupuesto). Se han utilizado para ello los Fondos de Recuperación y Resiliencia de la UE con un total de 185.000 €.

Durante el año 2022 han estado trabajando en el Proyecto la Ingeniera Óptica, V. Canto y el Ingeniero Mecánico, A.F. Moreno, H. Moreno, E. González Carretero y J.M. Delgado, con la colaboración de P. Fernández, E. Joven Álvarez, F. Tenegi Sanginés, J. Sánchez, M. Puga y R. López.

Los próximos meses se centrarán en la verificación de vibraciones del detector con respecto al eje óptico ya que es un punto clave para el Proyecto. Se plantea el test de vibraciones como parte de la integración opto-mecánica utilizando la óptica y los soportes diseñados, también como base para el procedimiento de alineado del instrumento. Se ha decidido usar la CryoWebCam desarrollada en el pasado en el área de instrumentación con el fin de ser usada en proyectos y tareas similares a la que ahora nos lleva.

En esta fase también se está desarrollando el software del instrumento y del controlador de Beckhoff: sistema general de control, adquisición de imágenes de ciencia, control de las ruedas de filtro, monitorización de temperatu-



Criostato de GRANCAIN durante las pruebas de ciclo criogénico.

ra y presión del criostato, control de alimentación y control de temperatura del armario. La fabricación e integración del armario de electrónica empezará en febrero de 2023. Se han hecho avances en el sistema de adquisición de imágenes, conexión con los dispositivos de control desde el PLC y software de control de las ruedas de filtros.

Después de la fabricación mecánica de los componentes del banco óptico y la integración de sistemas, está previsto el comienzo de la integración y verificación del instrumento en el IAC en los últimos meses del 2023.

Este Proyecto está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco de los Programas Operativos de Canarias 2007-2013 Eje 1, Tema Prioritario 2 y 2014-2020 al amparo de la Resolución nº 364 de 25 de noviembre de 2014 y de la Resolución nº 232 de 10 de junio de 2015 de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) y prefinanciado mediante préstamo del Ministerio de Ciencia e Innovación.

También está cofinanciado por el Plan Estratégico de los Observatorios de Canarias (INSIDE-OOCC, ICTS-2019-03-IAC-12), la Convocatoria de Equipamiento Científico-Técnico 2018 (EQC2018-005097-P), la Convocatoria de Equipamiento Científico-Técnico 2019 (EQC2019-006713-P) y fondos procedentes del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea – NextGenerationEU.

ADFEMOS: ACTUALIZACIÓN DETECTORES FRIDA EMIR Y OSIRIS (P/402100)

Enrique Joven Álvarez.

Involucrados en el Proyecto: Roberto Barreto Rodríguez, Patricia C. Fernández Izquierdo, Enrique Joven Álvarez, Enol Mantilla Blanco, Angel Mato Martínez, Horacio Rodríguez Delgado y Josefina Rosich Miguell.

Colaborador del IAC: José J. Díaz García y Francisco Garzón López.

D. Carroll, J. Castro y T. Vaz (GRANTECAN S.A.).

Introducción

Antecedentes

El nuevo Proyecto ADFEMOS (acrónimo de Actualización Detectores FRIDA, EMIR y OSIRIS) es el marco de un Convenio de Colaboración entre GRANTECAN/GTC y el IAC, que surge de la necesidad de dotar a los instrumentos astrofísicos OSIRIS y EMIR –actualmente en funcionamiento en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) desde 2009 y 2016, respectivamente– de nuevas, mejores y mayores prestaciones, así como actualizar el diseño en el instrumento FRIDA, de próxima instalación también en dicho telescopio.

La naturaleza de la colaboración entre ambas instituciones hermanas, como puede comprobarse fácilmente en la constitución estatutaria de ambas, es no solo frecuente, sino que habitual. En este aspecto, el instrumento de primera luz visible del Telescopio GTC fue OSIRIS, diseñado, construido, ensamblado e instalado en el telescopio por un consorcio internacional de instituciones liderado por el IAC, en sus facetas tanto científica como tecnológica, en estrecha colaboración con la institución receptora del mismo, que fue GRANTECAN. El personal científico y técnico de ambas instituciones trabajó conjuntamente para ello. Lo mismo ocurrió con EMIR, la cámara-espectrógrafo que constituye el instrumento de mayor complejidad actualmente en uso en el Telescopio GTC. De nuevo, un equipo multidisciplinar de varias instituciones –lideradas nuevamente por el IAC, y de nuevo soportadas por GRANTECAN– llevó a cabo el proyecto. El trabajo y colaboraciones en proyectos conjuntos es pues no solo frecuente, sino habitualmente necesario.

Alcance

Con el transcurso de los años de operación de los instrumentos astrofísicos mencionados, han surgido nuevas necesidades y lógicas posibilidades de mejora, demandadas por los usuarios de la comunidad astrofísica del GTC. La principal de ellas es la sustitución de los detectores visibles tipo CCD ya obsoletos de OSIRIS, y de los detectores infrarrojos, tanto en operación de EMIR, como en reserva para FRIDA. Los detectores infrarrojos actuales, adquiridos en una etapa muy temprana de los proyectos, adolecen de un comportamiento complicado en manejo y problemas en la reducción de los datos obtenidos, habiendo sido prontamente descatalogados. Nuevos y mejores modelos garantizan una drástica mejora en las prestaciones de los tres instrumentos referidos. Los cambios en los detectores conllevan tareas diversas, principalmente en la electrónica de control de los instrumentos. Pero también en los mecanismos criogénicos asociados y en el software de adquisición de las imágenes y datos.

Para abordar estas mejoras, GRANTECAN ha obtenido la financiación suficiente para la adquisición de las nuevas unidades de detección y otros componentes relacionados en sus instrumentos, así como de la capacidad de contratación de los recursos humanos necesarios para ello. Dado que el IAC ha sido el principal diseñador y constructor de los aparatos, la intención conjunta de ambas instituciones es que se mantenga la sinergia en las mejoras, aprovechando los conocimientos adquiridos en el diseño, fabricación e instalación de los instrumentos citados. Cada una de las dos partes que colaboran se comprometen a la realización específica de una parte de los trabajos necesarios, en común beneficio.

El alcance resumido de la colaboración es el siguiente:

- Adquisición del sensor visible tipo CCD Deep-Depletion “E2V 231-84 BI” de 4k x 4k píxeles para el instrumento OSIRIS.
- Adquisición de dos sensores infrarrojos del tipo “Teledyne MCT H2RG” de 2k x 2k píxeles, junto con el chip de control tipo ASIC “Sidecar”, para la renovación de EMIR y la instalación en FRIDA. Además del hardware de adquisición de datos y accesorios.
- Renovación completa del plano focal de OSIRIS, lo que incluye no solo el cambio del detector CCD citado, sino además el cambio del criostato que lo enfriará hasta la temperatura de operación, la actualización del hardware de control, la actualización

del firmware de control y la actualización del software de control de alto nivel, manteniendo los modos de observación actuales del instrumento y añadiendo aquellos pendientes de comisionado.

- Ensamblaje, integración y verificación del nuevo subsistema de detección de OSIRIS en el IAC (en el Laboratorio de Detectores LISA –Laboratorio de Imagen y Sensores para Astronomía–) y comisionado en telescopio GTC en la nueva ubicación de OSIRIS (foco Cassegrain).
- Renovación completa del plano focal de EMIR, lo que incluye no solo el cambio del detector infrarrojo citado por la unidad H2RG, sino además el cambio del soporte mecánico y una motorización criogénica adicional para corregir errores de alineado en frío, la actualización de todo el firmware de control basado en el chip de tipo ASIC, y la actualización del software de control de alto nivel, manteniendo los modos de observación actuales del instrumento.
- Ensamblaje, integración y verificación del nuevo subsistema de detección de EMIR en el criostato de pruebas del IAC (LISA) y comisionado en telescopio GTC, en el foco Nasmyth-A (previa apertura del instrumento en la sala limpia de GTC).
- Actualización del detector de FRIDA por un sistema idéntico al planteado para EMIR.

Hitos

Primera luz OSIRIS+: 15 de diciembre de 2022. Se comprueba con varios espectros e imágenes en el foco Cassegrain del Telescopio GTC las mejoras del nuevo CCD E2V 231-84 DD/BI, de 4k x 4k píxeles, así como el nuevo criostato sin LN2.

Desarrollo y resultados

Durante 2022 se han producido notables avances en el Proyecto de colaboración conjunto entre GRANTECAN S.A. y el IAC denominado ADFEMOS (acrónimo de Actualización Detectores FRIDA, EMIR y OSIRIS). A continuación, se citan los principales logros, así como los progresos durante este período en relación con los nuevos detectores adquiridos para los tres instrumentos involucrados.

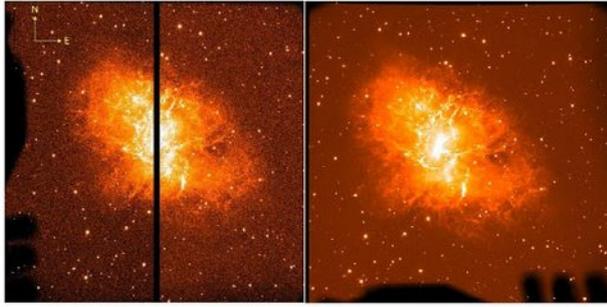
En el ámbito del instrumento OSIRIS, se terminó la caracterización de las unidades CCDs tipo Teledyne E2V CCD 231-84, de 16 megapíxeles en formato monolítico de 4k x 4k y alta eficiencia cuántica, en las instalaciones de LISA (Laboratorio de Imágenes y Sensores para Astronomía) del IAC. El resultado de ello

fue la aprobación de sus prestaciones y la calibración de las principales figuras de mérito. Además, se completó el sistema de adquisición de datos (o DAS, por sus siglas en inglés de Data Acquisition System) integrado en el software del GCS (GTC Control System). Para ello, se cambió la estrategia en la electrónica de control, sustituyendo el sistema comercial ARC-gen-2 por un más moderno ARC-gen-3, lo que permitió además prescindir del sistema operativo VxWorks, integrándose todo el conjunto bajo LINUX y una plataforma hardware PCIe conectada por fibra óptica con la electrónica de control, añadiéndose los sincronismos necesarios para control de obturación, calibraciones de filtros sintonizables, o modos rápidos de fotometría, entre otros. El manejo del nuevo detector de OSIRIS quedó por completo dentro de los estándares de control del Telescopio GTC.

En paralelo, se terminó el diseño y la fabricación del nuevo criostato de OSIRIS. Para llevarlo a cabo, se hizo uso de una nueva unidad de cámara (o “Camera-head”) que contiene el nuevo CCD y un soporte de precisión, acoplada criogénicamente a un cuerpo cuyo elemento principal es una unidad de ciclo cerrado de helio del tipo PTC reducido (Pulse Tube Cooler), desarrollada por la empresa Thales, totalmente novedosa. Este sistema permite llevar el detector a su temperatura de trabajo nominal (160 K) sin vibraciones y sin mantenimiento, pudiéndose así liberar a OSIRIS de las habituales tareas con nitrógeno líquido. El sistema se acopla de igual manera a como la hacía la versión anterior de OSIRIS en su antigua ubicación de Nasmyth-B, pero ahora ya acoplado al instrumento en el foco Cassegrain.

Con fecha de 15 y 16 de diciembre, se llevó a cabo la integración completa de todo lo anterior en el telescopio, con excelentes resultados, no siendo necesaria la reversibilidad de los sistemas aun cuando el diseño y el montaje lo permiten si ello fuera necesario. El instrumento ya totalmente renovado ha sido bautizado como OSIRIS+, y las primeras pruebas en el comisionado del mismo certifican una notable mejora en las prestaciones del detector, especialmente en el débil rango azul, un bajo ruido, nulo mantenimiento criogénico y robustez en el uso y manejo en todos los aspectos.

En cuando a los instrumentos infrarrojos, durante 2022 se terminaron de recibir los componentes necesarios: cuatro detectores H2RG de distintas prestaciones, así como los circuitos ASIC específicos para su control criogénico (todo ello de la empresa Teledyne), y también las tarjetas MACIE para configuración de los



Imágenes de M1 antes y después de la actualización del CCD. Imagen de la Nebulosa del Cangrejo (M1) tomada con la anterior configuración de OSIRIS (dos CCDs, arriba a la izquierda) y la nueva OSIRIS+ (arriba a la derecha). Las direcciones espacial y espectral cambian al girarse 90° el nuevo CCD para nuevos programas de observación. Abajo, imagen compuesta en falso color con tres filtros y sin procesado. En la fotografía aparece ya OSIRIS+ con el nuevo criostato acoplado en su carenado.

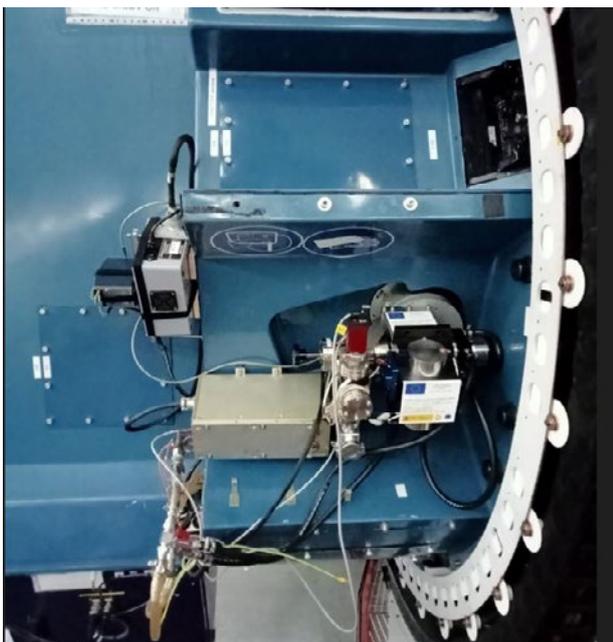
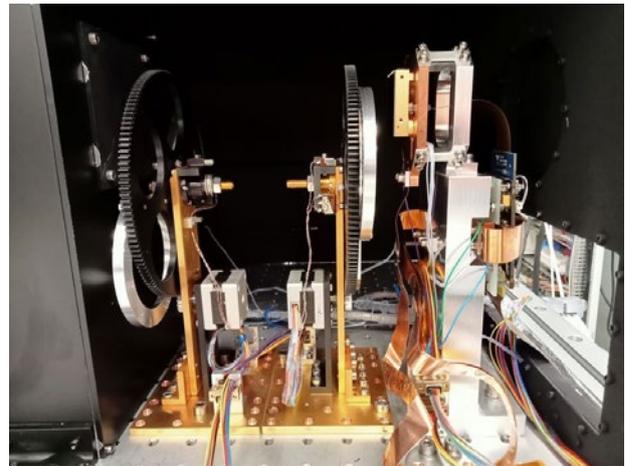


Imagen del nuevo OSIRIS+.

dispositivos y transmisión de datos. Durante los primeros meses se llevaron a cabo las tareas de configuración del gran criostato de pruebas infrarrojo de LISA, tanto en su automática de control, como fuente de radiación de cuerpo negro, ruedas de filtros y otros elementos necesarios tales como pantallas de radiación o control independiente de temperaturas. El resultado de estos trabajos ha permitido llevar a cabo ya la calificación completa de las unidades H2RG de ingeniería y de ciencia para el instrumento EMIR, operándose el detector a 40 K (actualmente EMIR lo hace a 70 K, por causa de la precariedad de su unidad actual H2-PACE) y a 80 K el sistema ASIC/SIDECAR. El resultado de esta caracterización ha sido la calibración y aprobación para su uso en EMIR del nuevo detector, con muy baja corriente de oscuridad, bajo ruido y, sobre todo, una completa estabilidad temporal en su lectura, factor determinante en la decisión de la sustitución del antiguo modelo.



Montaje de pruebas para los nuevos detectores de EMIR/FRIDA. Fotografía del setup de caracterización de los nuevos detectores H2RG para EMIR y FRIDA, incluyendo las unidades de control MACIE (externa) y SIDECAR (interna, a 80 K). También aparece el detector Teledyne H2RG de 4 megapíxeles, sensible hasta 2.5 micras.

En paralelo a estas caracterizaciones, se ha avanzado notablemente en el desarrollo del nuevo DAS de EMIR, que mantiene y simplifica las actuales estrategias de observación del instrumento (lecturas CDS, rampas, Fowler), integrándose como en el caso de OSIRIS dentro del GCS del telescopio. Además, se está terminando en los talleres del IAC la fabricación de la nueva montura criogénica motorizada que se demanda para el correcto alineado del detector de EMIR, en la actual versión prefijada en caliente y ligeramente descentrada. Esta montura, que permite alinear tres ejes en criogenia por medio de los respectivos actuadores criogénicos, se integrará y verificará a primeros de 2023, estimándose que pueda

llevarse a cabo la renovación del instrumento in situ en la primavera del año. Junto con ello, está previsto realizar en la misma parada el necesario mantenimiento demorado del instrumento (por razones conocidas: epidemia Covid-19, erupción volcánica), especialmente en la delicada CSU (Control Slit Unit).

Por último, FRIDA va a disponer de un sistema en el plano focal similar al de EMIR, pero simplificando su montura, que será fija. Hará uso del mismo software y hardware, replicado, por lo que una vez sea caracterizado su detector estará a tiempo para las verificaciones que comienzan este año del criostato del instrumento en México.

INSTRUMENTACIÓN MICROONDAS

QUIJOTE (Q U I JOINT TENERIFE CMB EXPERIMENT) (P/401199)

José A. Rubiño Martín.

Involucrados en el Proyecto: Paz Alonso Arias, Mateo Fernández Torreiro, Ricardo T. Génova Santos, María F. Gómez Reñasco, Roger J. Hoyland, Carlos H. López Carballo, Haroldo Lorenzo Hernández, Michael Peel, María R. Pérez de Taoro, Rafael Rebolo López, José A. Rubiño Martín, Afrodísio Vega Moreno y Antonio Zamora Jiménez.

R. González López (Italia); M. Bouzit (Inst. d'Ástrophysique Spatiale, París, Francia); Univ. degli Studi de Milán (Italia); INAF OAS Obs. di Astrofisica e Scienza dello Spazio de Bologna (Italia).

Introducción

Experimento QUIJOTE, y espectrógrafo TMS

El experimento QUIJOTE (Q U I, JOint Tenerife Experiment), situado en el Observatorio del Teide, tiene como objetivo la caracterización polarimétrica del Fondo Cósmico de Microondas (FCM), y de otros procesos de emisión galáctica y extra-galáctica en el rango 10-42 GHz, a grandes escalas angulares (1° de resolución). Las medidas de QUIJOTE complementan a baja frecuencia las del satélite Planck (ESA), y permiten caracterizar con precisión la polarización de la emisión sincrotrón y la emisión anómala de microondas de nuestra Galaxia.

La instalación está originalmente diseñada para dos telescopios (QT1 y QT2) y tres instrumentos (MFI, TGI y FGI), que cubren 6 bandas de frecuencia. El primer instrumento, el *Multi-frequency Instrument* (MFI), entró en operación en noviembre de 2012 con cuatro frecuencias centrales (11, 13, 17 y 19GHz). Fue decomisionado en diciembre de 2018 y se sustituyó por el espectrógrafo visitante KISS (Grenoble). Los instrumentos TGI (*Thirty GHz Instrument*) y FGI (*Forty GHz Instrument*) se integraron en un único criostato en el QT2, en una configuración de 14 receptores a la frecuencia de 30GHz y 15 receptores a 40GHz.

Los nuevos instrumentos en desarrollo, financiados en su mayor parte por el plan de infraestructuras, el plan estratégico de observatorios y el plan de recuperación son: un multi-frecuencia mejorado (MFI2), que sustituirá al actual MFI en el plano focal del QT1, triplicando su sensibilidad; y un espectrógrafo de microondas, el TMS (*Tenerife Microwave Spectrometer*) que proporcionará datos de las distorsiones espectrales del FCM, midiendo fluctuaciones térmicas del FCM, tanto absolutas (mK) como en el relativas (μ K), también en el rango de 10-20 GHz, complementando así el proyecto QUIJOTE en la parte espectroscópica.

El Proyecto QUIJOTE está liderado por el IAC y tiene como socios al Instituto de Física de Cantabria (IFCA, Santander, España), al Departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM, Santander, España), y a las Universidades de Manchester y de Cambridge del Reino Unido. A partir de 2019 se han unido como colaboradores la Univ. de Grenoble-Alpes, la Università degli Studi de Milán y el Observatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio de Bologna. El Proyecto TMS está liderado por el IAC, y tiene una participación en aspectos instrumentales del grupo de INAF en Bologna, la Universidad de Milán, y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).

Más información en la Web del Proyecto QUIJOTE: <http://research.iac.es/project/cmb/quijote>.

Hitos

Mayo

Recepción en el IAC de la carga fría a 4K para el TMS.

Junio

Aceptación en fábrica de la montura del TMS.

Julio

Instalación de la cúpula del TMS en el OT.

Septiembre

Recepción de la montura del TMS.

Octubre

- Presentación de la tesis de Paz Alonso Arias sobre el instrumento TMS.
- Calibración del FTGI en colaboración con el equipo de STRIP.

Noviembre

- Instalación de la montura del TMS en el OT.
- Se completa la integración mecánica del MFI2 en los laboratorios del IAC.

Desarrollo y resultados

Instalaciones

A lo largo del año 2022 se implementaron algunas mejoras en las instalaciones auxiliares, como el sistema de producción de aire seco, el sistema SAI y los *switches* de comunicaciones, entre otros. También se sustituyó el sistema de fijación de la junta rotatoria del telescopio QT1 por otro más robusto, diseñado y fabricado en el IAC. Se contrató además la realización de un proyecto de obra para una reforma integral de la obra civil del edificio QUIJOTE.

Instrumento FTGI

Desde su instalación en noviembre de 2021, el instrumento ha observado en configuración de siete receptores casi ininterrumpidamente, con alguna incidencia menor, como la provocada por un corte eléctrico durante el mes de julio, que se aprovechó para regenerar el *getter* del criostato. Desde entonces se han obtenido datos científicos hasta octubre de este año, cuando una fisura en las líneas de Helio provocó la contaminación del compresor de He, siendo necesaria la parada del instrumento para el cambio del ciclo criogénico completo. En el mes de diciembre se recibieron los conectores pasa-muros que serán sustituidos en el resto de los receptores, aprovechando por tanto la parada del instrumento para instalar más píxeles y hacer cambios necesarios en la interfaz de la bomba integrada de vacío, en el laboratorio de AIV del IAC.

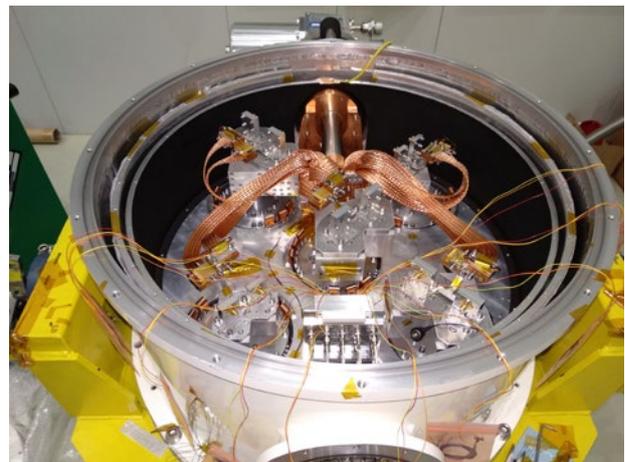
Un hito importante para el *Forty & Thirty GHz Instrument* durante 2022 fue la tarea de calibración con dron, realizada en colaboración con el equipo del proyecto STRIP, de la *Università degli Studi di Milano*, durante la semana del 3 de octubre en el observatorio de Izaña.

Instrumento MFI2

Durante el año 2022 se finalizó la fase de integración mecánica y electrónica del instrumento. Además de las tareas habituales de ensamblaje de subsistemas, se reforzaron los

enlaces térmicos del criostato para asegurar los requerimientos térmicos y se revisó uno de los módulos FEM bias del FTGI para ser integrado en el MFI2 y así asegurar su puesta en marcha en la fecha planificada. A continuación, se iniciaron las pruebas de verificación.

El sistema de pre-procesado y adquisición de datos que está previsto para este instrumento, basado en tecnología de FPGA ultra-rápidos, introducirá una mejora importante al poder filtrar bandas de frecuencia concretas que contaminan los datos astronómicos. Su progreso durante el año 2022 se ha visto muy limitado, puesto que no ha sido posible adjudicar en el año el contrato de ingeniería previsto para este desarrollo. Por este motivo, se trabaja en la adaptación del antiguo sistema DAS del MFI, con vistas a un primer comisionado del MFI2 en 2023, aunque este sistema solo permitirá la adquisición en cuatro de los cinco canales y no dispondrá de las mejoras en filtrado de frecuencias.



MFI2 en proceso de Integración.

Espectrógrafo TMS

Se trata de un instrumento complejo, que trabajará a temperaturas entre 10 y 4K con una estabilidad térmica exigente.

Aunque la finalización del diseño detallado está prevista para el próximo año 2023, se ha avanzado en el diseño de elementos como el OMT, especialmente complejo en su proceso de fabricación. También se han finalizado otros subsistemas auxiliares como la montura del instrumento, cuya verificación y aceptación en fábrica se realizó en junio de 2022 y su instalación en el observatorio en noviembre del mismo año. Durante julio de 2022 también se instaló la cúpula que albergará este espectrógrafo, sobre la cimentación preparada a tal efecto.

La carga criogénica a 4K (4KCL), desarrollada en colaboración con el grupo INAF de Bolonia

(Italia), se recibió en el IAC durante el mes de abril.

El sistema de pre-procesado y adquisición de datos que se desarrolla para el MF12 también se empleará en este instrumento, por tanto, se espera un progreso importante en el próximo período 2023.



Instalación de la montura del TMS.

Otras actividades

Durante el mes de septiembre se incorporó Haroldo Lorenzo Hernández como ingeniero mecánico. Esta incorporación se realiza seis meses más tarde de lo previsto.

Otra plaza convocada fue la de un ingeniero electrónico para el desarrollo del sistema de FPGAs, que por diferentes vicisitudes se ha visto demorada en más de un año y medio. Al finalizar 2022 se encuentra en fase de valoración final de candidatos.

GROUND-STRIP: GROUNDBIRD LSPE-STRIP (P/401800)

Ricardo T. Génova Santos.

Involucrados en el Proyecto: Víctor M. González Escalera, Carlos H. López Caraballo, Michael Peel, Rafael Rebolo López y José A. Rubiño Martín.

M. Hattori (Univ. de Tohoku, Japón); S. Honda (IAC); K. Lee, E. Won (Univ. de Korea); C. Otani (RIKEN); Y. Sueno, J. Suzuki, O. Tajima (Univ. de Kyoto, Japón), M. Bersaneli, A. Mennella (Univ. de Milán, Italia); F. Cuttaia (INAF-OAS, Bolonia, Italia); B. Caccianiga (INFN, Milán, Italia).

Introducción

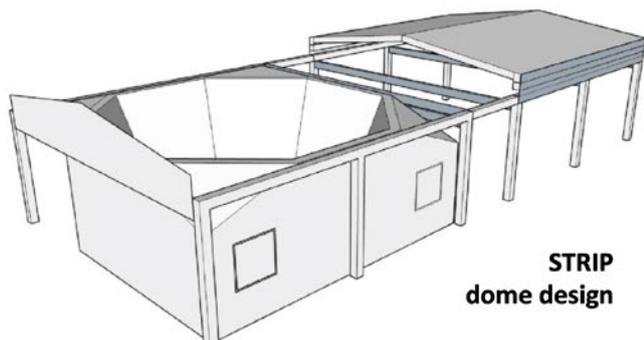
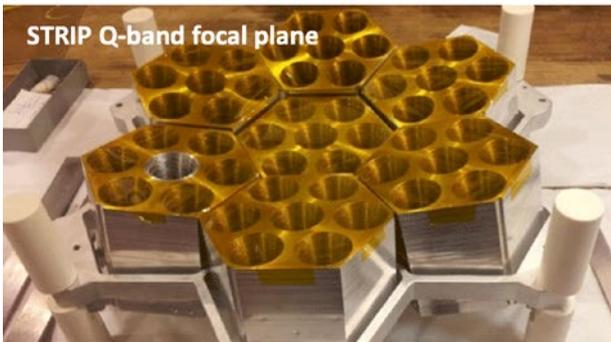
GroundBIRD y LSPE-STRIP son dos experimentos que tienen en común su capacidad de recibir señales en la banda de microondas. Ambos se desarrollan en otros países (principalmente en Japón e Italia), pero se instalan en el Observatorio del Teide (OT) aprovechando las excelentes cualidades de este emplazamiento. Aunque el IAC no está involucrado en ningún paquete de desarrollo tecnológico de estos experimentos, sí que tiene una importante participación en las labores de integración e instalación en el observatorio, en las mejoras y mantenimiento durante la explotación científica, y en su explotación científica en sí.

GroundBIRD

GroundBIRD es un experimento dedicado a observar y caracterizar la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) en altas frecuencias (145 y 220 GHz). En diciembre de 2016 se firmó el acuerdo de colaboración entre el instituto RIKEN y el IAC, a través del cual el IAC entró a formar parte de esta colaboración, lo que le confiere al IAC pleno derecho en cuanto acceso a datos, explotación científica y autoría de publicaciones. Este acuerdo fue renovado en 2021 por otro periodo de 3 años (BOE 2971, 19-febrero-2021). Está previsto que GroundBIRD realice observaciones durante al menos 3 años de manera continuada. Aparte de su total involucración en aspectos científicos, la responsabilidad principal del IAC en aspectos técnicos está centrada en suministrar y adecuar las infraestructuras generales del observatorio del Teide para la instalación del telescopio, y en dar soporte para la introducción de mejoras en el sistema, especialmente en las tareas necesarias para la actualización del sistema de detectores del telescopio.

LSPE-STRIP

LSPE-STRIP es un experimento dedicado a observar la polarización del FCM en frecuencias intermedias (43 y 90 GHz). En noviembre de 2018 se firmó el convenio de colaboración entre la Universidad de Milán y el IAC para la instalación del experimento (BOE 26-abril-2019, 6250). Está previsto que LSPE-STRIP realice



observaciones durante al menos 2 años, iniciando el comisionado a finales de 2022 o principios del 2023. La responsabilidad del IAC está centrada en gestionar la contratación de la cimentación del telescopio y la cúpula de protección del experimento, así como adecuar las infraestructuras generales del Observatorio para la instalación del telescopio.

Como complemento a estos telescopios se han instalado o se instalarán varios instrumentos dedicados a la caracterización atmosférica:

Un radiómetro desarrollado por la compañía japonesa Furuno para la medida de la densidad columna de vapor de agua precipitable (periodo de pruebas: 4 meses).

- Una cámara infrarroja desarrollada por la Universidad de Corea para la monitorización de la distribución de nubes.
- Otro monitor de PWV perteneciente a la colaboración EHT, para evaluar la posibilidad de instalar una antena del EHT en el Observatorio.

Hitos

GroundBIRD. Se finalizó la instalación del sistema de seguridad, lo que permitió el comienzo de las observaciones en modo remoto.

GroundBIRD. Comenzaron las observaciones del programa científico (septiembre de 2022).

Se realizó una campaña de observación de la señal emitida por un emisor montado en un dron, con QUIJOTE TFGI (noviembre de 2022). Estas observaciones servirán de preparación y demostración para otra campaña de observaciones similar que se realizará con Strip en el futuro.

Desarrollo y resultados

GroundBIRD

El telescopio GroundBIRD ha estado funcionando de manera satisfactoria. El criostato también ha tenido un funcionamiento satisfactorio, siendo capaz de mantener las condiciones de bajas temperaturas durante largos periodos de tiempo. El funcionamiento de la cúpula también ha sido correcto y no ha dado problemas. Los detectores de tipo mKID, fabricados por SRON, han estado funcionando de manera fiable durante las observaciones que se han realizado.

A principios de año ocurrieron algunos problemas relacionados con pérdidas en la enfriadora, lo que causó algunas interrupciones en las observaciones. Este problema fue solucionado a principios de febrero. Hasta febrero se reali-

zaron observaciones requiriendo la presencia de personal en el Observatorio. La puesta a punto del sistema de seguridad se finalizó en marzo, evitando así la presencia física de personal en el observatorio durante la realización de las observaciones. A partir de ese momento las observaciones se han estado realizando de manera totalmente remota.

En mayo se mejoró el aislamiento térmico de la estructura del plano focal mediante la mejora en el ajuste de los cables de kevlar. También se mejoró el aislamiento de las cajas que contienen los amplificadores de tipo HEMT, dando lugar a una disminución de la temperatura de operación en la etapa más fría del sistema criogénico, donde se encuentran los detectores. Durante estos trabajos, ocurrió un accidente en la operación de desmontaje del criostato con una grúa. Se produjo un impacto contra los soportes del eje elevación, quedando dañado uno de estos soportes. Como resultado de este contratempo, el criostato no pudo ser instalado de manera inmediata. Tuvo que ser colocado en la cúpula de QUIJOTE, mientras las piezas dañadas del soporte de instalación eran fabricadas en los talleres del IAC para ser reemplazadas. Finalmente, una vez estas piezas fueron construidas, volvieron a ser instaladas en los soportes del eje de elevación, y el criostato fue finalmente reinstalado en septiembre.

A partir de ese momento, se realizaron observaciones de forma más o menos continuada entre septiembre y diciembre, en modo completamente remoto. En diciembre hubo un problema con la placa de rotación del telescopio, lo que causó una interrupción en las observaciones. Este problema fue solucionado de manera temporal tras engrasar los cojinetes de rotación, aunque se determinó que la solución final requeriría la sustitución de estos cojinetes por unos nuevos. También en diciembre se implementó la automatización del sistema de elevación, dando como resultado que a partir de ese momento la elevación del telescopio puede ser modificada entre 70 y 90 grados de forma totalmente remota. En paralelo se instaló un freno magnético, y un tope mecánico, para mayor seguridad. Tras la instalación de este sistema ahora se puede programar y realizar observaciones en modo "sky dip" (movimiento del telescopio de forma continuada y repetida en elevación ascendente y descendente, con un acimut fijo) de forma remota y en cualquier momento.

Durante este año, el personal de mantenimiento del OT (MOT) y los operadores de telescopio (TOT) han proporcionado una ayuda

inestimable en la operación y mantenimiento del telescopio, y en especial durante los periodos de observaciones en modo remoto.

LSPE-Strip

Durante 2022 se realizó el proceso de licitación para la construcción de la estructura deslizante que servirá de cúpula del telescopio Strip. Desafortunadamente el proceso terminó desierto ya que no se presentó ninguna empresa que cumpliera las condiciones establecidas en las bases del proceso. El proceso de licitación se iniciará de nuevo en 2023. De acuerdo con la planificación actual del proyecto el telescopio Strip debería estar instalado en el OT a finales de 2023 o a principios de 2024.

LiteBIRD (P/402102)

Ricardo T. Génova Santos.

Involucrados en el Proyecto: José J. Díaz García, Gabriel González Rial y Diego A. Tamayo Guzmán.

Colaboradores del IAC: Carlos Hernández Monteagudo y José A. Rubiño Martín.

Introducción

LiteBIRD (Lite satellite for the study of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection) es una misión espacial destinada al estudio del universo primordial y por ende de mecanismos relacionados con física fundamental. La agencia espacial japonesa (JAXA) seleccionó a LiteBIRD en mayo de 2019 como una misión estratégica de clase L (grande), cuyo lanzamiento está previsto al final de la década de 2020 por medio de la lanzadera H3 de JAXA.

La instrumentación de LiteBIRD consiste en tres telescopios de baja, media y alta frecuencia. Los telescopios de media (89-224 GHz) y alta (166-448 GHz) frecuencia, designados como MHFT (medium and high-frequency telescope), son dos telescopios criogénicos refractivos enfriados a 4.8 K, cuya construcción es responsabilidad del Consorcio Europeo de LiteBIRD. Cada telescopio en el MHFT está contenido en un tubo óptico, y cuenta con los siguientes subsistemas:

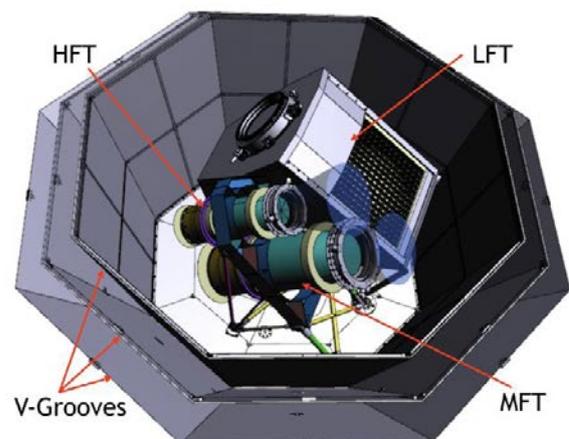
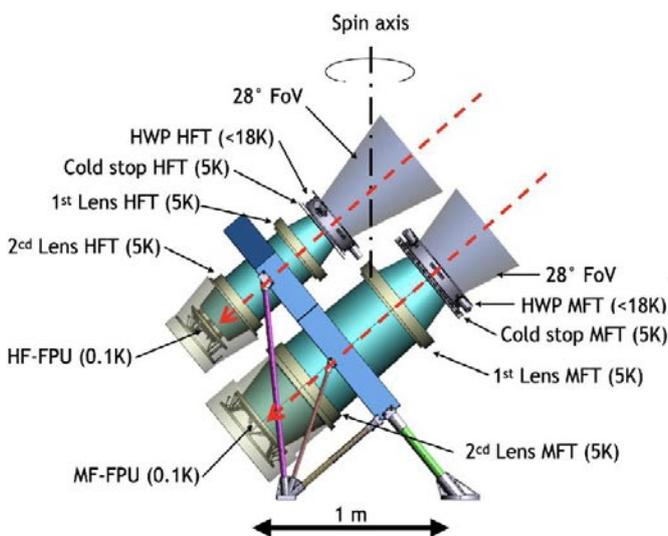
- Un deflector frontal óptico en la entrada de la señal de cielo, que asegura el control de

los lóbulos laterales bloqueando el sesgo inducido por la estructura del satélite.

- Una unidad de modulación de polarización (PMU) a una temperatura menor de 18 K, que cuenta con una innovadora lámina de media onda (HWP del inglés half-wave plate) de rotación continua, de malla metálica de alta transmisividad, y que modula la señal de polarización permitiendo así una separación mucho más robusta y limpia de dicha señal frente a posible sistemática.
- Una apertura de diafragma fría (CAS, del inglés cold aperture stop) de 300 mm (MFT) y 200 mm (HFT), respectivamente.
- Dos lentes de polipropileno de cobertura antirreflectante.
- Una cubierta fría a 1.8 K con filtros cuasi-ópticos que rodean la unidad del plano focal (FPU).
- Una fase de criogenia a 300 mK.
- La FPU a 100 mK que alberga a más de 2000 (MFT) y 1000 (HFT) detectores TES.

Alcanzar este nivel de temperatura, así como su medida y control con los niveles de precisión requeridos representa un reto tecnológico de envergadura, que es fundamental para el cumplimiento de los objetivos de la misión. Para su consecución serán necesarios diseños y desarrollos específicos e innovadores.

La contribución tecnológica del IAC a la misión actualmente se centra en el diseño del sistema de lectura y control de la termometría de los telescopios MHFT. El monitoreo y el control en tiempo real de la temperatura en distintos puntos de las etapas frías de esta misión es un aspecto esencial para la consecución de sus



Varios sub-sistemas del MHFT, compuesto por el telescopio de media (MFT) y alta (HFT) frecuencia (izquierda). Visión esquemática de los telescopios de baja (LFT), media (MFT) y alta (HFT) frecuencia en el módulo de LiteBIRD (derecha).

objetivos científicos. Estos objetivos imponen unos requisitos muy exigentes sobre la sensibilidad de los detectores y sobre el control de la sistemática. En particular, es necesaria una gran estabilidad en la ganancia del sistema, lo cual hace necesario un control preciso de la temperatura en las etapas frías. Los valores extremadamente bajos de la temperatura de operación (~100 mK en la última etapa), junto con los exigentes requisitos sobre su control, imponen un reto tecnológico de envergadura no sólo sobre el desarrollo de los termómetros de medida, que deben alcanzar grandes precisiones sobre un amplio rango dinámico, sino también sobre la electrónica de bajo ruido que debe ser utilizada para registrar las medidas de estos termómetros. Más específicamente, los objetivos perseguidos son:

- A partir de los requerimientos de alto nivel sobre estabilidad de ganancia, derivados de los objetivos científicos de la misión, definir los requerimientos técnicos de la termometría de la misión: características y número de termómetros, calentadores, cableado y conexiones necesarias, así como requerimientos sobre el sistema electrónico de lectura y control (precisión, niveles de ruido aceptables, rango dinámico, frecuencia de muestreo).
- Análisis de las tecnologías aplicables y adoptadas por la misión. Estudio y evaluación de las posibles soluciones comerciales que cumplan los requisitos anteriores, y definición de desarrollos específicos propios.
- Diseño y definición del sistema global de la termometría y de sus componentes.
- Desarrollo de demostradores de sistemas individuales o componentes críticos, integración, pruebas y medidas, y evaluación del grado de cumplimiento de los requisitos.
- Análisis del impacto global sobre la misión, estudio de la envolvente económica, y consolidación de la arquitectura global.

Hitos

Requerimientos Científicos: Identificación de requerimientos científicos y consolidación. Tarea completada de acuerdo al estado actual de definición de la misión.

Requerimientos Técnicos: Identificación de los requerimientos técnicos del subsistema TMCS.

Diseño Electrónico: Propuesta de diseño electrónico para el TMCS.

Banco de Pruebas para validación del TMCS: Tareas de modelado térmico para el diseño de un banco de validación del TMCS.

Banco de validación de sensores de temperatura: Puesta en funcionamiento del banco criogénico para la validación de sensores de temperatura, y preparación para la realización de pruebas.

Adquisición de materiales.

Contratación de soporte industrial.

Desarrollo y resultados

Los objetivos fijados para el Proyecto, enmarcados en el convenio suscrito con CDTI son:

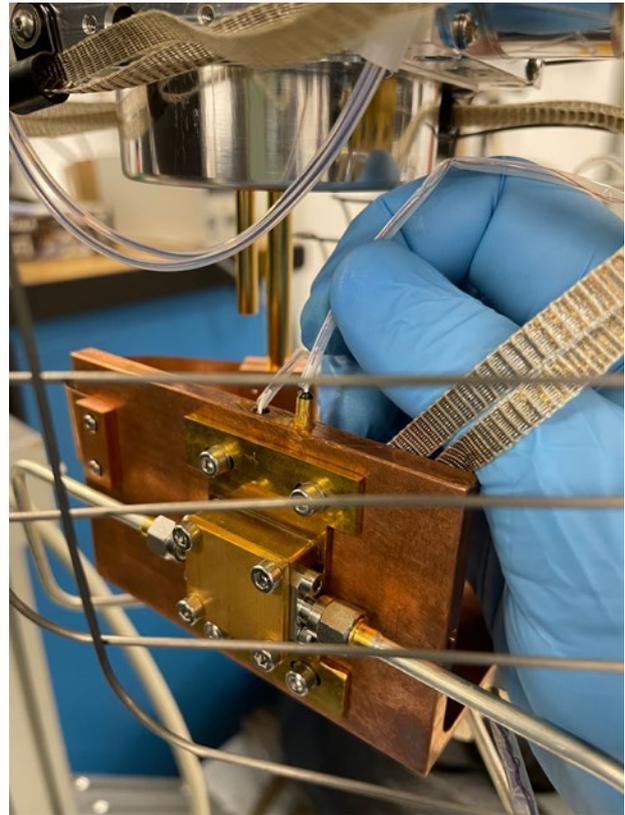
- Obtención de requisitos científicos iniciales (M03).
- Obtención de requerimientos técnicos de la termometría (M09).
- Obtención de los requerimientos técnicos de la electrónica y sistemas relacionados - cableado y calentadores.
- Definición y propuesta del diseño preliminar.
- Desarrollo de demostradores de componentes individuales.
- Consolidación de la arquitectura global (M21).

Para conseguir esos objetivos, durante 2022 hemos:

- Identificado los requisitos científicos de la misión y derivado los requerimientos técnicos aplicables a la unidad de monitorización y control térmico (TMCS: Thermal Monitoring and Control System).
- Realizado un modelado térmico preliminar del banco de validación de sensores de temperatura.
- Identificado los requerimientos aplicables al diseño de un banco térmico, que se utilizará como equipo de soporte en tierra para la validación del TMCS.
- Iniciado los análisis derivados de los modelos términos del MHFT (Telescopios de media y alta frecuencia).
- Identificado la arquitectura del sistema electrónico del TMCS y realizado la propuesta para el cableado de la unidad y a nivel instrumento.
- Puesta en funcionamiento del banco de validación de sensores de temperatura.
- Montaje de sensores de temperatura en el banco de validación, y puesta en funcionamiento del sistema de adquisición de datos.

- Adquisición y puesta en funcionamiento de equipamiento de vacío, de monitorización y control de temperaturas criogénicas sub-Kelvin, y componentes auxiliares.

Para la consecución de estos objetivos se realizaron 3 contratos industriales, y se consolidó el equipo técnico con la incorporación de 2 ingenieros.



Montaje de sensores de temperatura para su validación.

ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

OGS (OPTICAL GROUND STATION) (P/400114)

Ángel Alonso Sánchez.

Involucrado en el Proyecto: **Alejandro Ocoz Abad.**

Colaboradores del IAC: **Pedro A. Ayala Esteban** y **José J. González Nóbrega.**

J. Hernández (MI-IAC).

Introducción

Actualmente, las comunicaciones con satélites se basan fundamentalmente en el empleo de microondas. 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 circunferenciales, así como el incremento en la demanda mundial de las telecomunicaciones signifique la saturación de los sistemas convencionales de microondas en un futuro próximo.

A partir de los años 60, y en previsión del mencionado problema comenzó a investigarse la posibilidad de usar frecuencias ópticas ($\nu \approx 10^{15}$ Hz) en las comunicaciones entre satélites, y entre satélites y estaciones terrestres. El gran avance registrado en el desarrollo de láseres de alta potencia ha convertido este tipo de comunicaciones en una realidad.

Además de la indudable ventaja del aumento del ancho de banda que permite incrementar el flujo de información, y eliminar las regulaciones restrictivas en el empleo de frecuencias, las comunicaciones ópticas tienen otras ventajas no desdeñables, como son las mayores garantías de confidencialidad en las transmisiones, y la disminución del peso, el volumen y el consumo de energía de los equipos de comunicaciones tanto espaciales como terrestres.

Aunque la tecnología relacionada con las comunicaciones ópticas en el espacio-atmósfera ha experimentado un desarrollo espectacular, la caracterización de los enlaces satéli-

te-tierra está todavía en sus comienzos. Es en este campo, la Estación Óptica Terrestre (OGS) de la Agencia Espacial Europea ha permitido llevar a cabo experimentos de gran importancia, ya que en las campañas iniciales ha demostrado una fiabilidad y una eficiencia superior a la de cualquier sistema desarrollado hasta el momento con el mismo propósito. Los resultados obtenidos de los múltiples experimentos realizados en la OGS resultarán fundamentales para la validación de teorías y modelos de propagación de haces gaussianos en la atmósfera.



La Estación Óptica Terrestre (OGS) en el Observatorio del Teide con las estrellas circumpolares.

A continuación, se describen algunos de los hitos históricos alcanzados en la OGS.

En 2001, se llevaron a cabo con éxito las dos primeras campañas de comunicaciones ópticas entre la OGS y el satélite ARTEMIS. En particular se midió por primera vez, en las campañas de 2003, y de forma simultánea el centelleo causado por la atmósfera tanto en el camino descendente (satélite-tierra) como en el ascendente (tierra-satélite). En 2003 se realizó la validación del terminal óptico del satélite OICETS de la Agencia Espacial Japonesa (NASDA) y NEC-TOSHIBA Space.

Durante el 2004, se realizaron campañas sistemáticas de enlaces ascendentes con el satélite SMART-1 a distancias que van desde 20.000 km hasta 150.000 km.

En 2005, se ha validó un terminal óptico de satélite con detección homodina (TESAT), y el sensor de turbulencia del segmento de tierra



Terminal óptico del satélite OICETS en la cúpula de la OGS.

del satélite TERRASAR-X (Agencia Espacial Alemana; DLR).

Entre 2004 y 2019 se han venido desarrollando diferentes experimentos de comunicación cuántica entre el ORM y la OGS (QUIPS) por parte del equipo del Prof. A. Zeilinger. Estos experimentos demostraron en 2007 la viabilidad de distribución de clave cuántica entre los observatorios de Izaña y del Roque de los Muchachos. El Prof. A. Zeilinger ha recibido el premio Nobel de Física en 2022.

En 2008, se concluyó el diseño de un sistema de Óptica Adaptativa para permitir enlaces coherentes con el satélite TERRASAR-X, y se llevaron a cabo enlaces ópticos con este satélite y con N-Fire para verificar el funcionamiento de sus terminales ópticos.

En 2011, se ha acometido la instalación de una nueva ventana en la cúpula para permitir enlaces más largos con satélites de órbita baja. En lo que concierne a la astronomía, el telescopio de la OGS es un banco de pruebas de instrumentos desarrollados tanto por la ESA como por el IAC.

En 2014, se concluyeron las modificaciones necesarias para disponer de un terminal IR de comunicaciones ópticas de larga distancia y se realizaron numerosos enlaces con el satélite LADEE (NASA) durante su misión en órbi-



Pruebas de seguimiento de la Estación Espacial Internacional (ISS).

ta lunar. También se realizaron enlaces con el terminal óptico OPALS (JPL) a bordo de la Estación Espacial Internacional (ISS). Recientemente se han mejorado los elementos ópticos del foco coudé del telescopio para incrementar la transmisión en el intervalo del infrarrojo cercano (banda K).

Desde 2015 se viene dando soporte al personal de TESAT y SYNOPTA, en las campañas de comunicaciones de T-AOGS con el satélite Alphasat (ESA). En relación con este tipo de experimentos, en 2019 ha comenzado el soporte de operaciones de la ESA con terminales del European Data Relay System (EDRS) usando el telescopio de la OGS. El sistema EDRS es una constelación europea de satélites geostacionarios desarrollada dentro del programa ARTES7 para garantizar la independencia en la transmisión de grandes volúmenes de datos mediante enlaces ópticos entre satélites y estaciones terrenas.

En 2022 se ha preparado la instalación del sistema de seguridad para empleo de láseres de muy alta potencia en la cúpula y la sala coudé de la OGS. En 2023 instalará una nueva estación del foco coudé en la cúpula para realizar el experimento CaNaPy en colaboración con el Observatorio Europeo del Sur (ESO).

Hitos

En noviembre se ha implementado una actualización del Sistema de control del telescopio incorporando una API que permitirá el control remoto del telescopio mediante el software de los instrumentos visitantes.

Desarrollo y resultados

Abril

Se ha reemplazado satisfactoriamente el motor del eje de declinación y se han restaurado los mapas de apuntado.

Agosto

Soporte al experimento Safari/Alcor de DLR.

Septiembre

Pruebas de aceptación del fotómetro NeoPOL de ESA para la caracterización de NEOs y asteroides.

Octubre

Comienza la preparación con un equipo de AIRBUS del experimento CREOLA para realizar enlaces ópticos con Arabsat.

Noviembre

Se ha implementado una actualización del Sistema de control del telescopio incorporando una API que permitirá el control remoto del telescopio mediante el software de los instrumentos visitantes.

Diciembre

Se ha llevado a cabo la instalación del cableado del sistema de seguridad para láseres de alta potencia.

PLATO (PLANETARY TRANSITS AND OSCILLATIONS OF STARS) (P/301019)

Hans J. Deeg.

Involucrados en el Proyecto: José J. Díaz García y Hugo García Vázquez.

Colaboradores del IAC: Roi Alonso Sobrino, María J. Arévalo Morales, Antonio Jiménez Mancebo, Carlos Lázaro Hernando, Nicolás Cedric Lodieu, Eduardo Martín Guerrero de Escalante, Savita Mathur, Grzegorz Nowak, Enric Pallé Bagó, Hannu Parviainen, Fernando Pérez Hernández, Teodoro Roca Cortés y Víctor J. Sánchez Bejar.

P. Beck (Univ. de Graz, Austria); P. Klagyivik (DLR, Alemania); CRISA/AIRBUS; IAA, ESA; DLR: TAS-E, LESIA.

Introducción

Tránsitos Planetarios y oscilaciones de las estrellas, en inglés PLANetary Transits and Oscillations of stars (PLATO), es una misión propuesta por ESA para un observatorio espacial que va a utilizar un grupo de fotómetros para descubrir y caracterizar planetas extrasolares de todos los tamaños y tipos en torno a enanas frías (como nuestro Sol) y estrellas sub-gigantes.

Se diferenciará de la misión Kepler y la misión COROT en que estudiará estrellas brillantes (entre las magnitudes 8 y 11) haciendo más fácil confirmar los hallazgos utilizando el seguimiento de las mediciones de velocidad radial. Contará con un campo de vista mucho más amplio que el de la misión Kepler (que tiene 100 grados²) permitiéndole estudiar una muestra más grande de estrellas. Las diferentes versiones del Proyecto planean observar

las estrellas en un área del cielo de unos 2.230 grados² con lo que puede lograr el seguimiento de las curvas de luz de hasta 260.000 enanas frías y sub-gigantes (Kepler tiene 25.000 estrellas de este tipo en su campo visual).

Hitos

Integración del modelo EM con el resto de unidades.

Apoyo y supervisión de las tareas de diseño y producción del modelo EQM. Avances en el desarrollo del modelo EQM.

Asistencia y participación en el desarrollo de los modelos PFM, FM y FS. Asegurando que estén todos los componentes y los PCBs necesarios a tiempo para los modelos PFM, FM y FS.

Búsqueda, solicitud y obtención de la financiación hasta completar la misión a través de PRODEX (modelos PFM, FM y FS).

Desarrollo y resultados

La responsabilidad del IAC en el proyecto es proporcionar la fuente de alimentación y supervisión de la unidad principal de procesamiento, conocida como "Main Electronics Unit" (MEU), cuyo objetivo es la configuración de las 24 cámaras denominadas Normales del satélite PLATO, y el procesamiento de los datos adquiridos por estas cámaras. La fuente de alimentación de la MEU (MEU-PSU), partiendo de la alimentación proporcionada por el satélite, proporciona y supervisa el correcto estado de las alimentaciones internas de la unidad MEU, adquiere telemetrías internas de la unidad y establece comunicación con el resto del instrumento a través de líneas de comunicación SpaceWire (SpW).

No ha habido modificaciones técnicas del proyecto que hayan significado una desvia-

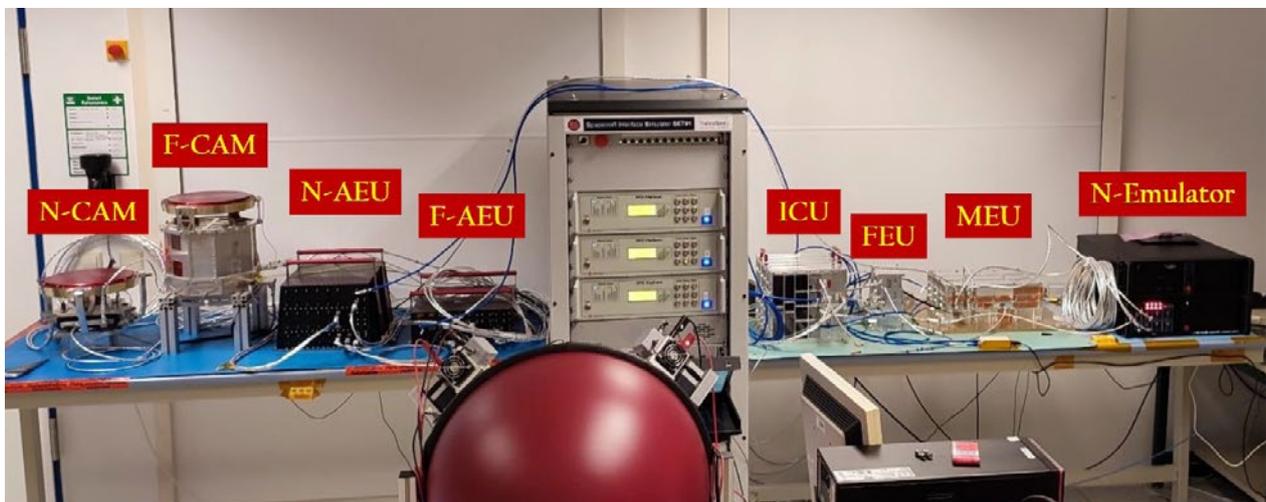


Imagen tomada durante la integración de las distintas unidades del modelo EM en DLR.

ción significativa en la línea de trabajo en la que se ha venido trabajando. El proyecto está en la fase de diseño crítico (CDR) y producción del modelo de calidad (EQM). Se completó la fabricación del modelo MTD (Mechanical and Thermal Dummy), se integró y entregó a OHB (Múnich) para su incorporación al modelo de masas y térmico del instrumento. Se completó también el modelo EM (Engineering Model) y fue entregado a DLR (Berlín) para su incorporación al DPS (Data Processing System).

El modelo EQM se está desarrollando bajo contrato entre ESA-TASE-CRISA, como medida de contingencia debido a la carencia de financiación española, con el soporte del IAC. El IAC intentó retomar la responsabilidad en el desarrollo de los modelos PFM, FM y FS solicitando financiación del programa ICTP a través del CDTI. Sin embargo, debido a que la ejecución del proyecto tenía que ser antes de la fecha límite impuesta por CDTI, en marzo de 2023, la cual no encajaba con la planificación real del proyecto, se tuvo que renunciar a dicha ayuda tras haber sido concedida. Aunque la planificación presentada en la documentación para la solicitud de dicha financiación era consistente con el desarrollo del proyecto, la crisis de componentes a nivel mundial que dilata los plazos de entrega muy por encima de lo esperable, forzó dicha renuncia.

Para retomar las riendas del proyecto y volver a responsabilizarse de las tareas correspondientes al diseño, producción y pruebas de los modelos PFM, FM y FS, el IAC solicitó por segunda vez fondos del programa PRODEX, los cuales han sido concedidos. Actualmente se está negociando el contrato entre ESA y CRISA junto con las tareas y el nivel de implicación del IAC para todo lo relacionado con los modelos PFM, FM y FS. Se seguirá la misma fórmula empleada durante el desarrollo del EQM, en el que TASE actuará como contratista principal, estando CRISA subcontratada por TASE para el desarrollo de las tareas propias de la MEU-PSU.

Las tareas principales del IAC durante el periodo que la ESA ha asumido la responsabilidad han sido entre otras la búsqueda de financiación, apoyo y supervisión de las tareas de diseño y producción del modelo EQM, asistencia y participación a las tareas reuniones de seguimiento (reuniones bi-weekly, Progress Meetings, CPPA, etc). El mayor esfuerzo se ha dedicado a asegurar que estén todos los componentes y los PCBs necesarios a tiempo para los modelos PFM, FM y FS, de forma que la escasez mundial de componentes, los retrasos por la falta de financiación o por la firma de los contratos no retrasen la planificación general de la misión.

SUNRISE-3 (SUNRISE-3 & IMAx-3) (P/301134)

Basilio Ruiz Cobo.

Involucrados en el Proyecto: David Hernández Expósito y María E. Páez Maña.

E. Magdaleno-Castello, M.J. Rodríguez Valido (ULL).

Introducción

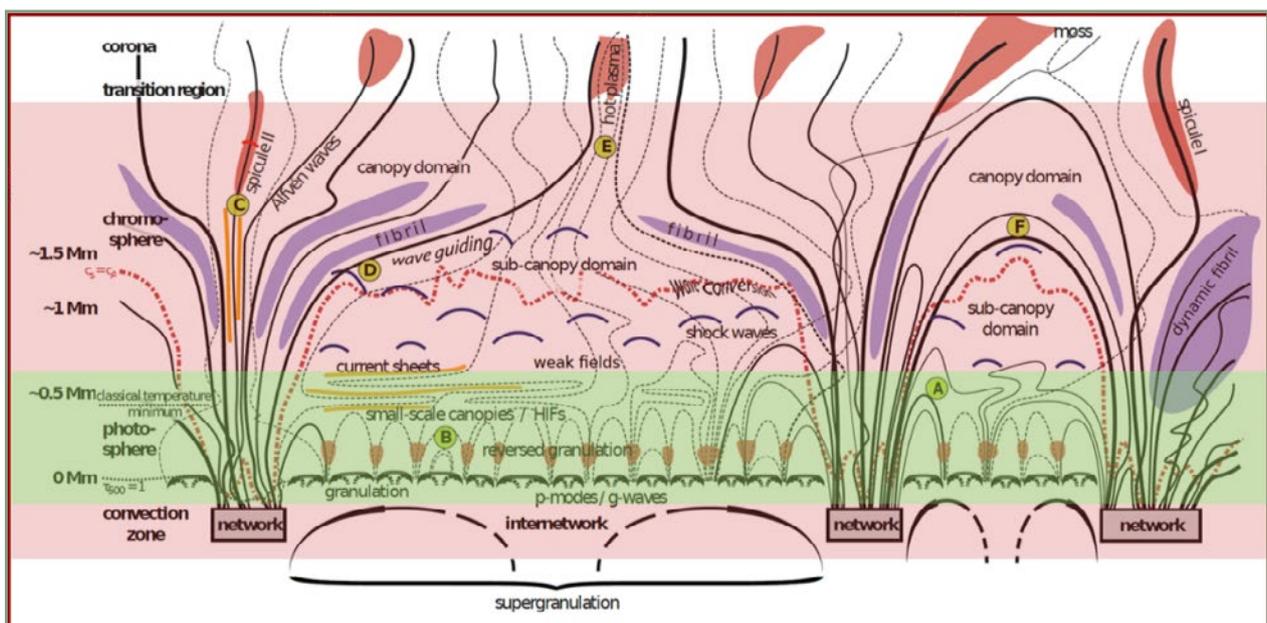
Tras el éxito científico de los dos primeros vuelos del globo estratosférico Sunrise, el consorcio liderado por el MPS (Göttingen, Alemania) decidió lanzar una tercera misión. Para Sunrise III se ha diseñado una nueva góndola y un nuevo sistema de navegación (APL, Johns Hopkins Univ. Maryland, EEUU) y un nuevo telescopio rediseñado por el MPS. El MPS se encarga también de la plataforma instrumental y del sistema de distribución de luz mientras que el KIS (Freiburg, Alemania) es responsable del sensor de correlación del frente de onda a cargo de la estabilización de la imagen en tiempo real.

Se han desarrollado tres nuevos instrumentos, que recibirán la luz del telescopio. SUSI (Sunrise Ultraviolet Spectropolarimeter and Imager) es un espectropolarímetro ultravioleta de rendija que cubre la región, rica en líneas espectrales, en torno a los 300 nm. Ha sido desarrollado por el MPS con contribuciones de NAOJ (Tokio, Japón). SCIP (Sunrise Chromospheric Infrared spectra-Polarimeter) es un espectropolarímetro infrarrojo de rendija capaz de observar en dos regiones espectra-

les en torno a 768.5 y 851.5 nm. El instrumento ha sido desarrollado por NAOJ and S3CP (Spanish Space Solar Physics Consortium liderado por IAA-CSIC) del que es miembro el IAC. Finalmente, TuMag (Tunable Magnetograph) es un nuevo magnetógrafo y tacógrafo, capaz de hacer imagen en los diferentes parámetros de Stokes de dos o tres líneas espectrales en el visible (Fe I @ 525.02 y 525.06 nm; y Mg Ib2 @ 517.3 nm. TuMag, que sustituye al antiguo IMAX del que hereda parte de la tecnología, es el primer magnetógrafo aeroespacial sintonizable. Está siendo desarrollado por S3PC.

Sunrise I estudió las regiones más en calma del Sol, pues tuvo lugar durante uno de los periodos de menor actividad solar.

Sunrise II voló cerca del máximo de actividad, lo que permitió la observación de regiones activas. En este tercer vuelo, más que buscar una fase de actividad diferente, Sunrise III pretende cubrir un nicho científico difícilmente abordable desde tierra. La evolución temporal de la compleja y altamente magnetizada atmósfera solar, en un amplio rango de capas (Figura) y a una muy alta resolución espacial solo puede ser observada, bien por una misión espacial, que haya sido especialmente diseñada para ello o por Sunrise III, a mucho menor precio y riesgo. Todos los instrumentos a bordo de Sunrise III tendrán capacidad espectropolarimétrica y, por tanto, posibilitarán la medida de campos magnéticos. La fotosfera, cromosfera y la corona serán observadas simultáneamente con una precisión sin precedentes y durante largos periodos para poder estudiar así la evolución dinámica de las



Modelo de la atmósfera solar. La capa a 0 Mm corresponde a la fotosfera visible. En verde las capas observadas en las dos misiones previas de SUNRISE. En rosa -alta cromosfera, región de transición y capas profundas - las capas accesibles por los tres instrumentos de SUNRISE III.

estructuras magnéticas. El telescopio de Sunrise tendrá 1 m de apertura por lo que no podrá competir en resolución con DKIST (el telescopio solar americano de 4 m de apertura que verá la Primera Luz a mediados del 2020), en la observación de pequeñas áreas sobre el Sol. Sin embargo, la resolución homogénea de Sunrise a través de la imagen completa no podrá ser alcanzada por DKIST y, lo que es más importante, la estabilidad temporal, que permitirá realizar estudios de evolución de las estructuras, sólo puede ser alcanzada fuera de los efectos perturbadores de la atmósfera terrestre. Adicionalmente, el acceso a la región UV del espectro, es otra característica distintiva de un observatorio a bordo de un globo estratosférico.

A finales de junio del 2022 se intentó repetidamente el lanzamiento de Sunrise III desde ES-RANGE, Kiruna, pero finalmente el lanzamiento tuvo que ser abortado por un problema con el apuntado del telescopio. Se volverá a intentar el lanzamiento en el solsticio de verano de 2023.

IMaX+ es un subproyecto dentro de SUNRISE III cuya organización corresponde a un proyecto coordinado de 5 instituciones españolas liderado por el IAA. El consorcio IMaX+ será responsable del diseño, desarrollo y fabricación del instrumento IMaX+.

Las responsabilidades del equipo del IAC en el desarrollo de IMaX+ son:

- Gestión del sub-proyecto e ingeniería de sistemas
- Contribución a las actividades científicas de IMaX+
- IMaX+ GUIMaX+ DeSIRe
- IMaX+ diseño del firmware de las cámaras, implementación y chequeo

El equipo del IAC para este Proyecto está formado por B. Ruiz Cobo (IP), por E. Páez Maña (Ingeniero de Software) y por D. Hernández Expósito (Ingeniero Electrónico), éste último contratado a cargo del Proyecto.

Además, contamos con la participación de dos colaboradores externos al IAC, miembros del Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas de la ULL, M.J. Rodríguez Valido y E. Magdaleno-Castello que se encargarán del firmware.

La misión *VIGIL* (conocida anteriormente como Lagrange) es la primera misión de la ESA para el estudio del tiempo espacial. Se trata de una nave que orbitará alrededor del punto lagrangiano L5 del sistema Tierra-Sol,

de forma que tendrá una visión privilegiada de los fenómenos solares que tienen una influencia directa (y en general nociva) sobre la Tierra, puesto que se encuentra en la misma órbita que nuestro planeta pero retrasado respecto a él por un ángulo de 60°. De esta forma, las fulguraciones y eyecciones de masa coronal que apunten hacia la Tierra podrán ser vistas por los instrumentos de sondeo remoto a bordo de Lagrange con la suficiente antelación para poder prevenir sus efectos.

VIGIL, con Airbus como contratista principal, embarca cuatro instrumentos de sondeo remoto: EUVI, desarrollado por PMOD/WRC (Suiza) y ROB (Bélgica), junto con la empresa Deimos Elecnor Group; COR, desarrollado por el Institut für Astrophysik Göttingen (Alemania), junto con la empresa Met Office; HI, desarrollado por RAL Space (Reino Unido); y PMI, desarrollado por MPS (Alemania), S3PC (España), la empresa alemana OHB y empresas españolas por determinar (entre ellas las mencionadas arriba). EUVI es un imaginador en el ultravioleta extremo, heredero de EU1 para Solar Orbiter; COR es un coronógrafo (imaginador) desde 2 hasta 30 R_☉, heredero de METIS para Solar Orbiter y otros; HI es un imaginador de la heliosfera extensa, heredero de SOLO-HI para Solar Orbiter; y PMI es un magnetógrafo y tacógrafo de la fotosfera solar, heredero de SO/PHI para Solar Orbiter e IMaX para Sunrise.

Además, transporta otros cuatro instrumentos de medida local de las partículas y los campos del viento solar: un magnetómetro, un analizador del plasma, un monitor de radiación y un monitor del flujo de rayos X.

Hitos

Entrega de la versión de vuelo del firmware del frame grabber para el instrumento SCIP.

Entrega de la versión de vuelo del firmware del frame grabber para el instrumento TUMAG.

Lanzamiento de Sunrise III.

Publicación de DeSIRe, el artículo donde se expone el funcionamiento del código numérico para analizador los datos espectropolarimétricos procedentes de la cromosfera.

Publicación de un artículo en Nature Astronomy.

Desarrollo y resultados

El IAC colabora en la parte instrumental en una pequeña porción del Proyecto en dos aspectos diferentes.

Por una parte, el IP y la ingeniera de software están desarrollando DeSIRe, un código de in-

versión en NLTE que es al menos un orden de magnitud más rápido, y al menos con la misma calidad de ajuste que la competencia.

El vuelo de Sunrise III tuvo que abortarse prematuramente aproximadamente una hora después del despegue. Esta interrupción prematura se debió a que el telescopio no conseguía apuntar al sol nominalmente. Las causas de esta anomalía se están investigando. Debido a este problema, ninguno de los instrumentos científicos de Sunrise III, entre los que se encuentra SCIP y TUMAG, pudo realizar las observaciones programadas. Toda la instrumentación de Sunrise III está siendo evaluada técnicamente con el objetivo de determinar si ha sufrido daños durante el vuelo y el aterrizaje.

El lanzamiento se ha pospuesto hasta el solsticio de verano del 2023.

Se encuentran en estado de in press:

- Un artículo en Nature Astronomy: Transverse Oscillations and Novel Energy Source in a Strongly Magnetized Sunspot (2023) Ding Yuan, Libo Fu, Wenda Cao, Błażej Kuzma, Michaël Geeraerts, Juan C. Trelles Arjona, Kris Murawski, Tom Van Doorselaere, Abhishek K. Srivastava, Yuhu Miao, Song Feng, Xueshang Feng, Carlos Quintero Noda, Basilio Ruiz Cobo, Jiangtao Su.

- Un artículo en Astrophysical Journal: Solar-cycle and latitude variations of internetwork magnetism. J. C. Trelles Arjona, M. J. Martínez González and B. Ruiz Cobo

- Un artículo en Astrophysical Journal: An iterative OLA method for inversion of solar spectropolarimetric data: I. Single and multiple variable inversions of thermodynamic quantities, Agrawal, Piyush; Rast, Mark P.; Ruiz Cobo, Basilio.

Objetivo 1: Desarrollo de DeSIRE

- Se ha implementado el acoplamiento jK y JJ y se ha generalizado el uso del código.
- Se han resuelto algunos problemas que aparecían a muy bajas temperaturas.
- Se ha resuelto el problema de la discrepancia entre los perfiles sintetizados a partir de los modelos resultantes de la inversión y los perfiles que devolvía el código de inversión.
- Se han redefinido las Funciones Respuesta en NLTE, en su aproximación de Fixed Departures Coefficients, para hacer el código más eficiente y preciso.
- Se ha implementado el cálculo de las Funciones Respuesta numéricas en los últimos

ciclos para posibilitar un buen ajuste en caso de no convergencia del código. Los resultados son magníficos pero a costa de un gran coste de CPU.

- Previsto: inclusión de los perfiles de emisión en la función fuente en las funciones respuesta para el caso de Redistribución Parcial en frecuencia.
- Previsto: aceleración vía precálculo de transformación de presiones y opacidades de fondo a través de la creación de tablas de interpolación.
- Previsto: eliminación de la restricción de red equiespaciada en longitud de onda para los perfiles observados impuesta por la convolución con la PSF que actualmente se hace por Fourier.
- Previsto: Paralelización.
- Previsto: Interfaz gráfica.

Objetivo 2: Vuelo de Sunrise

- Participación en la campaña de preparación del vuelo de Sunrise III durante nueve días en el European Space Center (ESREN-GE), Kiruna, Suecia.
- Implementación, verificación y entrega de la versión de vuelo del firmware del frame grabber para el instrumento SCIP de la misión Sunrise III. Las mejoras respecto la última entrega incluyen: depurado de todos los modos de observación; integración del núcleo de compresión de imágenes Sunrise Lossless Compression (SLoC).
- Implementación, verificación y entrega de la versión de vuelo del firmware del frame grabber para TuMAG de la misión Sunrise III. Las mejoras respecto la última entrega incluyen: mejoras y depurado en todos los modos de observación; control del etalon en lazo cerrado; integración del núcleo de compresión de imágenes SLoC.
- Participación en la campaña de vuelo de Sunrise III durante doce días en el European Space Center (ESREN-GE), Kiruna, Suecia.

LRS: ESTACION DE MEDICIÓN LÁSER (P/401900)

Marcos Reyes García-Talavera.

Involucrados en el Proyecto: Julio A. Castro Almazán, José M. Herreros Linares, Alberto J. Pérez Prieto y Marcos Reyes García-Talavera.

Colaboradores del IAC: Carlos Quintana González de Chaves y Miquel Serra Ricart.

A. Kloth (DIGOS), C. Heese (ESA).

Introducción

La Agencia Espacial Europea (ESA), en el marco del nuevo acuerdo con el IAC, está desarrollando su segunda instalación en el Observatorio del Teide (OT). La ELRS –ESA Laser Ranging Station es una estación de medición láser que se dedicará a la determinación precisa del alcance y la órbita de los satélites. Se trata de un observatorio astronómico, que consiste básicamente en un telescopio de 80 cm, un láser con funcionamiento óptico e infrarrojo, y un sistema de detección. El LRS podrá funcionar durante el día y la noche, y se podrá controlar de forma remota. El despliegue del ELRS se inició en mayo de 2021 en OT, en la actualidad se ha realizado su instalación y está en curso su puesta en funcionamiento.

Esta colaboración del IAC con ESA se materializa en un contrato, siendo el objeto de la participación del IAC: el diseño y la construcción de la infraestructura necesaria para la instalación y posterior operación de la ELRS, y la instalación de un Sistema de Control de Tráfico por Láser –LTCS- en el OT. El LTCS es un programa de software, que tiene como principal función evitar colisiones entre el haz del láser del ELRS y el campo de visión de otros telescopios astronómicos del OT. En la actualidad, el IAC no dispone de ninguna herramienta en el OT capaz de prevenir colisiones. Es por ello, que su instalación y puesta en servicio es esencial para preservar la calidad de las imágenes astronómicas del Observatorio.

Hitos

Concluidas las pruebas de aceptación.

Realizada la puesta en servicio de la estación LTCS.

Desarrollo y resultados

La obra se adjudicó a principios de 2021, y a mediados de año se entregó al IAC con una ejecución satisfactoria.

En noviembre, el IAC adjudicó la contratación del servicio de ingeniería para la instalación y la puesta en servicio del software LTCS en el OT con un plazo de ejecución de 6 meses.



Estación ELRS en el Observatorio del Teide.

Además, de la adaptación y adecuación del LTCS a:

- Las condiciones geodésicas específicas del OT.
- Sus instalaciones telescópicas,
- Al equipamiento informático existente suministrado por el IAC, y
- Al ELRS. El 19 de noviembre de 2021 se llevó a cabo la reunión de “kick-off” con el contratista.

En marzo de 2022 se finalizaron las pruebas y se procedió con la puesta en servicio del LTCS.

En junio se revisó con ESA su estado de funcionamiento, resultando conforme con las especificaciones del producto.

OTROS

MKIDS (P/401904/01)

José J. Díaz García.

Colaboradores del IAC: Gabriel González Rial y Diego A. Tamayo Guzmán.

S. Muñoz-Torres (IAC).

Introducción

El IAC, dentro de las actividades enmarcadas en las tareas propias de LISA (Laboratorio de Imagen y Sensores en Astronomía), ha introducido por primera vez en el IAC los detectores de imagen basados en las propiedades superconductoras de los materiales. Se han realizado las primeras pruebas con detectores de tipo MKID (Magnetic Inductance Detectors), para lo que se ha habilitado un sistema criogénico capaz de alcanzar temperaturas sub-Kelvin.

El Proyecto continúa con las actividades ya iniciadas para proporcionar un sistema de adquisición de datos, con el objetivo de realizar las primeras pruebas de caracterización de un detector de este tipo, inicialmente en el laboratorio y posteriormente en telescopio.

Como objetivo hemos fijado la creación de un proyecto de investigación, compartido con otras instituciones y empresas, con el que complementar conocimientos y aportaciones técnicas.

Hitos

Puesta en funcionamiento del sistema criogénico sub-Kelvin.

Instalación de un MKID.

Puesta en operación y mediciones iniciales del MKID: Medición de frecuencias de resonancia en oscuridad, e identificación del rango de temperatura de trabajo.

Sistema de Adquisición de Datos: Diseño del Sistema de Adquisición de Datos e inicio del desarrollo.

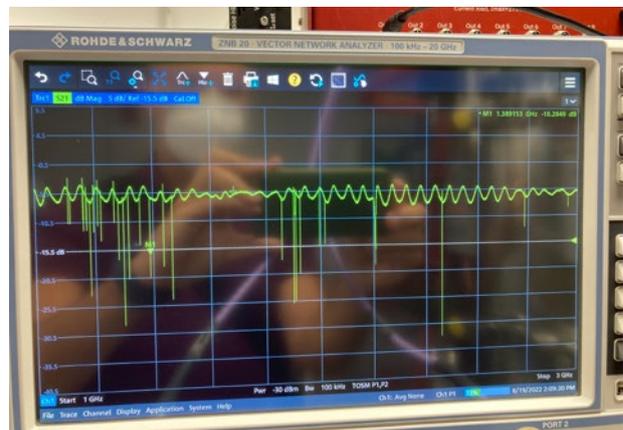
Desarrollo y resultados

Los resultados más relevantes obtenidos durante 2022 han sido:

- Puesta en funcionamiento y caracterización de una instalación criogénica capaz de proporcionar temperaturas sub-Kelvin, necesaria para la operación de los detectores MKID.
- Instalación de un MKID y la electrónica asociada para su puesta en funcionamiento.
- Medición de las frecuencias de resonancia en oscuridad.
- Identificación del rango de temperatura de operación.
- Diseño de un Sistema de Adquisición de Datos, e inicio de su desarrollo.



Banco Criogénico sub-Kelvin para el uso de detectores basados en propiedades superconductoras. Detalle detector MKID instalado.



Frecuencias de resonancia en oscuridad del MKID bajo pruebas.

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN



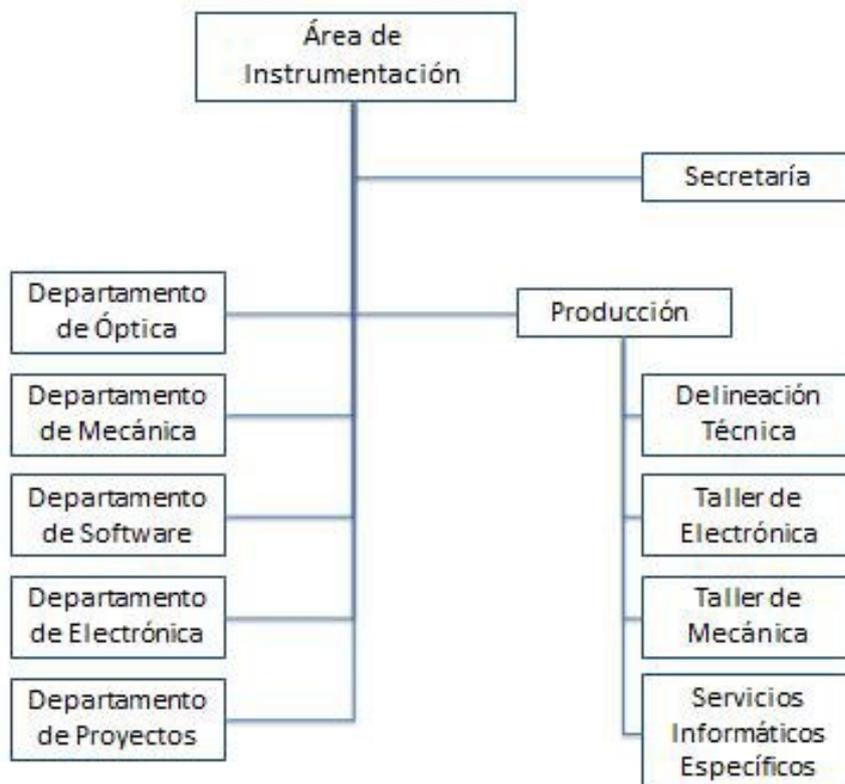
Corresponde al Área de Instrumentación dar apoyo tecnológico, mediante la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los objetivos del IAC.

El Área de Instrumentación se responsabiliza de:

- El desarrollo de nueva instrumentación para la observación astronómica.
- El mantenimiento de la instrumentación astronómica existente.
- La utilización de las capacidades tecnológicas en otros campos de la ciencia o de la técnica que favorezca el desarrollo del entorno.
- La capacitación de personal técnico.
- Generar y ceder tecnología.

Además de una Secretaría y un Coordinador, el Área de Instrumentación dispone de unos medios humanos y materiales estructurados en dos grupos: Ingeniería y Producción.

El grupo de **Ingeniería** se divide en cinco departamentos: Electrónica, Mecánica, Software, Óptica y Proyectos. La componen 65 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas) y 1 técnico del Departamento de Óptica. La sección de **Producción** la constituyen, con 1 titulado superior y 11 técnicos; se estructura en: Taller de Mecánica y Delineación Técnica. Además está el Taller de Electrónica que depende del Departamento de Electrónica, compuesto por 1 titulado medio y 3 técnicos. **Secretaría**, compuesta por 1 persona.



INGENIERÍA

Este documento es la Memoria anual de 2022, donde se resume la actividad de la Ingeniería del Área de Instrumentación del IAC. Además de una breve reseña de las actividades de cada uno de los cinco departamentos (Electrónica, Mecánica, Proyectos, Óptica y Software), se relacionan las acciones de formación, así como las incidencias y estadísticas del personal.

DESGLOSE DE ACTIVIDADES

El siguiente gráfico (Gráfico I) muestra la distribución de la dedicación del tiempo de Ingeniería a las actividades durante 2022. Se han considerado cinco tipos de actividades: Dedicación a proyectos, Formación, Servicios, Desarrollos y Transferencia Tecnológica, y Organización y Gestión interna.

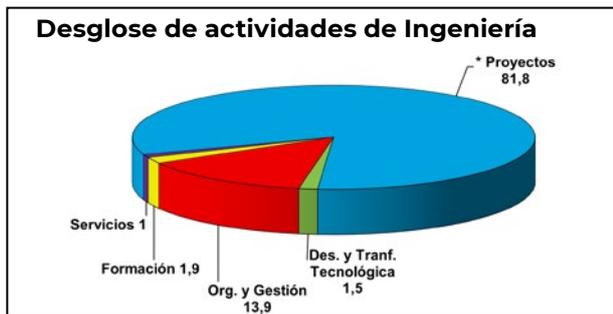


Gráfico I
* Ver Gráfico II

Como muestra el gráfico (Gráfico I), el 81,1% del tiempo de la Ingeniería se ha empleado en el trabajo directo en los proyectos. Del 18,9% restante, se ha dedicado un 11,4% a Organización y Gestión, apartado que incluye la gestión propia de los departamentos, el tiempo dedicado a los laboratorios, el estudio o realización de trabajos internos, la compra, recepción y puesta en marcha de equipos para los departamentos o laboratorios, la dedicación al Comité de Empresa, Comité de Seguridad y Salud, otros comités y grupos de trabajo, participación en tribunales de selección o la atención a visitas, etc.

La Formación ha supuesto un 2,6% del tiempo total de la Ingeniería. Este porcentaje incluye actividades formativas formales de carácter general, como cursos, congresos, ferias, pero no incluye la formación específica que se adquiere durante el desarrollo de un proyecto instrumental.

El 0,9% se ha empleado en Servicios, donde se incluye principalmente el tiempo dedicado a la resolución de consultas técnicas, normalmente internas, y a la asistencia a Mantenimiento Instrumental. Finalmente, el tiempo dedicado a Desarrollos y Transferencia Tecnológica ha sido del 4,0%, e incluye principalmente la participación del personal de Ingeniería en proyectos de IACTEC, en la dirección de tesis doctorales en el Área y en algunos pequeños proyectos de desarrollo tecnológico interno con potencialidad de comercialización, de uso en futuros instrumentos o en otros campos.

Respecto a los datos del año pasado, los números son bastante parecidos: La dedicación a los proyectos ha disminuido 1,8 puntos. La dedicación a organización y gestión ha disminuido en 0,7 puntos. El tiempo dedicado a consultas técnicas ha aumentado ligeramente, 0,2 puntos, y el dedicado a formación ha aumentado 0,3 puntos. Finalmente, el tiempo dedicado a desarrollos y transferencia tecnológica ha aumentado un poco, 1,9 puntos, debido a una mayor participación de personal de Ingeniería en proyectos de IACTEC, como EST, NRT o micro satélites, principalmente.

En el siguiente gráfico (Gráfico II) se puede ver el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos, con un total acumulado de casi setenta y cinco mil horas de Ingeniería en 2022. Este número de horas dedicadas a proyectos supone un descenso del 5% respecto a 2021.

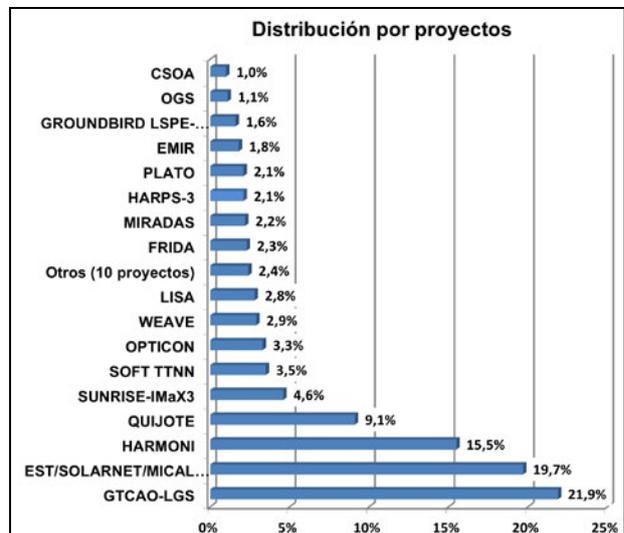


Gráfico II

Se muestran individualmente los proyectos que ocupan más del 1% del tiempo total de dedicación de la Ingeniería, englobando los restantes en un único sector "Otros". Estos otros proyectos son proyectos o bien proyectos que están empezando. Son doce en total y suponen un conjunto de 4,8% de la ocupación.

Al igual que el año pasado, más de la mitad de la capacidad de la Ingeniería, el 55,6%, se ha dedicado a tres grandes proyectos: GTCOA (que incluye LGS y GRANCAIN), HARMONI y EST (englobando el trabajo realizado en los programas SOLARNET, MICAL y EST Project Office). El primero de ellos, GTCOA con una dedicación del 25,3% destaca frente a HARMONI (18,1%) y EST (12,2%). Por detrás de ellos, está QUIJOTE con una dedicación del 7,6% y, a continuación, se encuentra un grupo de 8 proyectos de tamaño intermedio con dedicaciones entre el 4% y el 2% (SUNRISE-3, CSOA, SOFT TTNN, CAMELOT-2, HARPS-3, ADFEMOS y MIRADAS). Finalmente, tenemos un grupo de 7 proyectos con dedicaciones entre el 2% y el 1%, y otro grupo de proyectos muy pequeños, o que están empezando su actividad, que engloba a 12 proyectos con dedicaciones por debajo del 1% del tiempo total de la Ingeniería.

Comparando con los datos del año pasado, de los proyectos grandes hay que destacar el ligero aumento de GTCOA (0,8 puntos) y HARMONI (1,4 puntos). El proyecto EST ha disminuido en un 4,2 punto el porcentaje de dedicación en 2022 respecto a 2021. Del resto de proyectos, podemos destacar el comienzo de CSOA, y el sustancial incremento del proyecto ADFEMOS.

El empleo del tiempo en Ingeniería puede verse también desde una perspectiva plurianual. La siguiente gráfica muestra la evolución de la dedicación normalizada a los diversos proyectos desde el año 2012.

El gráfico (Gráfico III) muestra claramente la disminución progresiva, hasta la finalización, de las horas dedicadas a EMIR, OSIRIS y ESPRESSO y el crecimiento de GTCOA, HARMONI y EST. Con valores de dedicación más bajos, también se aprecia el crecimiento en los últimos años de MIRADAS, FRIDA, y SOFT TTNN Upgrade, y la disminución de SOPHI, NIRPS, EDIFISE, WEAVE, OPTICON y FASTCAM-AOLI.

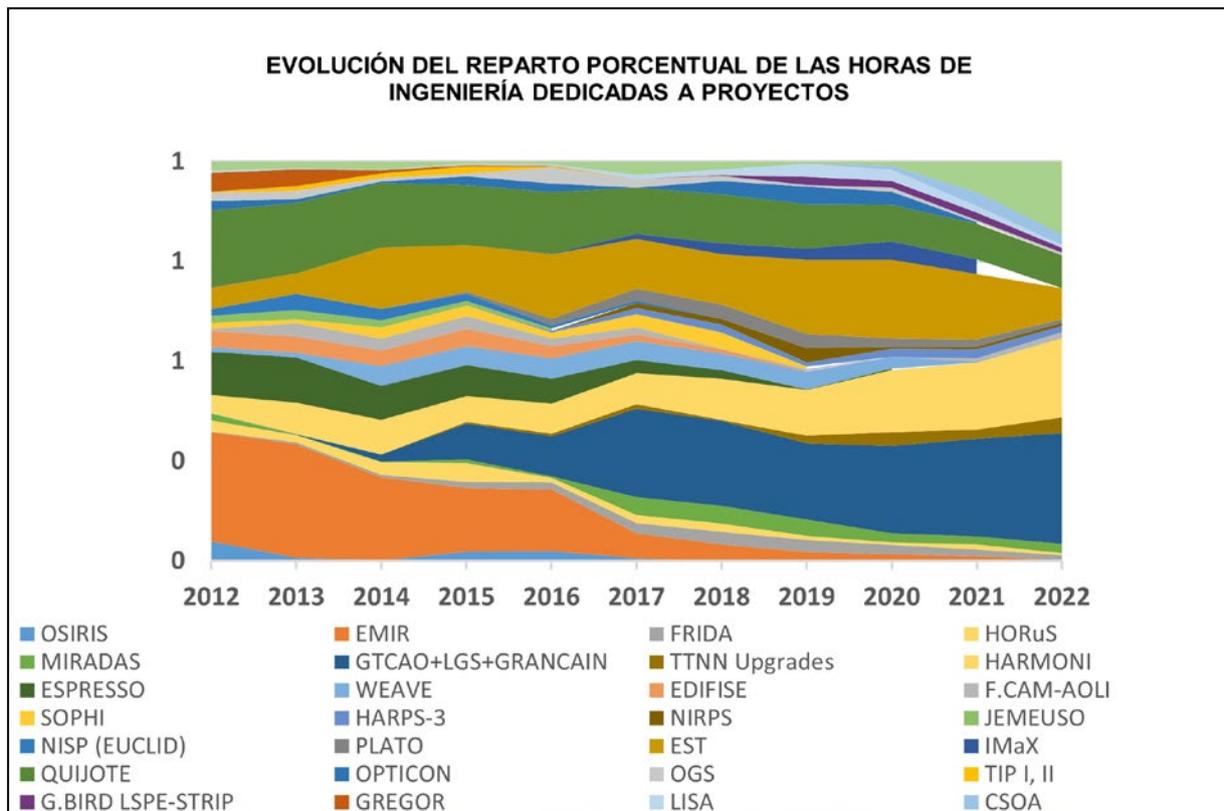


Gráfico III

ACTIVIDAD DEPARTAMENTAL Y MEJORA DE LAS CAPACIDADES

DEPARTAMENTOS Y LABORATORIOS

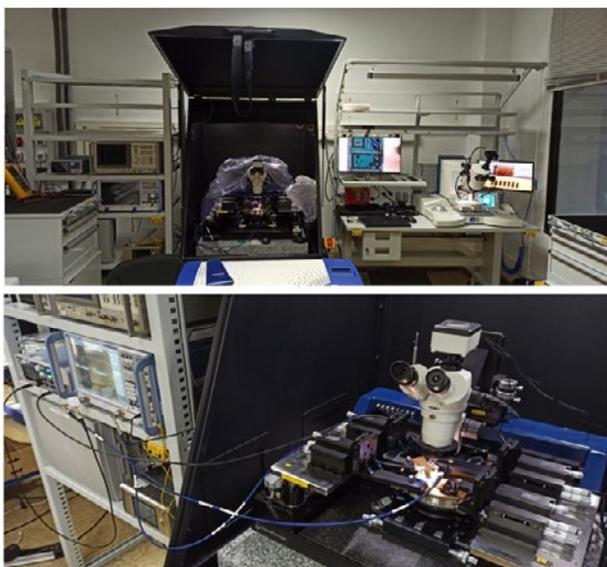
A continuación se menciona brevemente la actividad departamental en los proyectos del Área y algunas de las mejoras al equipamiento de los laboratorios y capacidades.

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

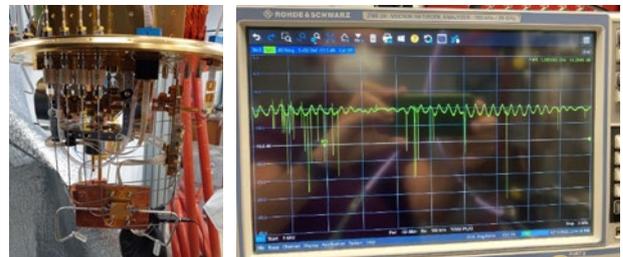
A lo largo del año 2022 las actividades del Departamento de Electrónica fueron recuperando el nivel normal existente con anterioridad a la pandemia, teletrabajando un día a la semana la mayoría de sus miembros cuando la naturaleza de las actividades así lo permitía.

En 2022, al igual que los años anteriores, el personal del Departamento trabajó activamente en los proyectos a los que da servicio siguiendo la organización matricial del Área de Instrumentación. Proyectos como HARMONI o GTC-CAO-LGS fueron los que más horas de ingeniería consumieron, según puede verse en las estadísticas que se incluyen en el apartado correspondiente.

Durante 2022 las actividades en Microelectrónica se consolidaron y extendieron a la fotónica integrada, habiéndose incorporado el equipo la doctoranda Ángela Arriero. Se puso en marcha la colaboración con la Univ. de Vigo con una estancia de la doctoranda al objeto de plantear el diseño del sensor de frente de onda IP-WFS, orientado a Óptica Adaptativa solar. También se estructuró la propuesta de consolidación del IAC como centro de referencia en astrofotónica de cara al Plan de Recuperación y Resiliencia.



También durante 2022 se avanzó en la incorporación de los detectores MKIDs al conjunto de técnicas desarrolladas en el IAC. Se consiguió excitación e identificación de las frecuencias de resonancia de un dispositivo de 30 sensores individuales, una vez puesto en marcha el criostato ADR.



Respecto al laboratorio LISA, en 2022 se avanzó en la instalación de los sistemas de refrigeración de los compresores de Helio, los cuales se ubicaron en la azotea del mismo. Se continuaron las actividades de caracterización de cámaras en distintos rangos espectrales, principalmente las de tipo SCMOS, algunas de las cuales están operando en el Observatorio del Teide:



DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

En el Proyecto **DALI-PoP** se finalizó el diseño preliminar del experimento, dejándolo preparado para empezar con la fabricación de las piezas y su posterior integración en el criostato LISA. Para la unión de los imanes de neodimio se diseñó, fabricó y verificó un útil con resultado final satisfactorio. Se realizaron las compras necesarias de los elementos de vacío y criogenia necesarios para llevar a cabo el experimento.

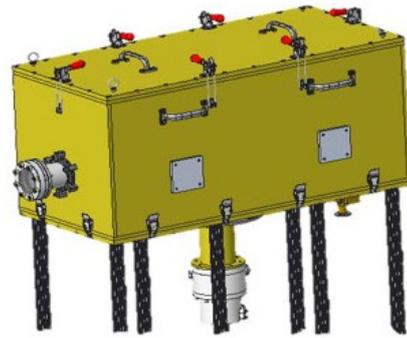
En **QUIJOTE** se realizaron la integración y pruebas del instrumento MF12 con éxito. La montura del instrumento TMS fue aceptada en fábrica e instalada en el telescopio TMS en el OT. Tras varios meses de estar inoperativo, el telescopio QUIJOTE 1, fue puesto nuevamente en funcionamiento.

La actividad en el Proyecto **GTCAO** se ha centrado en el desarrollo de los subsistemas restantes para el comisionado del sistema de óptica adaptativa prevista para finales de 2023. De forma adicional se han desarrollado los procedimientos de transporte, así como la fabricación de los útiles necesarios para llevar a cabo dicha tarea.

Se han completado los análisis y diseños de los subsistemas Fuente de Calibración, Dicroico y Sensor de Frente de onda láser (LWS). También la revisión de la fase preparatoria para la fabricación de la óptica del telescopio de lanzamiento, el seguimiento de su fabricación y el desarrollo de análisis FEM de sus monturas. Se ha generado un plan de mantenimiento de las parábolas fuera de eje incluyendo el desarrollo de utillajes, protocolos de actuación y tests de funcionalidad.

En **GTCAO-LGS** se realizó el diseño avanzado/detallado del sistema de transferencia (LTS) de la estrella guía láser de la óptica adaptativa para el GTC. Se realizó el seguimiento, revisión y soporte técnico del contrato para el diseño detallado y la fabricación del telescopio de lanzamiento (LLT) de la estrella guía láser de la Óptica Adaptativa.

En GRANCAIN, cámara IR de Primera Luz de la Óptica Adaptativa del Telescopio GTC, se ha trabajado en el comisionado del criostato y el

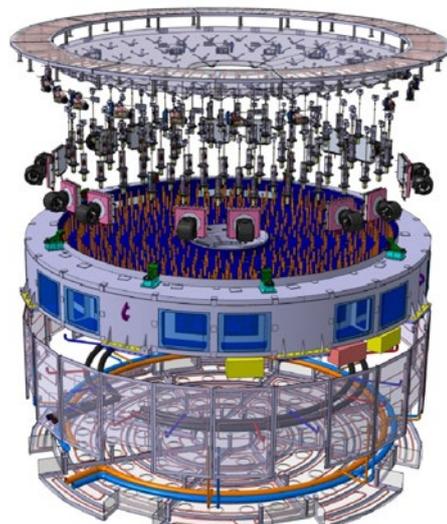


hardware criogénico. Se han desarrollado las monturas optomecánicas que van integradas dentro del criostato.

En el Proyecto ANDES se retomó el diseño preliminar de los bancos ópticos de los brazos UVB y RIZ de los espectrógrafos ultra-estables para el ELT, en base a los cambios en la configuración óptica que han tenido lugar entre la fase A y la B. También se han llevado a cabo gran cantidad de tareas de gestión/ingeniería de sistemas incluyendo el establecimiento y definición de sistemas de coordenadas, generación de árboles de producto, establecimiento de especificaciones/requerimientos/guías de diseño, etc. Finalmente se llevó a cabo un nuevo trade-off de materiales con diversos estudios adicionales para la selección del más adecuado para las estructuras de soporte de las monturas optomecánicas de los brazos UVB y RYZ, cuyo diseño preliminar ya se inició.

En cuanto al Proyecto ATLAS, se ha trabajado en el análisis, diseño y redacción de documentos.

En el Proyecto EST y en lo referente al contrato del diseño preliminar del M1 Assembly, se ha realizado seguimiento y actualización de requisitos, pruebas con prototipos y, en general, supervisión técnica de todas las tareas realizadas por la empresa SENER. Dicho contrato se cerró satisfactoriamente en septiembre de 2022.



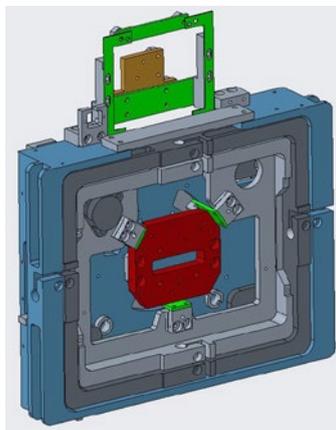
Vista en explosión del M1 Assembly de EST.



Prototipo térmico del M1 Assembly.

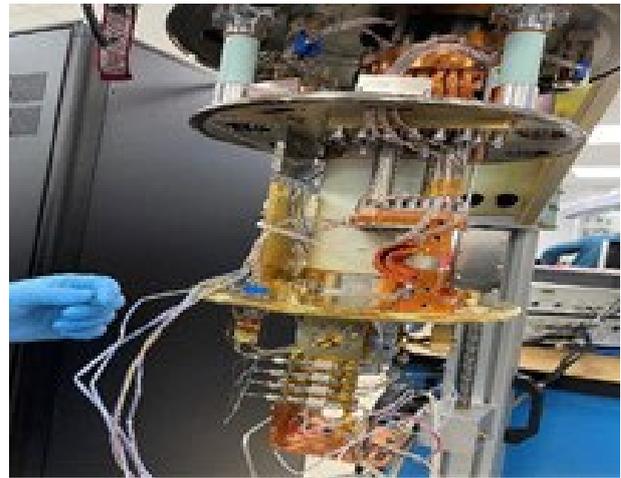
En ADFEMOS se realizó un nuevo diseño para la actualización del Detector Assembly del instrumento EMIR, así como los diseños y fabricación de utillaje para las pruebas del nuevo detector infrarrojo.

Los trabajos en ADFEMOS han estado centrados en la Fase de Diseño y Verificación. La caracterización de los nuevos detectores Teledyne H2RG +ASIC requirió del diseño de toda la instrumentación astronómica necesaria para adaptar el Banco de Pruebas LISA a los requerimientos. Diseño, fabricación, integración y verificación del Optical Tunnel y Baffles, Portafiltros, Link Térmicos, así como la caracterización del detector de ingeniería de EMIR centraron el 2022 pudiendo alcanzar el hito a finales de año de la caracterización del detector de ciencia de EMIR, así como la integración del detector de OSIRIS en GTC. El Banco de Pruebas de LISA trabaja en condiciones de criogenia y vacío. La responsabilidad de Patricia Fernández se extiende a la puesta en marcha del sistema criogénico en las condiciones requeridas, así como al diseño del algoritmo de control y operación para el PLC del sistema de vacío. Ambas tareas han sido realizadas e integradas con éxito durante este 2022.



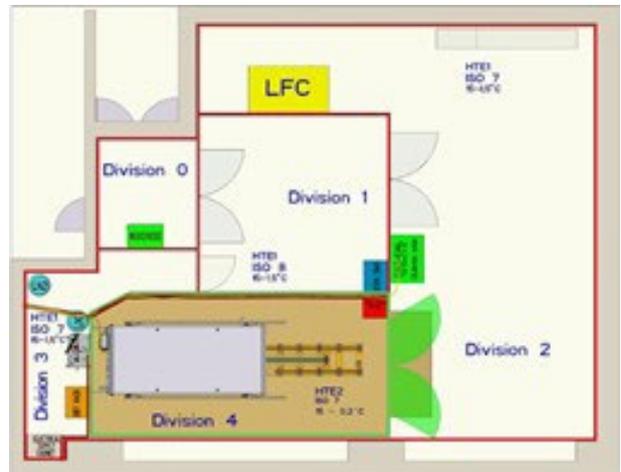
Izquierda: Piezas para pruebas del nuevo detector de EMIR. Derecha: diseño del nuevo Detector Assembly.

Respecto a MKIDs-LiteBIRDS satellite comenzó el año 2022 con la llegada del criostato ADR 103 Rainer. Con tecnología criogénica basada en Free Pulse Tube + Adiabatic Demagnetization Refrigerators el criostato ADR permite alcanzar temperatura de hasta 100 mK. Durante este año 2022 se ha realizado el diseño, fabricación, integración y pruebas del Detector Assembly y sistema de control térmico (termometría y resistencias calefactoras).



Modificaciones integradas en el Criostato ADR.

En HARPS3 se actualizó el diseño de la sala, así como la finalización de la documentación de la licitación.



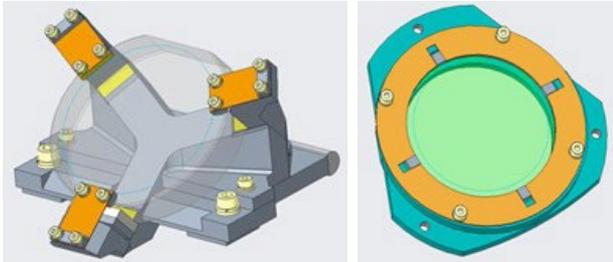
En MUSOL se realizó el diseño conceptual de la interfaz mecánica del polarímetro y se finalizó la memoria técnica descriptiva de las obras de acondicionamiento para la instalación de la cúpula del telescopio y se seleccionó y compró la cúpula del telescopio.

En CTA se participó en calidad de observador en la CDMR MST-STR.

La principal tarea en la que se ha trabajado a lo largo de 2022 en HARMONI ha estado relacionada con completar el diseño de la pre-óptica, modificación de las monturas de los filtros,

fabricación del primer set de monturas, protectores para las monturas, análisis térmicos y test de verificación de las monturas, estudios de uniones pegadas, etc.

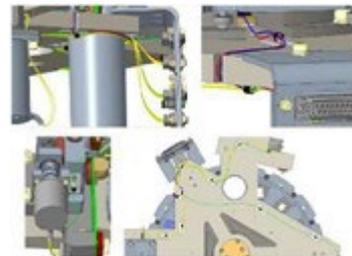
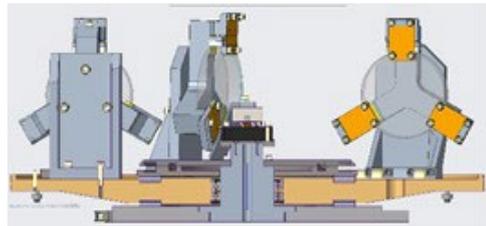
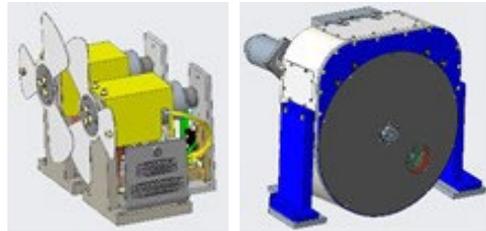
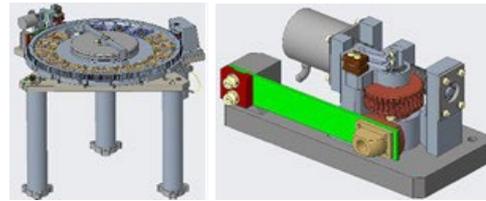
La imagen siguiente es un ejemplo de este tipo de monturas, en concreto la del espejo INPUT-Mirror y de la montura de un filtro.



Los trabajos en el Criostato de Pruebas se centraron principalmente en la puesta en marcha del sistema criogénico. Se diseñaron y comenzaron la fabricación de los enlaces que se espera terminen en 2023. Paralelamente a estos trabajos y a lo largo de todo el año se han llevado a cabo otras tareas en tales como; Limpieza de shield superior e inferior; Montaje y colocación de capa de mylar y multi-layer; Montaje de cabezas frías; Limpieza y montaje de dummy de masas, etc.



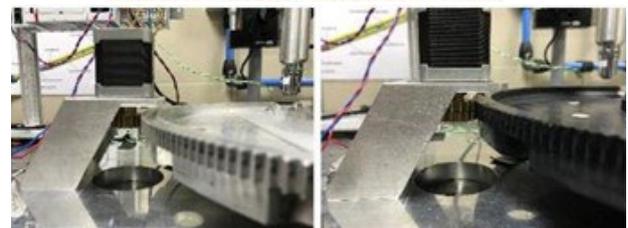
La Pre-Óptica dispone de 6 mecanismos. Durante el año se rediseñaron diferentes partes de 5 de ellos. Además, en todos ellos se ha revisado el diseño, se ha hecho el ruteado de cables de la electrónica y se han sacado los respectivos planos de fabricación.



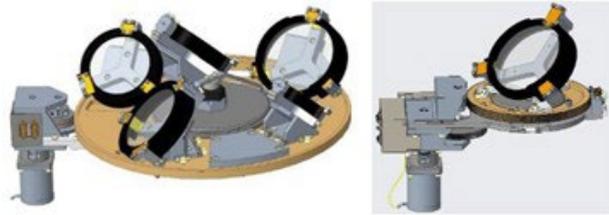
Diseño actual de los subsistemas FPMW, Detent, POFS, PSFWM, SCT y cableado de FPMW. El POFS se fabricó en 2021 y se realizaron pruebas dentro del criostato ya que se cambió el motor.

En el FPMW también se hicieron pruebas para determinar el diseño de los engranajes.

El subsistema OMT se ha vuelto a diseñar desde cero. Tras comprobar diversos problemas en la fabricación de los toroides, se tomó la decisión de sustituir los cinco toroides iniciales por uno.



Montaje y pruebas llevadas a cabo en laboratorio de integración.



En el Proyecto HORuS la cámara CCD comenzó a dar problemas. Se invirtió tiempo intentando solucionar el problema, pero no fue posible. Finalmente hubo que enviarla al fabricante. Dieron con el fallo, pero no fue posible llevarla al GTC por problemas de agenda.

DEPARTAMENTO DE ÓPTICA

Un año más, durante el año 2022, la mayor actividad del departamento de óptica se produjo en los proyectos SOLARNET/EST, HARMONI, GTCAO-LGS y se ha continuado realizando un importante esfuerzo en el Centro de Sistemas Ópticos Avanzados.

Dentro Proyecto SOLARNET/EST las actividades de desarrolla los miembros del departamento de óptica son el diseño del telescopio y la integración y pruebas de los elementos que conformarán del banco de pruebas del sistema de Óptica Adaptativa multiconjugada para objetos extensos que se está desarrollando en el IAC. En este proyecto se encuadra, así mismo, la tesis de Paula Sola de desarrollo de lentes free-form. En cuanto a la unidad de campo integral (IFU) que será instalada en el espectrógrafo del Telescopio GREGOR una vez recibida la unidad de "Slicer" se han realizado las pruebas de laboratorio que finalizarán con la integración de todo el sistema IFU.

En el proyecto del instrumento Óptica Adaptativa del Telescopio GTC (GTCAO-LGS), las tareas de los miembros del departamento se han enfocado en la integración y pruebas finales del sistema en laboratorio para preparar su entrega a mediados del año 2023. Así mismo, se ha continuado el desarrollo del proyecto la estrella láser guía (LGS) tanto en el diseño y seguimiento de la fabricación del sistema de lanzamiento del láser y en el desarrollo del sensor de frente de onda específico de este sistema.

HARMONI, instrumento de Primera Luz de E-ELT ha consumido una parte importante del tiempo del personal del Departamento donde se está desarrollando la pre-óptica. En este año, se ha continuado trabajando en diferentes aspectos del diseño óptico del sistema, además se ha avanzado en el diseño de la integración y verificación del sistema, en particular, en todo lo referido a la integración de los toroides que dan la capacidad de anamorfismo a ciertos modos de observación del instru-

mento. A este Proyecto se ha incorporado un nuevo ingeniero óptico este año.

El Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA), que se está desarrollando en el IAC con capacidad de producir y probar elementos ópticos de alta calidad para los futuros telescopios y su instrumentación, ha empezado a coger forma en el año 2022. En este año se ha completado la recepción de instrumentación metrológica para el centro. Así se cuenta con: un Interferómetro Fizeau ZYGO Verifire, un interferómetro Twyman Green 4D Phase cam, un perfilómetro ópticos 4D Nanocam y un escáner 3D GOM ATOS5.



Perfilómetro Nanocam de 4D Technologies.

Además, se han puesto en funcionamiento el sistema de recubrimientos formado por dos cámaras una basada en un cañón de electrones y otra basada en un sistema de sputtering. Para recibir este sistema se ha acondicionado el laboratorio de películas delgadas del Departamento.



Sistema de cañón de electrones y el sistema de sputtering.

Una vez firmados los contratos para las máquinas de fabricación óptica, estas se encuentran en fase de fabricación entre ellas se en-

cuentran: una cortadora, una generadora y una pulidora, todas ellas para trabajar sobre sustratos con un diámetro hasta 0.5 m. y una pulidora para sustratos con un diámetro hasta 1.5 m. Así mismo se han licitado un sistema de recubrimientos ópticos para sustratos con un diámetro hasta 2.0 m.

Otros proyectos que también han requerido una fracción importante del tiempo de ingeniería del departamento han sido: AOLI que incluye los instrumentos Fastcam y ALIOLI, estos instrumentos están basados en técnicas de "Lucky Imaging" junto a desarrollos de corrección de la atmosfera en base a Óptica Adaptativa, en esta última faceta se encuadra la Tesis de Esther Soria. En el instrumento NIRPS, espectrógrafo de alta resolución y ultraestabilidad para el rango infrarrojo del espectro del telescopio de 3.6 m del Observatorio de la Silla en Chile, se realizó una modificación en la cual se tuvieron que cortar 3 fibras de su haz y empalmarlas de nuevo. Para ello se utilizó una fusionadora de fibras que después de realizar un estudio detallado de su funcionamiento y optimizando el proceso se llegó a un resultado muy satisfactorio con pérdidas en la nueva unión de las fibras bajas y conservando la razón focal de la luz que se trasmite por ella.

El equipamiento del Laboratorio de Óptica fue requerido por parte de distintos proyectos internos del IAC. Así mismo, instituciones externas como GRANTECAN S.A. han requerido el uso del laboratorio y material para dar soporte a instrumentos del Telescopio GTC como son MEGARA y MIRADAS. Entre los equipamientos más utilizados están el interferómetro Zygo, y el espectrofotómetro Cary-5000.

En cuanto al Laboratorio de Fibras se ha realizado un esfuerzo importante en optimizar procesos de fusión de fibras ópticas para dar servicio al Proyecto NIRPS.

Finalmente, el Laboratorio de Películas Delgadas ha vuelto a tener un uso importante con la llegada del nuevo sistema de recubrimientos basados en el cañón de electrones y el sistema de "sputtering", aún no puede ser considerado listo para producción, pero se espera que esté preparado en el año 2023.

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

En 2022, siguiendo con la tendencia de años anteriores, la principal actividad del departamento ha sido el desarrollo de software para instrumentos del Telescopio GTC y con una dedicación similar. En concreto, el 53,6% del tiempo dedicado a proyectos se ha empleado en los instrumentos GTC (31,3%), MIRADAS

(11,1%), FRIDA (5,5%) y ADFEMOS (5,6%), todos para el Telescopio GTC. En 2021, el tiempo dedicado a proyectos de GTC fue el 50,8%.

Por detrás de este conjunto, están SOFT TTNN Upgrade (10%), EST (10%), LRS (6,1%), SUNRISE-3 (3,7%), QUIJOTE (5,8%), y CAMELOT2 (10,8%).

MIRADAS es un instrumento liderado por la Universidad de Florida y donde el departamento es el responsable del software de control. Actualmente, se encuentra en fase de integración y han empezado las pruebas en frío de los componentes. El software de alto nivel ya se ha podido probar en su totalidad en modo simulado, y este año se ha dado soporte a las pruebas de integración y se han hecho algunas modificaciones ante cambios en algunos componentes.

En relación a los instrumentos de GTC se ha creado este año el proyecto ADFEMOS (Actualización Detectores Frida-EMir y OSiris). En el departamento de software se han estudiado diferentes vías de comunicación con la nueva tarjeta del detector de EMIR, MACIE, que funcionaran con el sistema de GCS. De todas las dificultades encontradas, se resolvió, finalmente, con la solución de desarrollar un sistema de comunicación con esta tarjeta para que corra el controlador en un solo proceso e independizarlo de la parte distribuida de GCS.

El instrumento FRIDA está diseñado para usar el sistema de óptica adaptativa de GTC, GTC-CAO, que se está desarrollando en paralelo. El Departamento de Software es el encargado del software de control de alto nivel y, este año, se han empezado a realizar las modificaciones sobre el DAS para poder operar con el nuevo detector H2RG que se va a emplear tanto en FRIDA como en EMIR. En paralelo, se ha realizado un simulador del detector para poder realizar pruebas de integración del DAS sin el detector real, así como detección de posibles problemas y casuísticas del nuevo detector. El conocimiento adquirido se ha transferido a GTC para cuando se realice la integración final en su sistema.

En el contexto del Proyecto GTC-CAO-LGS, se ha avanzado hacia un software suficientemente finalizado como para entrar en producción durante el año 2023. En concreto, se finalizó la funcionalidad de generación y envío de centroides de guiado al telescopio; se desarrolló el software de monitorización de la electrónica del espejo deformable; se generaron los programas necesarios para un arranque sencillo de todo el sistema de control de tiempo real del instrumento; se avanzó en el envío de coman-

dos de descarga del espejo deformable en el espejo primario; se comenzó la integración de software al repositorio de GTC; y se incrementó notablemente la interacción con GTC, con intención de cerrar los detalles pendientes en el desarrollo. También en el contexto de este proyecto y asociado al desarrollo de una tesis doctoral en colaboración con la Universidad de París-Saclay, se dio soporte a los desarrollos necesarios para las pruebas del reconstructor de frente de onda lineal cuadrático gaussiano (LQG) en el instrumento GTC/O. Por otro lado, se ha continuado con el desarrollo de software en interfaces gráficas y componentes GCS. Se ha puesto en producción el panel de telemetrías de tiempo real para pruebas y casi se ha concluido con el desarrollo del panel de estado (MIMIC) del instrumento. En la parte de componentes GCS se han implementado algunos simuladores para ciertos componentes y se han desarrollado íntegramente los componentes de encendido y apagado del sistema, de monitorización de las diferentes temperaturas del instrumento y presión, así como de visualización de temperatura y humedad de los armarios del instrumento. También se ha iniciado el trabajo en el componente GCS que controla de forma coordinada los dos ADCs. Y se ha desarrollado y probado el tracking para el sistema KSystem, el derrotador de campo de la Óptica Adaptativa.

Este año se ha iniciado la participación del departamento de software en GRANCAIN (Cámara Infrarroja para GTC) a utilizar inicialmente en GTC/O ante el retraso de FRIDA. Se ha trabajado en el diseño del software de control del instrumento intentando en lo posible la reutilización de algunos componentes de EMIR. Se ha desarrollado parte del software de control de mecanismos y se ha adaptado el componente de control del detector de EMIR.

Finalmente, respecto a los instrumentos de GTC, este año la participación en el espectrógrafo HORuS se ha limitado a dar soporte a pruebas en la sala de AIV del detector de la cámara de HORuS, antes y después de su reparación en fábrica. Recordamos que la cámara de HORuS fue retirada de GTC en 2021 por problemas en el detector.

En aspectos de software de QUIJOTE, se ha trabajado en varios asuntos. Por un lado, se ha continuado con el desarrollo del software de control del instrumento MF12, que es una adaptación del control del ya decomisionado MFI. Este sistema de adquisición permitirá caracterizar el instrumento en una primera etapa, en la que sólo se obtendrá intensidad de la señal, hasta que el DAS final, basado en FP-

GAs, sea desarrollado y permita la caracterización en polarización. También se ha trabajado en la actualización del software de control de ambos telescopios. Desarrollados inicialmente en TwinCAT2 y con PCs industriales de control bastantes obsoletos, se han actualizado a Windows 10 y se está trabajando en la actualización del software de desarrollo de Beckhoff TwinCAT3. También se realizó en mayo la aceptación en Bilbao de la montura del instrumento TMS construida por IDOM, cuyo control está basado en TwinCAT3. Finalmente, se ha dado soporte a la instalación del control de la cúpula de TMS, realizada por personal de Astroshell.

En SUNRISE-3, el comienzo del año 2022 se dedicó al estudio, diseño y creación de hilos. Posteriormente se preparó todo el software y se realizaron los últimos tests previos al lanzamiento del globo. En junio, la ingeniera de software encargada se desplazó a Kiruna (Suecia) para asistir al lanzamiento, el cual finalmente ocurrió el 8 de julio. El final del año se ha dedicado al estudio de la posibilidad de realizar interpolaciones bilineales en la síntesis de atmósferas que permitan acelerar considerablemente las inversiones en NLTE.

En el contexto del futuro Telescopio EST se han seguido tres líneas de trabajo. Por un lado, se ha comenzado con el diseño preliminar del sistema de control del EST, destacando las siguientes tareas: se ha definido la estructura de la documentación que se quiere presentar como PDR; se han elaborado comparativas entre los distintos sistemas de control de telescopios existentes; se han definido los requisitos que deberá cumplir el sistema de control y; se han definido los sistemas y subsistemas que compondrán el sistema de control del EST. Por otro lado, también se ha continuado en el desarrollo del nuevo software de control de GRIS, el espectrógrafo instalado en GREGOR, donde se ha terminado de integrar la cámara Orca Fusión BT de Hamamatsu, se han integrado los nuevos sistemas de ruedas de filtros y se han realizado ya pruebas de observaciones sincronizadas entre varios ordenadores. Finalmente, se ha continuado dando soporte al banco MCAO, de manera que se han corregido pequeños errores detectados y se ha optimizado el software de adquisición de imágenes de ciencia para permitir adquirir imágenes durante más tiempo.

En el proyecto del nuevo sistema de control de los telescopios nocturnos (TTNN), este año se ha trabajado en la implementación de los módulos que componen el backend del sistema. Se ha comenzado a implementar el programa de cliente que consiste en una aplicación de

escritorio utilizando pyQt5 y programación orientada a eventos. La principal característica de este software es su estructura basada en Docked (módulos de PyQt5). En este 2022 se ha desarrollado el módulo principal y los dockeds encargados de conectar con el movimiento del telescopio y la cúpula, gestionar la conexión con el servidor y monitorizar el estado de los elementos del telescopio. Al mismo tiempo se trabaja en la integración entre el cliente y el servidor. Finalmente, también se han abierto varias vías de trabajo con la ULL para pedir colaboraciones de estudiantes con PGT y prácticas en empresa.

En CAMELOT2, el proyecto de software que consiste en actualizar el sistema de control del instrumento CAMELOT2 que se encuentra operativo en el Telescopio IAC-80, el nuevo ingeniero contratado tras la partida del anterior terminó el estudio del código existente y ha podido corregir algunos errores que había, fundamentalmente con el uso de los threads y con algunos problemas con las imágenes FITS. También ha incorporado algunas mejoras, como la ejecución de offset y foco del telescopio desde la aplicación. Se han ido generando nuevas versiones del software que ya han utilizado el Grupo de Operaciones Telescópicas.

Este año se han concluido las labores establecidas en el ámbito del proyecto LRS (Laser Ranging Station) con el despliegue, testeo y operación habitual del software de control de tráfico de láseres LTCS (Laser Traffic Control System) en el Observatorio del Teide (OT). En concreto, se ha llevado a cabo el despliegue del LTCS en un servidor del IAC, una puesta a punto llevada a cabo por su desarrollador Douglas Summers y el Departamento de Software del IAC. También se ha desarrollado una herramienta de comunicación desde cualquier máquina autorizada al LTCS para facilitar la adaptación de los diferentes telescopios al sistema. Se han llevado a cabo un set de pruebas simulando la correcta operación del LTCS, forzando colisiones láser-láser y láser-telescopio, verificando el correcto funcionamiento y el comandado de apagado del láser en estos casos. Por último, se han desarrollado los documentos requeridos en el proyecto, como son el manual de usuario y el manual de set-up completo del software. Todas estas tareas han sido realizadas por el ingeniero de software antes de concluir su contrato en julio de 2022.

Al margen de los proyectos, el personal del departamento ha dado apoyo al equipo de Mantenimiento Instrumental cuando ha sido requerido. También en el contexto del instrumento Fastcam, se ha dado soporte en el de-

sarrollo de software de adquisición de datos y control de guiado del telescopio. Y, como es habitual, se ha colaborado en numerosas actividades transversales como participar en tribunales de selección, el Comité de Empresa, la Comisión de Igualdad, la Comisión de Seminarios, el Comité de Usuarios del SI (CUSI) y participando en las reuniones semanales de los SIEs, representando al de Instrumentación

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

El Departamento de Proyectos concentra su actividad en la gestión de proyectos y en la ingeniería de sistemas de los proyectos instrumentales del IAC. A lo largo de 2022 el departamento ha dedicado el 89% del tiempo a los proyectos instrumentales del IAC. El 11% restante se ha dedicado a la gestión general del Área y del IAC, a la gestión del departamento y a la nueva aplicación del gestor documental del Área, y a actividades de formación.

Dentro de la dedicación a proyectos, el departamento también da soporte de consultoría a varios proyectos de IACTEC, en concreto al EST y al Grupo de Comunicaciones Ópticas en el Espacio. Hay que tener en cuenta que todos los contratos que ha tenido el IAC con la ESA han sido dirigidos y gestionados siempre por gestores expertos del Departamento de Proyectos.

Es habitual que los proyectos principales del IAC cuenten con un gestor y un ingeniero de sistemas asignados dentro del Departamento de Proyectos, lo que supone un porcentaje de dedicación del 20% del tiempo del departamento. Sin embargo, a lo largo de 2022 ha habido un proyecto al que se ha dedicado un porcentaje de tiempo más alto de la habitual en este Departamento, un 33% del tiempo dedicado a proyectos. Se trata del programa de Óptica Adaptativa de GTC, que incluye el sistema de óptica adaptativa (GTCOA), el sistema de estrella guía láser (LGS), el instrumento para primera ciencia (GRANCAIN) y su instrumento definitivo (FRIDA), y los experimentos internacionales en óptica adaptativa con ESO (CaNaPy). El segundo programa en cuanto al tiempo de dedicación, ha sido QUIJOTE y sus experimentos en el rango de microondas (GROUNDBIRD y LSPE-STRIP) que, con dos ingenieros asignados a la gestión de los diversos instrumentos, ha consumido el 19% del tiempo de proyectos del Departamento.

La dedicación a proyectos instrumentales para telescopios de la ESO (ELT), en concreto HARMONI y ANDES, ha aumentado debido al aumento de la actividad en ANDES, ocupando el 12% del tiempo del Departamento dedicado

a proyectos, con dos ingenieros dedicados a tiempo parcial a la gestión de estos proyectos.

La dedicación a los proyectos de la ESA y a Espacio ha disminuido al 7% tras la finalización en la primera mitad de año de la instalación del telescopio ESA Laser Ranging Station (ELRS), en el Observatorio del Teide. La dedicación se ha centrado en las actividades habituales relacionadas con la OGS y en la dirección del contrato de fase A de CARAMUEL, el diseño del primer sistema de comunicaciones cuánticas con un satélite geostacionario. Tras finalizar con éxito este contrato, la actividad para posteriores fases ha sido transferida al grupo de comunicaciones ópticas en el espacio de IAC-TEC.

La dedicación al EST ha disminuido mucho, hasta el 9%, ya que en años anteriores había dos ingenieros del departamento asignados al proyecto, y en 2022 solo ha habido uno. En este porcentaje se incluye la continua participación del jefe de departamento en el paquete de Óptica Adaptativa.

La dedicación a otros instrumentos para telescopios en el ORM, en concreto WEAVE para WHT y HARPS3 para INT, sigue disminuyendo hasta el 5% y a final de año se reduce sólo a la participación en HARPS3.

Por último, la dedicación a varios instrumentos y telescopios del OT ha aumentado, con MUSOL, ATLAS y la actualización del Control de TTNN, ocupando el 14% del tiempo dedicado a proyectos del Departamento.

COMISIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

La Comisión de Instrumentación es un comité consultivo y de asesoramiento para la Coordinación del Área de Instrumentación y su Coordinador sobre cualquier tema relacionado con el desarrollo de instrumentación astronómica en el IAC. Desde su puesta en marcha en junio de 2014, la Comisión de Instrumentación se ha reunido periódicamente para ver la evolución de los proyectos en desarrollo y evaluar las propuestas recibidas en el área para la involucración en nuevos proyectos y/o actuaciones sobre proyectos existentes, en relación al impacto de éstos sobre el resto de proyectos en curso.

Durante 2022 la comisión se ha reunido dos veces y ha evaluado todos los proyectos del Área. Las reuniones fueron el 5 de abril y el 14 de octubre.

PERSONAL

Altas

Las altas de personal de los diferentes departamentos a lo largo de 2022 han sido las siguientes:

- Departamento de Electrónica. En el mes de febrero de 2022 se incorporó A. Hernández Fernández, quien ya había formado parte del Departamento en el pasado, para llevar a cabo las actividades de gestión relacionadas con el Plan de Recuperación. También se incorporaron en abril G. González Rial y en junio D. Tamayo Guzmán, para desarrollar las actividades del Proyecto LiteBird.
- Departamento de Mecánica. H. Lorenzo Hdez. se incorporó al Departamento de Mecánica en septiembre para trabajar en el Proyecto QUIJOTE. En abril se incorporó R. Key Sánchez al Departamento para trabajar en el Proyecto WHT.
- Departamento de Óptica. Á. Pérez García fue contratado en enero como ingeniero adscrito al Proyecto HARMONI para realizar tareas redacción de las especificaciones y pliegos de contratación de los elementos ópticos del subsistema Preóptica, diseño del proceso de armado, integración y verificación (AIV) del subsistema.
- Departamento de Software. Ha habido dos incorporaciones en el Departamento de Software: A. Calzadilla González, en febrero, para trabajar en el Proyecto Mejoras Control TTNN y E. Matilla Blanco, en julio, para trabajar en el Proyecto FRIDA.
- M.F. Gómez Reñasco ha pasado de ingeniera senior a Jefe de Departamento de Software tras la jubilación de C. Martín Díaz.

Bajas

Las bajas de personal en los diferentes departamentos han sido las siguientes:

- Departamento de Electrónica. En el mes de junio causó baja en el Departamento C. López Segura, que venía trabajando en el Proyecto GTCAO-LGS. También finalizó su contrato en diciembre D. Hernández Expósito, en el Proyecto IMAX+.
- Departamento de Mecánica. A.F. Moreno ha dejado del Departamento en el mes de agosto.
- Departamento de Óptica. Á. Pérez García ingeniero adscrito al Proyecto HARMONI para realizar tareas redacción.

- Departamento de Software. Han dejado el Departamento C. Martín Díaz, Jefe del Departamento, en abril, por jubilación y A. Prieto Antúnez, en julio, por finalización del Proyecto LRS.
- Departamento de Proyectos: V. González Escalera dejó el Departamento en diciembre por jubilación.

EVOLUCIÓN DE LOS CONTRATOS

En el gráfico siguiente (Gráfico IV) se muestra la evolución de los contratos de Ingeniería y los becarios desde el año 2011 en unidades de FTE (Equivalente a Dedicación Completa, en inglés). Puede apreciarse el aumento de la contratación en 2014, con la contribución significativa del programa Severo Ochoa y con la financiación del Gobierno de Canarias. Entre 2014 y 2020 hay una cierta constancia de entre 52 y 58 personas en el Área y, en 2021 se aprecia el proceso de estabilización de empleo por el cual a final de 2020 y principios de 2021 muchas personas contratadas temporalmente pasaron a ser fijas.

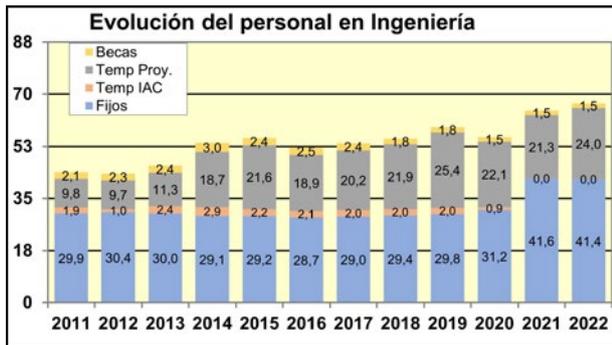


Gráfico IV

Dentro del programa de becas de verano, y financiados por el Área de Instrumentación hemos recibido a seis estudiantes o recién titulados de diversas especialidades técnicas que también quedan reflejados en el gráfico anterior.

ESTADÍSTICAS DE GÉNERO

La proporción entre hombres y mujeres en los departamentos de Ingeniería a finales de 2022 puede verse en el siguiente gráfico (Gráfico V) (porcentajes y valores absolutos).

Aunque es un porcentaje que cambia ligeramente año a año, principalmente debido a la rotación de personal temporal, vemos que los valores son bastante dispares entre departamentos. En los departamentos de Electrónica y Mecánica hay proporcionalmente menos mujeres que en Proyectos y, especialmente, que en Software u Óptica. En el conjunto de toda la Ingeniería la proporción de género es

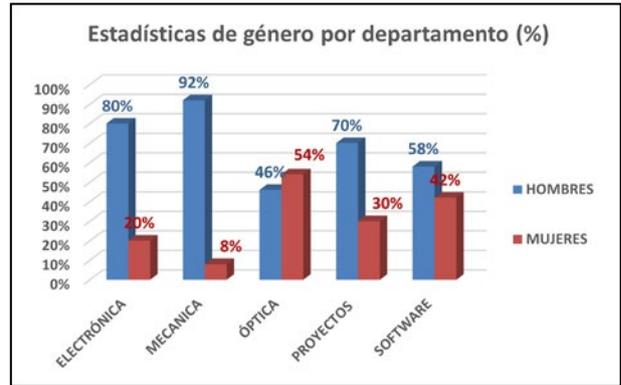


Gráfico V

de 35% mujeres frente a 65% hombres, valores 6 puntos superiores a los del año pasado, aunque todavía lejos de la paridad. Estos valores son muy similares a los globales de todo el personal del IAC (35% mujeres, 65% hombres)

BECARIOS Y ESTUDIANTES

Este año al igual que otros se ha dado la oportunidad a varios estudiantes o recién licenciados de disfrutar de una beca para la realización de un estudio o trabajo en el Área de Instrumentación que, en algunos casos, ha servido para la realización posterior del proyecto Fin de Carrera.

BECAS DE VERANO

El IAC organiza todos los años un Programa de Becas de Verano de iniciación a la investigación astrofísica y el desarrollo tecnológico. El Área de Instrumentación acoge a los becarios del programa de desarrollo de tecnológico que tiene lugar en el periodo de julio a octubre con una duración de 3 meses. En 2022 hubo 5 becas en Desarrollo Tecnológico y una en IAC-TEC.

- **S. Muñoz Torres, (Licenciada en Ciencias Físicas y máster en “Radiaciones, nanotecnología, partículas y astrofísica” por la Universidad de Granada).**

Realizó sus prácticas externas en el Departamento de Electrónica con la tutorización de E. Joven Álvarez y J.J. Díaz García. Su aportación, enmarcada dentro de las actividades de LISA (Laboratorio de Imagen y Sensores para Astronomía) del IAC, consistió en la “Puesta en funcionamiento, pruebas y puesta a punto del Sistema de Adquisición de Datos (SAD) para detectores MKIDs (Microwave Kinetic Inductance Detectors) de LISA”. Participó activamente en la puesta en funcionamiento de un sistema criogénico sub-Kelvin, la operación de un detector superconductor tipo MKID (Microwave Kinetic Inductance Detector), y midió

las frecuencias de resonancia en oscuridad utilizando equipamiento de laboratorio.

- C. Marrero de la Rosa (Estudiante del Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna).

Realizó la beca de verano "Desarrollo del software de un módulo de procesado para la utilización de la cámara plenóptica en Óptica Adaptativa, que se integre en el simulador DASP y en el controlador de tiempo real DARC", integrándose en el equipo de desarrollo de comunicaciones ópticas en espacio libre. Durante la beca logró la conversión a Python de los programas para la calibración de la cámara plenóptica, la generación de un manual de instalación de DARC/DASP y consiguió significativos avances en la identificación de los módulos de DARC que deberán cambiarse para llevar a cabo el procesado en tiempo real de la cámara plenóptica. Estas actividades fueron dirigidas por el L.F. Rodríguez Ramos y N. Martínez Rey, investigadora de la Universidad Nacional de Australia.

- D. Portero Rodríguez (Estudiante de Máster en Ingeniería de Sistemas Electrónicos de la Universidad Politécnica de Madrid).

Fue becario de verano en el Departamento de Electrónica bajo la supervisión de H. García Vázquez y L.F. Rodríguez Ramos. El trabajo realizado se tituló "Diseño de un circuito integrado analógico con una tecnología microelectrónica CMOS". Su trabajo consistió en realizar el flujo completo para diseñar varios circuitos integrados analógicos para su implementación física con una tecnología microelectrónica CMOS de 0.35um, realizar un estudio sobre un posible sistema de criogenia para medida de circuitos integrados y apoyar en las tareas relacionadas con el Laboratorio de Circuitos Integrados (LABIC).

- V. Vera Cañete (Estudiante de Máster Tecnologías Ópticas y de la Imagen Universidad Complutense de Madrid (UCM)).

Disfrutó de una beca de una duración de tres meses. El tema de su práctica fue titulado "Calibración de recubrimientos ópticos" en el marco del proyecto de desarrollo CSOA siendo sus tutores F. Gracia Temich y M. Insausti Mújica.

- J. González Vilar.

Se ha incorporado como becario al departamento de mecánica bajo la supervisión de A. Zamora Jiménez y A. Vega Moreno para trabajar en el Proyecto QUIJOTE en el Diseño, fa-

bricación e integración del espectrómetro de microondas de Tenerife (TMS) y montaje, integración, verificación y comisionado del instrumento multifrecuencias mejorado (MFI2), que operarán en condiciones ambientales y criogénicas.

- G. Fuentes Morales.

Se ha incorporado como becario a IACTEC, bajo la supervisión J.M. González Cava, M. Núñez Cagigal, Á. Mato Martínez y M. Belío para trabajar en el Proyecto EST en el Diseño del software para la simulación de la estrategia de óptica activa del Telescopio Solar Europeo (EST).

ESTUDIANTE DE DOCTORADO

Á. María Arriero López (Ingeniería Electrónica por la Univ. Sergio Arboleda de Bogotá y Máster en Astrofísica por la Universidad de La Laguna). Está realizando su tesis en el dpto. de electrónica del Área de Instrumentación en el Proyecto EMIAC – Equipamiento Microelectrónica, Contributions to the design of integrated circuits for detector interfaces used in astrophysical instrumentation, desde septiembre 2022 bajo la supervisión de H. García Vázquez.

PRÁCTICAS DE GRADO

D.E. Santos Verzilli (Estudiante del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Laguna). Llevó a cabo sus prácticas externas en el Departamento de Electrónica del Área de Instrumentación bajo la supervisión del H. García Vázquez. Durante sus prácticas estuvo participando en diferentes actividades relacionadas con el Laboratorio de Circuitos Integrados (LABIC). En particular, diseño y fabricó una placa de circuito impreso (PCB) para microondas incluyendo su caja de protección. Preparó el setup de medida y utilizó los equipos de instrumentación necesarios para comprobar el correcto funcionamiento del circuito.

TRABAJOS FIN DE GRADO

J.L. Martínez Rodríguez (Estudiante del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Laguna). Llevó a cabo su Trabajo Final de Grado (TFG) durante el año 2022 en el Departamento de Electrónica bajo la supervisión de H. García Vázquez (IAC) S. Elías Hernández Alonso (ULL). El TFG realizado se tituló "Medida y verificación de circuitos integrados para aplicaciones en Instrumentación Astrofísica con MKIDs". Su trabajo tenía una gran componente experimental por lo que pasó la mayor par-

te del tiempo trabajando en el Laboratorio de Circuitos Integrados (LABIC) preparando las pruebas y midiendo los circuitos integrados.

TRABAJOS FIN DE MÁSTER

V. Vera Cañete. (Estudiante de Máster Tecnologías Ópticas y de la Imagen Universidad Complutense de Madrid (UCM)). Realizó su trabajo Fin de Máster titulado “Calibración de recubrimientos ópticos IAC”. Los tutores de este trabajo fueron F. Gracia Temich y M. Insausti Mújica (IAC) y A. Manzanares Ituarte (UCM).

PRÁCTICAS FCT

L.F. Gutiérrez Acarapi. (Estudiante de Ciclo Formativo de Grado Superior en Electrónica en el Colegio Los Salesianos). Llevó a cabo sus prácticas de empresa en el Departamento de Electrónica del Área de Instrumentación bajo la supervisión de H. García Vázquez y L.F. Rodríguez Ramos. Durante sus prácticas estuvo participando en diferentes actividades relacionadas con el Laboratorio de Circuitos Integrados (LABIC) del IAC. Participó en la puesta en marcha de la fresadora de circuitos impresos DCT DM350H. Diseñó y fabricó una placa de circuito impreso (PCB) para medir un circuito integrado diseñado con una tecnología microelectrónica CMOS.

SEMINARIOS TECNOLÓGICOS

Siguiendo con la iniciativa creada en 2015 con el fin de incrementar la comunicación dentro del Área e intentar acercar el trabajo de cada uno al resto de compañeros, este año se han impartido numerosos seminarios tecnológicos. Después del parón de 2020 en el número de seminarios debido a la pandemia, este año se ha recuperado su frecuencia.

Los seminarios tuvieron una duración de media hora, aproximadamente y, al igual que el año pasado, entraron a formar parte de los seminarios del IAC que son abiertos a toda la comunidad, se emiten por el canal de YouTube del IAC y son parte del archivo de charlas del IAC.

Los ponentes han sido en su gran mayoría miembros de los distintos departamentos y las charlas, algunas más formales y otras más distendidas, han sido un éxito. Durante 2022 se dieron un total de 29 seminarios. Los ponentes y los días en que se impartieron se encuentran en la tabla siguiente.

Título	Ponente
A high-resolution ultra-stable spectrograph for GTC	K. Zhang
Aplicación de técnicas de containerización y orquestado de software para implementar el control del telescopio NRT	M.A. Torres Gil
Demostración nuevo Gestor Documental del Área de Instrumentación	J. Patrón Recio
Actividades del IAC en Comunicaciones Cuánticas	L.F. Rodríguez Ramos
Supercomputación en el Área de Instrumentación	A. Vega Moreno
La imagen estigmática y sus aplicaciones (Charla invitada)	R.G. González Acuña
The Havana Syndrome: How microwaves can affect our brain (part 2).	R. Hoyland
Sistema de control de EST	J. Quintero Nehrkorn
Diseño Preliminar de la Estructura del Telescopio, Cubierta y Pilar de EST.	J. Cózar Castellano
Seminario de instrumentación. Exposiciones de los/as becarios/as de verano.	Becarios/as
M1 Assembly para EST: configuración baseline para el diseño preliminar.	Á. Mato Martínez
Modelado y simulación de sistemas dinámicos en el EST: control de ejes del telescopio.	J.M. González Cava
Update of Fastcam, the lucky imaging instrument at the Observatorios de Canarias (OCAN).	D. Nespralr
Campos magnéticos en el IAC. Aplicaciones.	E. Joven Álvarez
Descripción y estado actual de GRANCAIN.	J.M. Delgado Hernández
Integración de la óptica del banco de pruebas del prototipo de MCAO para EST.	N. Feijoo Amoedo
Laboratorio de Circuitos Integrados (LABIC).	H. García Vázquez.

EL CSOA.	F. Gracia Temich.
I+D y Transferencia en Imagen Médica.	J. Ruiz Alzola.
El Fiber Link de NIRPS: La ascensión de un haz de fibras.	J.L. Rasilla Piñeiro
Estado actual y retos del proyecto NRT.	C.M. Gutiérrez
Desarrollo de interfaces gráficas para GTC. Panel tiempo real y panel de estado (MIMIC) para GTCOA.	M. Luis Aznar
Prototipo de un sistema de óptica adaptativa para telescopios de tamaño intermedio.	G. Schitter
Prototipo de un sistema de óptica adaptativa para telescopios de tamaño intermedio.	E. Soria Hernández
Estado del diseño de EST.	M. Barreto Cabrera
IACTEC-Espacio, presente y futuro: de DRAGO a IACSAT.	Á. Ocoz Abad
Primeros pasos del IAC en el uso de MKIDs (Microwave Kinetic Inductance Detectors). Infraestructura incorporada a LISA (Laboratorio de Imagen y Sensores en Astronomía).	J.J. Díaz García
EST: Vicisitudes de un proyecto a largo plazo.	M. Collados Vera
Progress on IFU development for solar observations.	S. Regalado Olivares

VISITAS AL ÁREA

Cada año se muestran las instalaciones del Área de Instrumentación a numerosas personas y grupos de procedencias muy distintas. Algunas de estas visitas son parte de una visita más general al IAC y otras son exclusivamente a Área. Este año 2020, debido a la pandemia, las visitas se suspendieron en el mes de marzo, por lo que su número fue escaso. En la siguiente tabla se muestra la relación de las mismas.

En el acompañamiento de estas visitas ha participado el personal de la UC3 y el Coordinador de Instrumentación.

PRODUCCIÓN

Componen Producción el Taller de Mecánica, el Gabinete de Delineación Técnica y el SIE de Instrumentación. No obstante, por operatividad, continuamos incluyendo el Taller de Electrónica dentro de esta Memoria. Recordemos que desde noviembre de 2016 el Jefe de Producción asumió las funciones de Jefe del Departamento de Mecánica y a raíz de esto el Taller de Electrónica pasó a depender del Departamento de Electrónica.

En 2022 se tramitaron 423 solicitudes de trabajo, un 4,96% más que el año anterior. De estas solicitudes 111 fueron solicitadas a Delineación, 282 al Taller de Mecánica y 30 al Taller de Electrónica. 36 fueron canceladas por los peticionarios (6 en Delineación, 29 en el Taller de Mecánica y 1 en el Taller de Electrónica). El Taller de Mecánica rechazó 3. La causa de los rechazos es debido, o bien por no corresponderle el tipo de trabajo solicitado o bien por falta de información o documentación para poder ejecutar el trabajo.

En ejecutar estos trabajos se invirtieron un total de 16,535,60 h.

En el siguiente gráfico (Gráfico VI) se puede ver los porcentajes de dedicación de horas a los distintos proyectos:

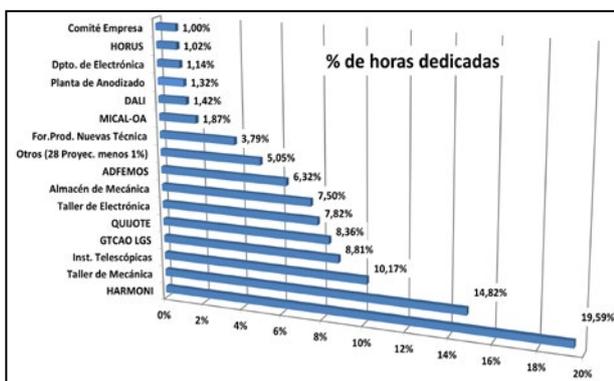


Gráfico VI

A continuación, se detalla la dedicación de cada uno de los talleres y servicios que componen Producción.

TALLER DE MECÁNICA

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

En 2022 el Taller de Mecánica ha continuado con su principal objetivo, mejorar las técnicas de fabricación de cara a la precisión y el cuidado del medio ambiente, actualizando sus máquinas e instalaciones, principalmente gracias a los Fondos del Plan de Recuperación y Resiliencia.

Las actuaciones de mejora del Taller de Mecánica concluidas en 2022 han sido:

- Obra civil de reforma del local e instalación y puesta en marcha, de la nueva planta de anodizado duro, para piezas de hasta 900x900x300mm.
- Renovación del parque de maquinaria manual de fabricación por arranque de viruta, con la adquisición de un torno manual de precisión de 650mm de longitud entre puntos.
- Recepción y puesta en marcha de una máquina de soldadura láser CNC para micro-conectores de 1500W de potencia.
- Obra de reforma de la zona de preparación de pinturas y piezas para pintar.
- Reforma parcial de la instalación eléctrica del almacén y la zona de máquinas convencionales.
- Reforma del almacén de materiales, incluyendo más estanterías de almacenaje y una zona para plásticos técnicos.
- Redacción de proyectos para el reacondicionamiento y mejora del Taller de Mecánica, para la instalación de nuevas máquinas, como la de corte por chorro de agua, soldadura láser, rectificadora, taladros, entre otras.
- Adquisición e instalación de una balanza de plataforma de hasta 600kg para el pesaje y control del stock de materiales de fabricación.
- Adquisición de una lavadora por ultrasonidos para incorporar previa a la nueva planta de anodizado.

- Otras adquisiciones de herramienta y utillaje de precisión para las máquinas CNC del Taller.
- Las actuaciones de actualización y mejora iniciadas en este 2022, han sido:
- Licitación para la adquisición de una máquina de corte por chorro de agua para materiales de dimensiones máximas de 2000*1000*200mm. Esta máquina nos permitirá reducir las horas de mecanizado por arranque de viruta y el consumo de herramientas de corte. Se recibirá en 2023.
- Licitación de la obra de climatización de la zona de máquinas de Control Numérico. Se publicará en 2023.
- Obra de mejora de la instalación eléctrica del Taller, para instalar una nueva acometida eléctrica y un nuevo cuadro general.
- Traslado del almacén de material fungible a su antigua ubicación.

Por otro lado, continuando con las acciones correctivas requeridas, planteadas como resultado de la auditoría de seguridad realizada por parte de la empresa Caracena Consultoría y Formación S.L., se ha continuado actualizando las instalaciones y máquinas del Taller para cumplir con todos los requerimientos normativos de seguridad y medioambiente.

Adicionalmente se han llevado a cabo importantes mejoras desde el punto de vista técnico. Se resumen a continuación dichas mejoras:

En el Laboratorio de Metrología Dimensional se han llevado a cabo las siguientes actuaciones:

- Calibración de las dos máquinas tridimensionales de metrología.
- Como mejora de la Zona de máquinas CNC, se han instalado nuevos cuadros de herramientas sobre pared, para favorecer una mejor visualización y control de la herramienta disponible. Y también se ha realizado el mantenimiento preventivo anual a todas las máquinas MAZAK.
- En la zona de máquinas manuales de fabricación por arranque de viruta se ha llevado a cabo la instalación de nuevos cuadros de herramientas sobre pared, para favorecer una mejor visualización y control de la herramienta y utillaje disponible. También se han restaurado los antiguos carros de herramientas, dotándolos de ruedas y un cuadro propio. Cada carro se ha asignado a una máquina concreta de tal forma que la herramienta y utillaje de mayor rotación quede fácilmente accesible.

En el almacén de materiales se ha continuado con la reorganización del espacio y los materiales disponibles, clasificándolos por medida para cada material y formato.

En cuanto a la gestión de residuos, queda pendiente dar un impulso para ejecutar la obra del almacén de residuos, pendiente por parte de Gerencia Operacional.

ACTIVIDAD

El número de horas facturadas fue de 10.110,1 (39% más que en 2021). El mayor porcentaje de actividad del Taller en este año estuvo relacionado con la incorporación de un técnico en prácticas y la menor cantidad de bajas médicas del personal respecto a 2021. El “Taller de Mecánica” es el proyecto con más dedicación. Esto fue debido a la continuación en la actualización y mejora de las instalaciones del Taller, en la que hemos actuado como soporte a las empresas de obras e instalación de máquinas. Le siguieron “Almacén de Mecánica”, HARMONI, “Operaciones Telescópicas”, ADFEMOS, GT-CAO LGS, entre otros...

El porcentaje de dedicación de horas podemos verlo en el siguiente gráfico (Gráfico VII):

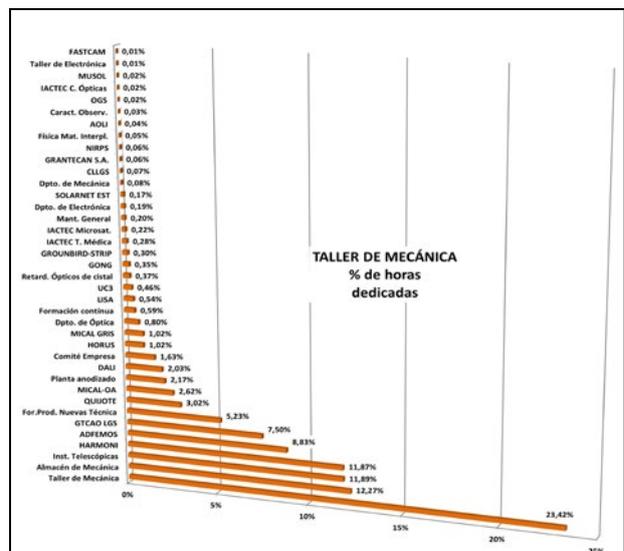


Gráfico VII FORMACIÓN

La formación recibida por el personal del Taller de Mecánica fue:

- Asistencia de 3 miembros a la formación en Operación del escáner 3D Atos y software GOM.
- Asistencia de 3 miembros a la renovación del carnet de carretillas elevadoras.
- Asistencia de 1 miembro a un seminario de eficiencia energética en instalación de aire comprimido y gases.

- Asistencia de 3 miembros a la formación en soldadura sobre multiprocedimiento y defectología.
- Asistencia de 1 miembro del Taller de Mecánica al curso de Homologación de Soldadores en soldadura TIG para aluminio y Semiautomática MIG-MAG para acero al carbono.
- Asistencia de 3 miembros a la formación teórico-práctica de programación, operación y mantenimiento de la línea de tratamiento electroquímico de piezas de aluminio del IAC. Anodizados y pasivado.
- Asistencia de 3 miembros del Taller de Mecánica a la Feria Bienal de la Máquina-Herramienta de Bilbao.
- También se han realizado diversos cursos online sobre administración electrónica y eficiencia energética en el puesto de trabajo y se ha asistido a los seminarios del Área de Instrumentación.

GABINETE DE DELINEACIÓN TÉCNICA

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

Durante este año se ha sustituido uno de los ordenadores por uno más potente y se adquirió un nuevo plotter para poder imprimir planos hasta tamaño A0.

ACTIVIDAD

Durante 2022 Delineación Técnica dedicó 2.080,4 horas en atender los trabajos solicitados (un 17,17% más que el año pasado).

El Gabinete de Delineación Técnica ha concentrado su actividad en la realización de planos de fabricación, generación de conjunto en 3D y algunos diseños

En el siguiente gráfico (Gráfico VIII) se puede ver la distribución de proyectos y su porcentaje del tiempo invertido.

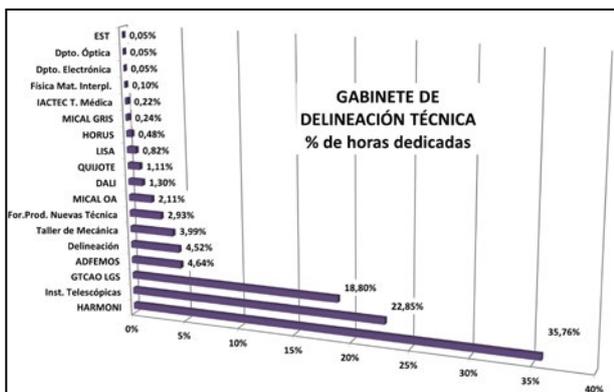


Gráfico VIII

FORMACIÓN

La formación recibida por el personal del Gabinete de Delineación fue:

- Curso "Uso y análisis de datos del escáner 3D GOM ATOS 5".
- Curso "Novedades actualización del CREO 6 al CREO 8 y WCH12".
- Curso "Sostenibilidad Corporativa, Medioambiente, Social y Gobernanza".

TALLER DE ELECTRÓNICA

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

En el año 2022 el Taller de Electrónica llevó a cabo las siguientes mejoras en sus infraestructuras:

- Adquisición de una guillotina Fortex GU-0457-01 para sustitución, de la averiada y sin posibilidad de reparación, antigua guillotina de Mecanizados.
- Adquisición de maletas de transporte Gard Plasticases Compact de PP Negro, para el almacenamiento y tránsito de la instrumentación y accesorios de los microscopios de inspección.
- Mejora de las prestaciones y capacidades técnicas en los trabajos de Verificaciones y Medidas, mediante la adquisición del Osciloscopio Rohde & Schwarz RTH1K-COM4 con características de 4 canales de entrada galvánicamente aisladas y con sistema de adquisición de alta velocidad.

ACTIVIDAD

El Taller de Electrónica facturó 4.345,10 horas de trabajo en 2022.

En el siguiente gráfico (Gráfico IX) puede verse el porcentaje, sobre el total de horas facturadas, de horas dedicadas a los distintos proyectos.

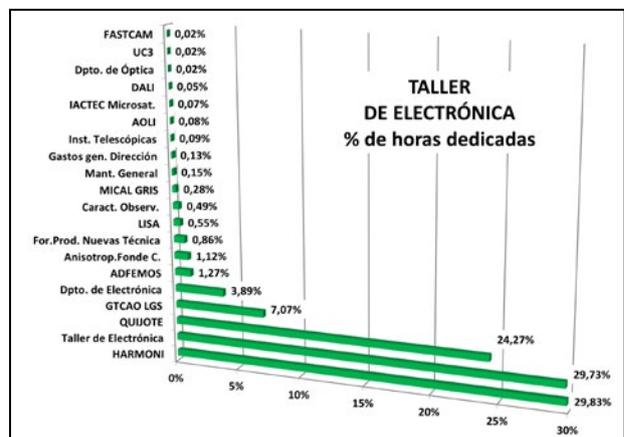


Gráfico IX

FORMACIÓN

La formación recibida por el personal del Taller de Electrónica fue:

- EPLAN -WORKSHOP UPDATE v2022.
- EPLAN Workshop de ProPanel + Routing.
- ROHDE&SCHWARZOscilloscope Days 2022.
- Webcast RITTAL: "Evita el sufrimiento de tus cuadros eléctricos con una adecuada climatización".
- Webcast RITTAL: "Configuración de armarios eléctricos y mecanizados.
- Formación en equipos Bonding, para el montaje de chips en pcbs. (1 h.).
- Formación en conexionado de bombas hidráulicas e hidráulica en general, enfocado conexionado Thermo chiller de LISA (3 h.).

COLABORACIÓN CON EMPRESAS

A GRANTECAN S.A. se le facilitó el soporte de un metrólogo dimensional durante un día para realizar unas medidas.

CONCIERTO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN IAC – CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES DEL GOBIERNO DE CANARIAS

Ya son 23 los años que llevamos acogiendo alumnos en prácticas, y 3 incorporados al Proyecto de Formación Profesional DUAL. Ambas acciones están encaminadas a facilitar la incorporación al mercado laboral de estos alumnos.

Estos alumnos, además de comenzar a familiarizarse con lo que significará incorporarse a un entorno laboral, adquieren formación y experiencia práctica en fabricación mecánica, y en especial en el uso y programación de máquinas de Control Numérico.

FORMACIÓN DUAL

A. Socas Hernández y F. Kevin Suárez Suárez, del IES Virgen de la Candelaria:

- Del 26/10/21 al 24/02/22
- Módulos desarrollados: Verificación de productos y Fabricación asistida por ordenador, CAM
- En el Taller Mecánica – Responsable H. Quintero Arocha

J. Rodríguez Hernández, del IES Virgen de la Candelaria:

- Del 08/02 al 24/05/22
- Módulos desarrollados: Mecanizado Por Control Numérico y Ejecución de Procesos de Fabricación
- En el Taller Mecánica – Responsable H. Quintero Arocha

EN CENTROS DE TRABAJO

S. Méndez Rodríguez, del IES Virgen de la Candelaria:

- Del 14/03 al 31/05/22
- En el Taller Mecánica – Responsable H. Quintero Arocha

P. León Domínguez, del IES Tacoronte-Oscar Domínguez:

- Del 05/04 al 20/06/22
- En el Taller Mecánica – Responsable H. Quintero Arocha

IAC
MEMORIA ANUAL
2022

IACTEC



IACTEC, el espacio de colaboración tecnológico empresarial del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), se puso en marcha en 2016 en gran medida gracias a la aportación económica al IAC del Cabildo Insular de Tenerife (ECIT) a través del “Programa de Capacitación de IACTEC” (que, a fecha de hoy, suma contribuciones en torno a 2.6 M€).

El número de ingenieros adscrito a este programa fue de 8 en 2017, 9 en 2018, 12 en 2019, 14 en 2020 y 2021, con expectativas de alcanzar la cota de 16 efectivos a finales de 2023. Dedicados a tres programas, Espacio, Tecnología Médica, y Centro de Fabricación Óptica Avanzada, el equipo de Capacitación cuenta con el apoyo del Área de Instrumentación del IAC, que aporta dedicación horaria parcial de cuatro tutores. Además del equipo de Capacitación, en IACTEC se integran, dentro del programa de Grandes Telescopios, el proyecto CTA (5 efectivos), el EST (20) y el NRT (8).

Programa de Espacio

Este programa se divide en:

- Micro-satélites: dedicado a desarrollar cargas útiles para pequeños satélites astrofísicos y de observación de la Tierra (7 ingenieros de Capacitación más 2 ingenieros de NextGeneration EU en la actualidad, previsto incorporar 2 ingenieros más a inicios de 2022).
- Teledetección: busca nichos de oportunidad identificando qué datos de observación de la Tierra no están disponibles y justificarían la construcción de un satélite dedicado.
- Comunicaciones ópticas con el espacio: 1 ingeniero de Capacitación y 1 ingeniero financiado por el Programa Severo Ochoa.

Programa de Tecnología Médica

Centrado en el desarrollo de dispositivos para imagen médica (4 ingenieros).

Centro de Fabricación Óptica Avanzada

Los objetivos de este Centro de fabricación son el desarrollo de nuevos conceptos de pulido óptico, el desarrollo conceptual de un gran telescopio de bajo coste con un espejo primario anular segmentado de 25 m y el desarrollo de espejos deformables que, siendo fabricados de forma industrial, permitan obtener calidades ópticas adecuadas para la observación astronómica. Cuenta con 1 ingeniera.

Programa de grandes telescopios

Telescopios CTA, EST y NRT

Las actividades transversales realizadas en IACTEC en 2022 han sido:

- Seguimiento, evaluación del desempeño y justificación del programa de Capacitación 2021, así como la redacción de la memoria para la dotación 2022.
- La gestión de la contratación de la infraestructura y la justificación de fondos ejecutados dotados por el Ministerio de Ciencia e Innovación, que supone casi 1M€, para la creación del LIFEM, "Laboratorio Integrado de Fotónica opto-Electrónica y opto-Mecánica de IACTEC".
- La puesta a punto y mejora del edificio IACTEC con aportaciones del plan de Recuperación y Resiliencia.
- Incorporación al proyecto internacional Planet Change de formación de formadores en tecnología y ciencias del Espacio como pilares de la sostenibilidad, en el marco del programa Erasmus+ de la UE.
- Investigación, implantación y desarrollo de instrumentos económico-jurídicos que faciliten la colaboración público-privada entre el IAC/IACTEC y empresas privadas, de forma alineada con la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027. Se ha avanzado con seguridad jurídica, explorando nuevas vías de financiación privada y ejecución pública o privada de ciencia, con objetivos públicos establecidos desde el IAC. Entre otros:
 - Ejecución del Proyecto TTT, Proyecto RICN-RT. Financiación de I+D pública con financiación privada, no distorsionadora de la competencia, basando las fuentes de valor privado en los incentivos fiscales nacionales, el REF canario, el mecenazgo y la co-creación de nuevos mercados.
 - Desarrollo de una línea de convenios tipo para la colaboración público-privado con sociedades mercantiles, sin contraprestaciones económicas.
 - Desarrollo de una nueva línea de negocios jurídicos que faciliten la contratación del IAC en proyectos de I+D en áreas de ciencia astrofísica, más allá de la Asistencia Técnica en ingeniería.
 - Investigación y ejecución de vías de colaboración público-privada referentes al personal investigador, con pleno respeto de la normativa actual de compatibilidades establecida en la Ley de la Ciencia (artículos 13, 17 y 18) y la legislación de empleados públicos.

- Presentación de propuesta de normativa del IAC para la creación de spin-offs. La propuesta define un marco jurídico seguro para la creación o reconocimiento de spin-offs o Empresas de Base Tecnológica (EBTs) por el IAC. Se reconocen las características diferenciadoras del IAC como Organismo Público de Investigación y como Consorcio Público y se plantea un procedimiento para la participación de personal propio o adscrito del IAC en dichas spin-offs, dentro del actual marco normativo y las necesidades de servicio del IAC.

ACTIVIDADES REALIZADAS DENTRO DE LOS PROGRAMAS PRINCIPALES

PROGRAMA DE MICRO-SATÉLITES

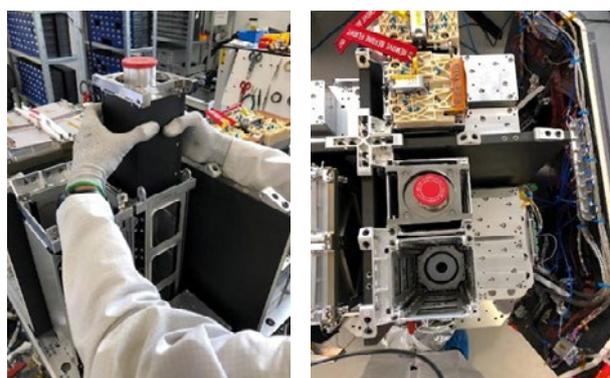
El Proyecto ha experimentado un enorme avance en los últimos 12 meses, con resultados muy interesantes y con desarrollos en 5 programas, fundamentalmente.

DRAGO-2 (Demonstrator for Remote Analysis of Ground Observations)

El equipo del proyecto ha diseñado, fabricado, montado y verificado una segunda versión de DRAGO: DRAGO-2, la cual ha sido presentada en el congreso internacional de pequeños sa-



DRAGO-2



DRAGO-2-Mono instalado en ION-SCV007 en las instalaciones de D-Orbit.

télites “SSSIF 2022” (Málaga) y en la feria internacional de referencia “Space Tech Expo Europe 2022” (Bremen). DRAGO-2 incorpora una óptica mejorada que incrementará significativamente la resolución en tierra, y modificaciones en el software de control que permitirán un mayor y mejor procesamiento de las imágenes a bordo del satélite. La versión preliminar de DRAGO-2, con solamente un filtro en 1600 nanómetros, llamada DRAGO-2-Mono, ha superado con éxito todas las pruebas de verificación y se encuentra preparada para su lanzamiento al espacio el 3 de enero de 2023.

MISION ALISIO-1

ALISIO-1 es la primera misión espacial liderada por el IAC, consiste en un nano-satélite de 6U que llevará una cámara DRAGO-2 como instrumento principal, junto con un módulo de comunicaciones ópticas para transmisión de datos a tierra. Además de su importancia tecnológica y científica, y del hito que supone lanzar el primer satélite canario, en ALISIO-1 se están recorriendo todas las fases de una misión espacial, adquiriéndose las capacidades necesarias para abordar misiones todavía más complejas, como la futura misión IACSAT-1.

La reunión de kick-off se celebró en febrero de 2022 con todos los socios de proyecto (Open-Cosmos plataforma y Deimos, lanzamiento y operación). Actualmente, el proyecto se encuentra en fase de fabricación, montaje y pruebas. ALISIO-1 se lanzará al espacio entre enero y junio de 2024.



Simulación del satélite ALISIO-1 en órbita (fuente: Open Cosmos).

MISION IACSAT-1

IACSAT-1 persigue dotar al IAC de mini-satélite en órbita LEO para la realización de observación astronómica desde el espacio. IACSAT-1 incluirá una carga útil principal compuesta por un telescopio con un espejo primario de 22 cm y que será capaz de detectar objetos muy débiles a la vez que alcanzará unos niveles de precisión fotométrica extremadamente altos,



Exoplanets



Primitive asteroids



Blazars



Stellar activity

Posibles objetivos científicos de IACSAT-1.



Diseño preliminar del telescopio.

lo cual permitirá detectar variaciones mínimas (de hasta 0.01 %) en el brillo de los objetos observados, aspecto clave que permitirá al IAC abordar la confirmación, monitorización y/o detección de nuevos exo-planetes y asteroides cercanos a la Tierra, entre otros casos científicos de alta relevancia. IACSAT-1 observará en el rango visible/IR, entre 500 y 1000 nm.

Esta misión, liderada por el IAC, tiene financiación para completar la fase B a nivel de plataforma y segmento terreno y llevar el instrumento hasta fase D, obteniendo un modelo de ingeniería en 2025. Actualmente la misión se encuentra en fase B1 y está avanzando en dos frentes. Por una parte, la licitación para obtener el diseño preliminar de la plataforma, así como un prototipo de su sistema de apuntado (AOCS). Y, por otra parte, el desarrollo de la carga de pago, para el cual se ha iniciado la adquisición de componentes y la construcción de los primeros prototipos BBMs (breadboard models, tarjetas electrónicas de prueba) de sus tecnologías críticas. Además, se ha adquirido un demostrador de electrónica de inter-

faz para CCD que permitirá realizar las pruebas para comunicarse con la unidad central de procesamiento/almacenamiento de imágenes a bordo del satélite. Por último, el equipo ha trabajado en el diseño y selección de los sensores de radiación electromagnética para el instrumento de IACSAT-1, así como en la electrónica de interfaz con la unidad de procesamiento a bordo del satélite.

IACSAT – VINIS

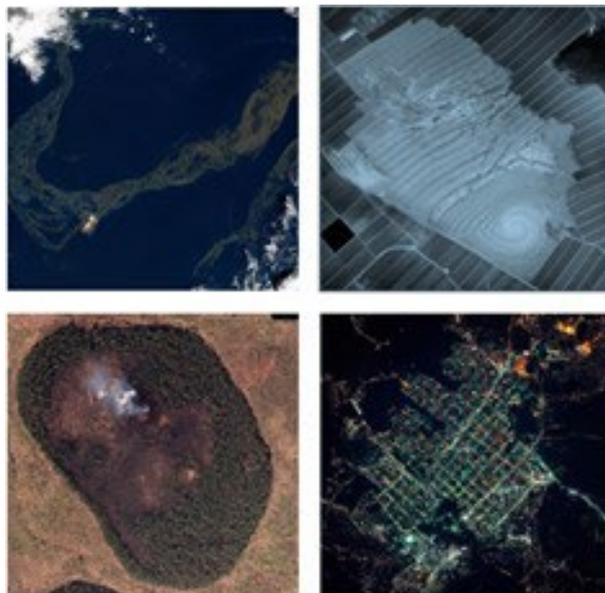
El Proyecto IACSAT-VINIS tiene como finalidad el diseño y fabricación de un micro-satélite de alta resolución para observación de la Tierra en las bandas del visible, infrarrojo cercano e infrarrojo de onda corta (VIS-NIR-SWIR). La propuesta combina desarrollos y tecnologías de nueva generación, capaces de trabajar en infrarrojo sin necesidad de criogenia, con un consumo mínimo de energía y un diseño óptico compacto.

El IAC ha firmado un convenio con el Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, CDTI, para llegar a la Fase 1 del desarrollo, esto es, realizar el diseño preliminar y construir un demostrador de un telescopio espacial integrable en un micro-satélite con la capacidad de observar la Tierra en los rangos visible, NIR y SWIR con una distancia de muestreo terrestre (Ground Sampling Distance, GSD) menor o igual a 5 m, en un plazo de 18 meses y con un presupuesto de 1,77 M€.

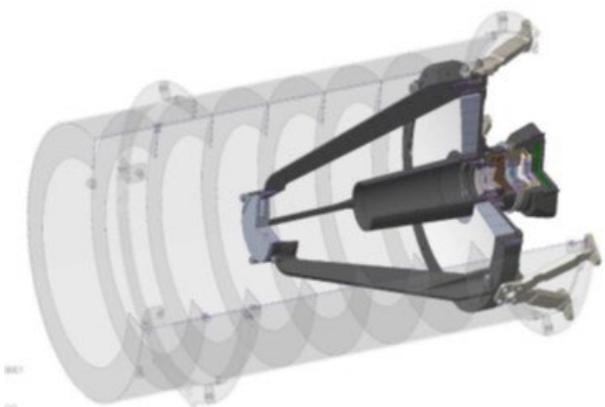
La introducción del rango infrarrojo de onda corta (SWIR) es clave en esta propuesta, dado el reducido número de soluciones que cubren esta banda con satélites de pequeño tamaño.

Este proyecto resulta también estratégico como parte de la apuesta de IACTEC de contribuir a fortalecer la industria local en Canarias con un nuevo modelo económico más diversificado y que fomente la creación de empresas de base tecnológica. Además, las iniciativas promovidas con este proyecto están totalmente alineadas con los objetivos de la EECTI (Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación) y con los propios de las estrategias de desarrollo tecnológico y socioeconómico de Canarias (RIS3 y S4).

Actualmente, se han completado dos de los cinco hitos del proyecto, así como el 80% del tercero de los hitos, consistente en la petición de compra de todos los componentes necesarios para construir el prototipo funcional. No obstante, debido a factores externos al proyecto, se le ha solicitado al CDTI una extensión de plazo (22,5 meses en lugar de 18 meses) para poder cumplir con el alcance pactado sin



Ejemplos de imágenes SWIR que se esperan obtener con VINIS, generadas con IA.



Diseño preliminar del instrumento VINIS.

modificación del presupuesto. Con ello la finalización de esta Fase 1 está prevista para septiembre de 2023.

Estación de control de satélites

En 2022 se han terminado de preparar los pliegos técnicos y administrativos y se publicó en octubre la licitación para seleccionar al proveedor. Se espera que esté operativa en 2023 y se están tramitando las licencias radioeléctricas necesarias para poder operar el satélite ALISIO-1 desde Canarias en 2024.

COMUNICACIONES ÓPTICAS

Las comunicaciones ópticas siempre han estado presentes en la historia del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), así, por ejemplo, se han realizado misiones en conjunto con organizaciones como la NASA (Agencia Espacial Americana) o la ESA (Agencia Espacial Europea). (Proyecto Silex, o Smart1).

Las Comunicaciones ópticas en el espacio libre (FSOC, por sus siglas en inglés) se consolidan como línea de investigación en el IAC a partir del año 2021, gracias a la financiación de los fondos de Recuperación de 2.1M€, y a la financiación del Cabildo de Tenerife para Capacitación, el grupo se dota de la infraestructura y equipamiento necesarios para realizar sus actividades, así como de personal investigador.

En tan solo un año de existencia, el grupo FSOC ha realizado 6 papers y presentaciones en diferentes publicaciones y congresos. Estas son sus líneas de trabajo principales:

Proyecto Caramuel

El Proyecto Caramuel, un proyecto de los más importantes en cuanto a tecnología y espacio que se ha realizado en España hasta la fecha, que consiste en el desarrollo completo de una solución de Distribución de Claves Cuánticas QKD, basado en una carga útil alojada, que será transportada en un satélite geoestacionario. El proyecto está formado por un consorcio de empresas de primer nivel como Hispasat, Thales Alenia Space, Cellnex, GMV, Telefónica, Sener, entre otras y entre las que se encuentra IACTEC-FSOC.

IACTEC-FSOC participa en varios paquetes de trabajo, y es el encargado de desarrollar la Óptica Adaptativa del sistema, que compensará la turbulencia atmosférica entre la estación de tierra y el satélite geoestacionario. Adicionalmente se está dando soporte al análisis del cálculo de pérdidas del enlace y al telescopio de tierra, dando como resultado un software de cálculo de link Budget que ha sido licenciado.

Proyecto TOGS (Estación de comunicaciones ópticas transportable)

Se trata de diseñar y construir una estación óptica transportable terrestre que permita do-



tar de comunicaciones ópticas clásicas y cuánticas a cualquier infraestructura. Actualmente se encuentra en fase de diseño final, con objetivo de lanzar la licitación para su fabricación en el primer trimestre de 2023. Uno de los integrantes del grupo FSOC se encuentra haciendo el doctorado alineado con este proyecto. El proyecto cuenta con la colaboración de la empresa CT Ingenieros, que en 2022 ha desarrollado el diseño mecánico de la estación, y con la cual se firmó un convenio de colaboración público-privado.

Cooperante del Proyecto StarShot

Esta iniciativa intenta construir el láser más poderoso del mundo y dirigirlo para enviar una sonda a nuestra estrella más cercana, Alpha Centauri, en sólo 20 años, lo que se convertiría en el primer lanzamiento interestelar de la humanidad. El papel de IACTEC-FSOC en el proyecto es la simulación de las comunicaciones ópticas en espacio libre mediante una matriz de telescopios. Para este proyecto se ha contratado a un becario de verano graduado en física. Los resultados han dado lugar a un informe presentado al consorcio en octubre de 2022.

Módulo de comunicaciones ópticas embarcado en el satélite ALISIO-I

ALISIO-I incorpora un módulo de comunicaciones ópticas clásicas que permitirá transmitir los datos de la cámara Drago y en paralelo permitirá mejorar la información que tenemos de la propagación óptica a través de la atmósfera.

Durante todo el año 2022 se ha avanzado en la definición del sistema, fabricación, montaje y prueba.

Laboratorio de Comunicaciones ópticas en espacio libre

El grupo de comunicaciones ópticas en espacio libre, surgió con el objetivo de adquirir los elementos necesarios para la creación de un laboratorio que permitiera hacer diferentes medidas de la comunicación de la luz en la atmósfera. Durante el año 2021 y 2022 se llevaron a cabo diferentes adquisiciones, con los fondos del Plan de Recuperación y Resiliencia 2020-2022, estando actualmente a un 75% completo. Entre sus elementos más significativos se encuentran espejos deformables, cámaras SWIR, laser modulables, osciloscopios de 16Ghz o detectores de nanhilos superconductores.

Comunicaciones cuánticas entre islas

El objetivo es conseguir una comunicación cuántica entre las islas de Tenerife (Observatorio del Teide) y la Palma (Observatorio del Roque de los Muchachos). A posteriori se podría establecer un enlace horizontal permanente entre los dos observatorios para el estudio de la atmósfera en la propagación de la luz láser utilizada en el enlace a lo largo de sus 144 km.

Proyecto FCAS

Se trata de un proyecto de “Desarrollo de un software de caracterización atmosférica y link Budget para las comunicaciones ópticas en espacio libre”. Dará como resultado un software elaborado en Matlab o Python que reunirá todas las características de propagación atmosférica para comunicaciones ópticas en espacio libre, y con verificaciones in situ prácticas mediante enlaces terrestres y enlaces con satélites LEO.

Este proyecto, a punto de iniciar su andadura oficial, tiene una duración estimada de 24/36 meses y conllevará un incremento de plantilla en el grupo.

Adicionalmente se han presentado propuestas para diferentes tipos de proyectos, como, por ejemplo:

Proyecto ENLACE

Presentado a CDTI a mitad de año dentro del programa MISIONES, se trata del desarrollo de un enlace láser de altas prestaciones en espacio libre para comunicaciones terrestres y espaciales en una plataforma de fotónica integrada. El proyecto tiene por objetivos desarrollar y fortalecer la fotónica integrada en España.

El grupo FSOC-IACTEC forma parte del consorcio junto con empresas como Arquimea, Hispasat, ASE optics, Fyla, y organismos públicos investigadores como la Universidad Politécnica de Madrid o la Universidad Carlos III.

Hop-on Hyperspace

Dentro de la opción Horizonte-Europa y programa Hop-on, se preparó una propuesta para el acceso al proyecto Hyperspace, liderado por el Instituto Franhoufer, presentando los beneficios de la Óptica Adaptativa.

TECNOLOGÍA MÉDICA

Las actividades principales han estado dedicadas a las siguientes líneas:

Laboratorio de Fotónica y Electrónica

Durante esta anualidad, el equipo de Tecnología Médica ha completado la adquisición de todo el equipamiento planificado para constituir el laboratorio de microondas y laboratorio óptico, con los fondos del Plan de Recuperación y Resiliencia 2020-2022. Se dispone de sensores desde el rango ultravioleta hasta el infrarrojo, objetivos para dichos sensores, así como material óptico para el montaje de bancos ópticos de medida para su caracterización; equipos de mano y fijos para la caracterización de los sensores de microondas, un equipo de altas prestaciones para la medida de figura de ruido y un generador de señal.

PINRELL (Prototype for INfraREd analysis of Lower Limbs)

Se continúa desarrollando la aplicación en Python que permite adquirir imágenes multimodales: infrarrojo (IR), visible (VIS) y de profundidad (D) con los prototipos PINRELL así como el procesado de datos atendiendo a los algoritmos previamente desarrollados. Además, se está diseñando una interfaz gráfica en PythonQT para facilitar el uso de la aplicación por parte de los usuarios finales.

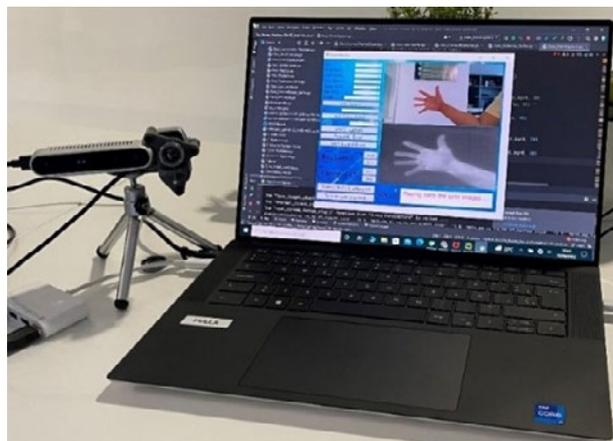


Imagen de uno de los prototipos PINRELL conectado a la aplicación software desarrollada por el grupo de Tecnología Médica.

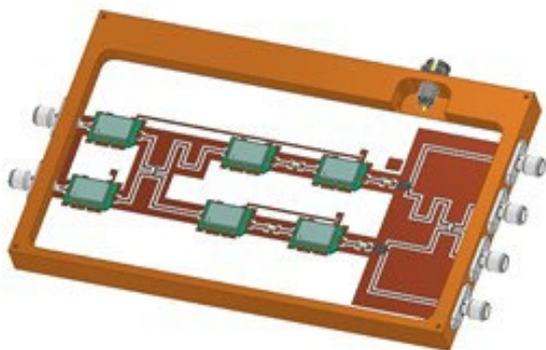
Respecto al análisis de datos, con las bases de datos creadas en anualidades previas, se ha procedido a utilizar técnicas de Aprendizaje Automático para extraer características (“features”) de los termogramas que permitan una clasificación eficiente entre sujetos sanos y patológicos. Además, con el objetivo de proporcionar una herramienta complementaria en la

detección del pie diabético, se ha trabajado en distintos algoritmos de clasificación basados en técnicas de Aprendizaje Profundo que permitan igualmente identificar sujetos sanos y patológicos. Asimismo, se ha desarrollado una metodología para identificar la eficiencia real de estos algoritmos en casos en los que existe un número limitado de termogramas.

Se publicaron dos artículos científicos relacionados con el procesamiento de los datos. Uno en la revista IEEE Access "Performance Evaluation of Deep Learning Models for Image Classification Over Small Datasets: Diabetic Foot Case Study". Y otro en la revista Sensors "Feature Ranking by Variational Dropout for Classification Using Thermograms from Diabetic Foot Ulcers".

PROMISSE (PROtotype for Microwave System for Subcutaneous anomalIEs)

Se ha diseñado una nueva topología de receptor que permite realizar una calibración del receptor en tiempo real, proporcionando herramientas para evaluar si es necesario una calibración externa. La configuración desarrollada está basada en reducir el ruido añadido por el receptor en la medida y, a su vez, tras una calibración externa con fuentes de ruido conocidas, proporcionar un conjunto de señales de salida que permiten corregir la respuesta del sistema por las variaciones que se producen en el propio receptor debido a su funcionamiento (como puede ser cambios de temperatura, derivas temporales, etc.), así como evaluar si esas variaciones requieren realizar una nueva calibración externa.



Modelo artístico de la nueva configuración de radiómetro multifrecuencia.

Para complementar el receptor, se ha trabajado en el diseño de nuevos tipos de antenas. Se colabora con una investigadora de la Universidad de Abdelmalek Essaâdi (Tetouan, Marruecos), en el diseño y simulación de antenas de

banda ancha, rígidas y flexibles, para un mejor acople al área de medida.

Se publicó un artículo científico en la revista Biosensors "Multifrequency Microwave Radiometry for Characterizing Internal Temperature of Biological Tissues".

MUTANT (Multimodal Tissue phANToms)

Se ha continuado con la línea de investigación dedicada a la creación de fantasmas pseudo-antropomórficos que simulen tejido pulmonar y la superficie torácica para ser utilizados en la práctica clínica como herramienta de aprendizaje, particularmente relevante dadas las circunstancias actuales respecto a la crisis sanitaria originada por la COVID-19. Los fantasmas desarrollados son bimodales, están adaptados para ser usados tanto en el rango de las microondas como en imagen de ultrasonido (ecografía).

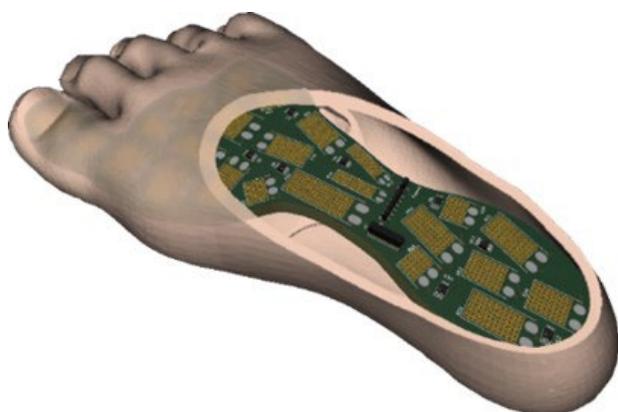
Se ha contribuido al 54º Congreso de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica SEPAR [<https://www.archbronconeumol.org/es-pdf-X0300289621010220>]. Además, se participó en el Congreso Europeo de Radiología (ECR 2022) que se celebró en marzo. La contribución enviada se seleccionó para presentación [<https://dx.doi.org/10.26044/ecr2022/C-12753>]. Asimismo, se participó en el Congreso European Respiratory Society (ERS) el pasado septiembre "Pseudo-anthropomorphic phantom for ultrasound-guided thoracic interventions". También se participó en el XXXVI Edición del Congreso Regional de la Asociación Canaria de Neumología y Cirugía Torácica, celebrado el mes de noviembre, con contribución oral y póster "Fantoma pseudoantropomórfico para adquisición de habilidades en procedimientos ecográficos pulmonares".

Finalmente, se procedió al envío de un artículo científico a la revista Gels, que se publicó en enero de 2023: "Low-Cost Pseudo-Anthropomorphic PVA-C and Cellulose Lung Phantom for Ultrasound-Guided Interventions".

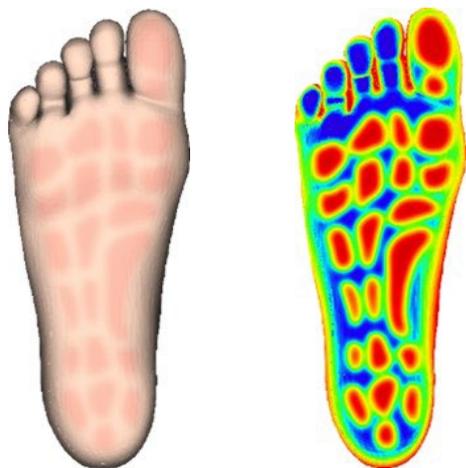


Imágenes de ultrasonido del fantoma pseudoantropomórfico de pulmón que consiste en inclusiones sólidas (A) y líquidas (B) embebidas en tejido pulmonar sano simulando patologías de interés.

Para las medidas en el rango infrarrojo (PINRELL) se está desarrollando un modelo antropomórfico de pie que permita la simulación de patologías del pie diabético. La carcasa externa está compuesta por una resina flexible y en su interior se incorporará un circuito electrónico compuesto por 23 regiones distribuidas por la planta del pie, que pueden activarse de forma independiente, para producir un calentamiento de la superficie del modelo y simular patrones de temperatura típicos de las patologías del pie diabético, así como de sujetos sanos. Asimismo, se está trabajando para el entrenamiento de algoritmos de aprendizaje automático (Machine Learning) y aprendizaje profundo (Deep Learning), con redes neuronales convolucionales, capaces de detectar y clasificar patrones anómalos de temperatura.



Diseño del circuito electrónico integrado en el modelo antropomórfico de pie.



Regiones de activación del modelo antropomórfico de pie y su correspondiente imagen termográfica.

Para las medidas en microondas (PROMISSE) se han diseñado y fabricado fantasmas que permitan la medida de temperatura en profundidad, que incluyen fuentes de calor internas para poder simular patologías y patrones de temperatura a detectar, lo que permitirá la calibración térmica de los radiómetros.

Todas estas actividades han generado un entorno de colaboración con distintas entidades como el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), la Universidad de Oviedo (UniOVI), Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (HUC), la Universidad de Cantabria (UC), La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, la Universidad de La Laguna (ULL) y la Universidad de Abdelmalek Essaâdi (Tetouan, Marruecos).

Los resultados obtenidos por el Grupo de Tecnología Médica durante la anualidad 2022 se publicaron en los siguientes artículos científicos y congresos:

- Publicación científica "Performance Evaluation of Deep Learning Models for Image Classification Over Small Datasets: Diabetic Foot Case Study", A. Hernandez-Guedes; I. Santana-Perez; N. Arteaga-Marrero; H. Fabelo; G.M. Callico; J. Ruiz-Alzola, en la revista IEEE Access [DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3225107].

- Contribución al 54º Congreso de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica SEPAR "Fantoma pseudoantropomórfico de bajo coste para la práctica clínica en ecografía torácica" A.B. Llanos González, N. Arteaga Marrero, E. Villa Benito, M.E. Gómez Gil, O. Acosta Fernández, J.B. Ruiz Alzola y J. González Fernández [<https://www.archbronconeumol.org/es-pdf-X0300289621010220>].

- Contribución al European Congress of Radiology 2022 "Low-cost, custom-made, pseudo-anthropomorphic phantom for clinical training in Thoracic Ultrasound" A.B. Llanos González, N. Arteaga-Marrero, E. Villa, M.E. Gómez Gil, O. Acosta Fernández, J.B. Ruiz-Alzola y J. González-Fernández [<https://dx.doi.org/10.26044/ecr2022/C-12753>].

- Contribución al congreso European Respiratory Society (ERS) 2022 "Pseudo-anthropomorphic phantom for ultrasound-guided thoracic interventions" [10.1183/13993003.congress-2022.4038].

- Publicación científica en la revista Biosensors "Multifrequency Microwave Radiometry for Characterizing Internal Temperature of Biological Tissues", E. Villa, B. Aja, L. de la Fuente, E. Artal, N. Arteaga-Marrero, G. Ramos y J. Ruiz-Alzola [DOI: 10.3390/bios13010025].

- Publicación científica "Feature Ranking by Variational Dropout for Classification Using Thermograms from Diabetic Foot Ulcers", A. Hernandez-Guedes; N. Arteaga-Marrero; E. Villa; G.M. Callico; J. Ruiz-Alzola en la revista Sensors [DOI: 10.3390/s23020757].

- Publicación científica enviada a la revista Gels, que se encuentra actualmente en proceso de revisión: "Low-Cost, Pseudo-Anthropomorphic PVA-C & Cellulose Lung Phantom for Ultrasound-Guided Interventions", N. Arteaga Marrero, E. Villa, A.B. Llanos González, M. E. Gómez Gil, O. Acosta Fernández, J. Ruiz-Alzola and J. González-Fernández.

CENTRO DE SISTEMAS ÓPTICOS AVANZADOS (CSOA)

Esta iniciativa pretende crear un centro de referencia mundial para la fabricación de elementos ópticos de telescopios e instrumentación astronómica. Además, en él se investigará en nuevas técnicas y procesos de generación y medida de tales superficies. A lo largo de 2022 la actividad ha estado encaminada a:

- Adquisición de equipos: este año han llegado los tres equipos de metrología licitados el pasado año (dos interferómetros y un perfilómetro), y las dos máquinas de recubrimientos de hasta 0.5 m las cuales ya están instaladas y en funcionamiento. Se han resuelto el resto de licitaciones en curso para adquirir parte de los equipos de fabricación, de los cuales, los correspondientes al taller de hasta 0.5 m (máquinas de pulido, generación y corte) llegarán al Instituto en el primer trimestre de 2023, y la pulidora de hasta 1.5 m en el segundo trimestre del mismo año. Ya está en curso la licitación para la adquisición de una cámara de recubrimiento de superficies ópticas de hasta 1.5 m por lo que se espera que el contrato esté cerrado antes de la finalización de este año, y el equipo llegue a las instalaciones del IAC en 2024. Además, los trámites para adquirir el Ion Beam Figuring (IBF) se iniciarán en 2023.

- Creación de un equipo de trabajo encargado de esta instalación: además de la ingeniera responsable de metrología incorporada el año anterior, se ha contratado a otra ingeniera para complementar al personal del Área de Instrumentación asignado al proyecto, en la instalación y puesta en marcha de los nuevos equipos de recubrimientos. Este año, además de las formaciones correspondientes a los equipos adquiridos, se han hecho cursos relacionados con recubrimientos ópticos. Se están organizando cursos y formaciones para 2023, además de los acuerdos y colaboraciones que se están cerrando con instituciones a nivel nacional e internacional.

- Adaptación de las salas: a principios de año se llevó a cabo la adecuación de la sala en la que se han instalado las máquinas de recubrimientos. El proceso para la adaptación de

la sala en la que se instalarán las máquinas de fabricación de hasta 0.5 m. ya está en marcha, y se prevé que la obra esté finalizada a principios de 2023. También se está trabajando en las adaptaciones necesarias de la sala de IACTEC.



Sala de recubrimientos ópticos en las instalaciones del IAC.

Con todo esto, ya está adquirida la mayor parte de los equipos de fabricación, a excepción del equipo de recubrimientos de 1.5 m. que lo estará antes de finalizar el año, y del IBF. Por lo tanto, durante el próximo año 2023 se realizará la instalación y puesta en marcha de estos equipos a medida que se vayan recibiendo. A lo largo de los dos próximos años se dispondrá de una instalación capaz de abordar la fabricación de cualquier elemento óptico de diámetro hasta 1.5 m para telescopios en Tierra o en el espacio en los rangos óptico e infrarrojo cercano. También se está buscando financiación para el normal funcionamiento de la instalación y en particular del personal de la misma a partir de 2023, para los cuales se estima un coste de unos 300 k€por año.

ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR



Corresponde al Área de Enseñanza Superior organizar y coordinar las actividades del Instituto para la difusión de los conocimientos astronómicos, la colaboración con la enseñanza universitaria especializada en Física y Astronomía y la formación y capacitación del personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la Astrofísica. La formación de nuevos doctores en Astrofísica es uno de los cometidos fundamentales del Área. El Área de Enseñanza Superior organiza, en particular, los programas de Formación de Doctores en Astrofísica (Astrofísicos Residentes propios del IAC, Astrofísicos Residentes del programa de colaboración con La Caixa, doctorandos internacionales y parte de los programas de FPI, FPU y ayudas del Gobierno de Canarias), el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica y la “Canary Islands Winter School of Astrophysics”, este año se organizó la XXXIII edición. También acoge a estudiantes en formación de redes internacionales, y de doctorados en cotutela con varias universidades europeas.



El IAC también participa en los estudios de posgrado (Máster y doctorado) que han obtenido las menciones de “Excelencia” o “Hacia la Excelencia” en todas las convocatorias Ministeriales.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2022 se impartieron los cursos que se relacionan a continuación:

CURSOS DE POSGRADO

CURSOS IMPARTIDOS DENTRO DEL MÁSTER DE ASTROFÍSICA

Segundo cuatrimestre del curso académico 2021-22 (febrero a junio de 2022)

I Curso:

“Instrumentación básica”

Prof. R.J. García López (IAC-ULL)

“Cosmología”

Prof. J. Cepa Nogué (IAC-ULL) y F.S. Kitaura Joyanes (IAC)

“Técnicas de Espectroscopía”

Profs.: C. Lázaro Hernando (IAC-ULL); J.A. Acosta Pulido, N. Caon, M.J. Martínez González y J. Orell Miquel y S. Esteban Pozuelo (IAC)

“Nebulosas Ionizadas”

Prof. C. Esteban López (IAC-ULL)

“Exoplanetas y Exobiología”

Profs: V. Sánchez Bejar, R. Alonso Sobrino, J.A. Belmonte Avilés, H. Pariainen y E. Pallé Bagó (IAC)

“Radioastronomía”

Profs.: R.T. Génova Santos y J. Alberto Rubiño (IAC)

“Astrofísica de Altas Energías y Astropartículas”

Profs.: R.J. García López, P. Rodríguez Gil y J. Becerra González (IAC-ULL)

“Técnicas de simulación numérica”

Profs.: C. Brook (IAC-ULL) y C. Della Vecchia (IAC)

“Astrofísica Computacional”

Profs.: E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL) y M. Huertas-Portocarrero Company (IAC)

“Física del plasma cósmico”

Prof. M. Collados Vera (IAC-ULL)

“Física de objetos compactos y procesos de acreción”

Profs.: I. González Martínez-Pais y P. Rodríguez Gil (IAC-ULL)

“Estructura del Universo a Gran Escala”

Profs.: J. Betancort Rijo (IAC-ULL)

Primer cuatrimestre del curso académico 2022-23 (septiembre de 2022- enero de 2023):

I Curso:

“Estructura y Evolución Estelar”

Profs.: S. Comerón Limbourg (IAC-ULL)

“Atmósferas Estelares”

Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

“Física Galáctica”

Profs: A. Aparicio Juan (IAC-ULL); J. Méndez Abreu (Univ. Granada - ULL)

“Física Extragaláctica”

Profs.: A. Di Cintio (IAC-ULL); J. Méndez Abreu (Univ. Granada - ULL)

“Técnicas Computacionales Básicas”

Prof.: G. Favole (ULL)

“Técnicas Observacionales Básicas”

Profs.: C. Lázaro Hernando (IAC-ULL); N. Caon (IAC)

II Curso:

“Técnicas Astrofísicas de Objetos Extensos”

Prof. I. Pérez Fournón (IAC-ULL) y E. Esparza Borges (IAC)

“Actividades Complementarias a la Investigación

Profs.: M.J. Arévalo Morales y J. Becerra González (IAC-ULL)

“Espectropolarimetría en Astrofísica”

Profs.: J.A. Rubiño Martín y T. del Pino Alemán (IAC)

“Técnicas de programación”

Prof. A. Sukhorukov (IAC)

“Instrumentación Avanzada”

Profs.: F. Garzón López (IAC-ULL); R.T. Génova Santos (IAC); P. Hammersley (ESO)

“Física Solar y Clima Espacial”

Profs.: F. Moreno Insertis, M. Collados Vera (IAC-ULL) y E. Khomenko (IAC)

CURSOS IMPARTIDOS EN GRADOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS

GRADO EN FÍSICA:

Segundo cuatrimestre curso 2021-22 (febrero a junio de 2022)

I Curso:**“Física Básica II”**

Profs.: M.J. Arévalo Morales, J. Cepa Nogué y F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

“Computación Científica II”

Profs.: I. González Martínez-Pais y S. Comerón Limbourg (IAC-ULL); F.S. Kitaura Joyanes y M. Monelli (IAC)

III Curso:**“Dinámica de Fluidos Astrofísicos”**

Prof. F. Moreno Insertis (IAC-ULL)

Optativas:**“Electrónica y Óptica en Astrofísica”**

Profs.: M. Collados Vera, F. Garzón López y R.J. García López (IAC-ULL)

“Técnicas Astrofísicas”

Profs.: E. Mediavilla Gradolph, P. Rodríguez Gil y J. Becerra González (IAC-ULL)

Primer cuatrimestre curso 2022-23 (septiembre de 2022 a enero de 2023)

I Curso:**“Computación Científica I”**

Profs.: C. Esteban López (IAC-ULL); C. Westerdorp Plaza, J. García Rojas y A. Vicente Arévalo (IAC)

II Curso:**“MM4: Ecuaciones Diferenciales y Variable Compleja”**

Profs.: I. González Martínez-Pais (IAC-ULL); G. Favole (ULL)

III Curso:**“Astrofísica y Cosmología”**

Profs.: A. Aparicio Juan y B. Ruiz Cobo (IAC-ULL)

IV Curso:**“Relatividad General”**

Prof. F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

“Prácticas Externas”

Prof.: I. Pérez Fournon (IAC-ULL)

GRADO EN MATEMÁTICAS:

Segundo cuatrimestre curso 2021-22 (febrero a mayo de 2022)

IV Curso:**“Análisis Espectral de Datos”**

Dr. Carlos Lázaro Hernando (IAC-ULL)

Primer cuatrimestre curso 2021-22 (septiembre de 2022 - enero de 2023)

I Curso:**“Física”**

Dr/a. J. Cepa Nogué y M.J. Arévalo Morales (IAC-ULL)

SEMINARIOS CIENTÍFICOS

Siguiendo el programa de seminarios-charlas informativas para el personal del Instituto iniciado en 1995, cada semana y con cierto carácter informal, vienen dándose en el IAC, bajo el título de “Seminarios”, una serie de breves charlas informativas sobre el trabajo científico individual del personal del Instituto y visitantes. En el 2022 han tenido lugar los siguientes seminarios:

“A new black-hole mass scaling relation based on coronal gas emission and its dependance with the accretion disc”

Dra. Almudena Prieto (IAC)
3 enero

“The chemistry of the last major merger”

Dr. David S. Aguado (Univ. de Florencia, Italia)
20 enero

Series: “IAU G5 -- The GALAH survey: science goals and highlights to date”

Ms. Sarah Martell (Australian National Univ.)
25 enero

“Dynamos, the drivers of solar and stellar activity”

Prof. Axel Brandenburg (Nordita, Suecia)
27 enero

“SMACK 14: Make, a powerful tool to manage your projects”

Dra. Zahra Sharbaf (IAC) y Dr. Sepideh Eskandarlou (CEFCA)
1 febrero

“Cornering the Hubble tension by studying systematics and reconstructing the local Universe with supernovae (HOSTFLOWS)”

Dr. Lluís Galbany (IEEC-Univ. Barcelona)
3 febrero

“How to use a cosmological N-body simulation as a theoretical model”

Dr. Marcos Pellejero (DIPC)
10 febrero

“Probing the early Milky Way with the Pristine survey”

Dr. Else Starkenburg (Kayptern Inst., Países Bajos)
17 febrero

“Stellar Rotation in the Gaia Era: Gyrochronology Under Inspection”

Dr. Diego Godoy-Rivera (IAC)
24 febrero

“A historical perspective on the concept of galaxy size”

Dra. Nushkia Chamba (The Oskar Klein Centre, Stockholm Univ. Estocolmo, Suecia)
10 marzo

“Dwarf galaxy stellar haloes”

Dr. Alis Deason (ICC Durham, Reino Unido)
17 marzo

“Eclipse Foundation, the biggest European Open Source organization: research and development”

Dres. Agustín Benito Bethencourt y Philippe Krief (Eclipse Foundation)
22 marzo

“IAU G5 talk: Inelastic hydrogen collisions in stellar atmospheres”

Dr. Paul S. Barklem (Univ. de Uppsala, Suecia)
22 marzo

“Stellar Populations of galaxies with MaNGA”

Dra. Helena Domínguez Sánchez (Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón)
24 marzo

“Extreme galaxies in fundamental scaling relations”

Dr. Pavel E. Mancera Piña (Univ. de Groningen, Países Bajos)
29 marzo

“A new picture for the Large Magellanic Cloud-Milky Way interaction”

Dr. Michael Petersen (IAP, Francia)
31 marzo

“Magnetic Flux, Heating, & Flaring: Clues from the Sun for Other Stars & Systems”

Prof. Brian Welsch (Univ. de Wisconsin, EEUU)
5 abril

“The formation of Milky Way-mass galactic disc structure in cosmological simulations”

Dr. Robert Grand (IAC)
21 abril

“Unveiling the (optical) low surface brightness Universe: The Intracluster Light”

Dra. Mireia Montes (IAC)
3 mayo

“The Fermi GeV excess: status and perspectives”

Dra. Francesca Calore (LAPTh, Francia)
5 mayo

“SMACK Series: PyCompss”

Dra. Rosa Badia (BSC)
10 mayo

“Dust polarization spectral dependence as major constraint for primordial CMB B-modes detection”

Dra. Alessia Ritacco (IAS/OAC)
10 mayo

“Tango for three and ballet for thirty: the interaction of the Milky Way with its satellites”

Dr. Eugene Vasiliev (IoA Cambridge, Reino Unido)
12 mayo

“The infinite symmetries of event horizons: the case of black holes embedded in strong magnetic fields”

Prof. Gastón Giribet (Univ. de Buenos Aires, Argentina)
17 mayo

“Too young to be true: black hole feedback and the evolution of galaxies”

Dr. Ignacio Martin-Navarro (IAC)
19 mayo

“Globular clusters as a dynamical probe of dark matter”

Prof. Kfir Blum (Weizmann Inst., Israel)
24 mayo

“IAU G5 talk: Accelerating Computational Modeling via Neural Networks: Application to Exoplanet Atmospheric Retrieval/ The first magnetic Helium-sdOs: which mergers are magnetic?”

Dres. Michael Himes (Univ. Central Florida, EEUU) y Dr. Matti Dorsch (Friedrich-Alexander Univ., Alemania)
24 mayo

“(Almost) Thirty Years of the Sq-Polytropic Connection â An Overview on Some Basic Aspects of the Sq-based Therostatistics”

Prof. Ángel Ricardo Plastino (Univ. Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina)
26 mayo

“SMACK seminar on LaTeX”

Dr. Mohammad Akhlaghi y D. Sepideh Eskandarlou (CEFCA)
7 junio

“Galaxies lacking dark matter in the LCDM paradigm”

Dr. Jorge Moreno (Pomona College, Univ. en Claremont, California, EEUU)
9 junio

“Why coroneae disappear in cool giants and the role of the Athay point?”

Dr. Klaus-Peter Schroder (Univ. de Guanajuato, Mexico)
14 junio

Series “SMACK 17: Basic LaTeX (hands-on) 2”

Sr. Sepideh Eskandarlou y Dr. Mohammad Akhlaghi (CEFCA)
21 junio

“Galactic Archaeology with the oldest stars in the Milky Way”

Dr. Anke Arentsen (Obs. Strasbourgo, Francia)
23 junio

“SMACK 18: Modules and Python Virtual Environments”

Dres. Carlos Luque y Nicola Caon (IAC)
5 julio

“Disc-jet coupling in accreting systems”

Dra. Francesca Panessa (INAF, Roma, Italia)
7 julio

“IAU G5 talk: A massive catalogue of ultracool dwarfs identified with LAMOST DR7”

Dr. Youfen Wang (Beijing Astronomical Obs., República Popular China)
19 julio

“The Atacama Large Aperture Submillimeter telescope (AtLAST) design study”

Dr. Evanthia Hatziminaoglou (ESO)
21 julio

“Fundamental ideas in Cosmology. Scientific, philosophical and sociological critical perspectives” (IoP Science, 2022)

Dr. Martín López Corredoira (IAC)
13 septiembre

“The first Giga-years of the Milky Way halo and its satellites told by RRLs”

Dra. Giuliana Fiorentino (Obs. de Roma, Italia)
15 septiembre

“IAU G5 Talk: Winds of Magnetic Massive Stars”

Dr. Asif ud-Doula (Penn State Univ., Pensilvania, EEUU)
20 septiembre

“A fierce new challenge: unveil the connection between the first galaxies and reionization”

Dr. Enrico Garaldi (Max Planck Inst. for Astrophysics, Alemania)
29 septiembre

“Hunting for VIPERS red nuggets - traces of the past”

Sr. Krzysztof Lisiecki (National Centre for Nuclear Research, Warsaw, Polonia)
4 octubre

“A tale of caution: the tails of open clusters are much longer than thought, but more difficult to find”

Dr. Henri Boffin (ESO)
6 octubre

“Supergiants with an Interesting Past”

Dr. Alexey Bobrick (Technion Univ., Israel)
13 octubre

“High-Resolution, Large-Grasp Spectrographs Yield New Insights into Exoplanets, Young Planetary Systems, and the ISM”

Dr. Dan Jaffe (Univ. of Texas at Austin, EEUU)
17 octubre

“Unveiling the evolutionary history of the Magellanic Clouds through detection and analysis of stellar over-densities: clusters and streams”

Dr. Massimiliano Gatto (INAF-Obs. de Capodimonte, Italia)
20 octubre

“Heliosismología: la visión pitagórica de la astrofísica”

Dr. Antonio Manuel Eff-Darwich Peña (ULL)
27 octubre

“Why and How Gaia DR3 is revolutionizing Galactic Astronomy”

Dra. Minia Manteiga (CITIC/UDC)
3 noviembre

“Pristine stars in the Milky-Way and beyond”

Dr. Vanessa Hill (OCA)
10 noviembre

“The scattering properties of dust in distant comets”

Dra. Oleksandra Ivanova (Astronomical Institute of the Slovak Academy of Science, Eslovaquia)
17 noviembre

“IAU G5: Transiting Giant Planet Atmospheres: Physics, Chemistry, and First JWST Observations”

Dr. Jonathan Fortney (Univ. de California at Santa Cruz; EEUU)

22 noviembre

“The shady side of Stellar modelling and its grisly impact on Asteroseismology and Galactic Archeology”

Dr. Santi Cassisi (INAF)

24 noviembre

“Population synthesis of massive stars with compact companions in the Small Magellanic Cloud”

Dr. Christoph Schürmann (Univ. de Bonn; Argelander-Institut für Astronomie, Alemania)

29 noviembre

“Open questions on bar pattern speed with the Tremaine-Weinberg method”

Dra. Virginia Cuomo (Univ. de Atacama, Chile)

1 diciembre

“NGC6240: Triple supermassive black holes in simulation and observation. Kozai-Lidov Effect and the timescale of PN merging”

Dr. Peter Berczyk (Main Astronomical Obs., Kiev, Ucrania)

13 diciembre

“Ética en la Ciencia”

Dra. Inmaculada Perdomo Reyes (ULL)

14 diciembre

“The most luminous starbursts in the early Universe: a different perspective on massive galaxy formation”

Dr. Rui Marques-Chaves (Univ. Ginebra, Suiza)

15 diciembre

COLOQUIOS IAC

Siguiendo el programa iniciado en 1991, el IAC organiza una serie de conferencias de especial relevancia a las que asiste como invitado un científico de prestigio internacional. Con ello se pretende que los distintos grupos de Investigación tengan una oportunidad complementaria de establecer relaciones con personalidades científicamente relevantes, activas y en vanguardia a nivel mundial. Durante el 2022 se impartieron los siguientes coloquios:

“Las Matemáticas de los frentes atmosféricos”

Prof. Antonio Córdoba (ICM)

8 marzo

“Claves de salud y longevidad en el planeta de los genes”

Prof. Carlos López Otín (Univ. de Oviedo)

7 abril

BECAS

ESTUDIANTES DE DOCTORADO

BECAS DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN ASTROFÍSICA

El Programa de Verano 2022 (15 de julio - 15 de septiembre) ha ofrecido 6 becas a estudiantes de Máster, para integrarse en grupos de investigación del IAC como iniciación a la investigación en Astrofísica. La convocatoria tiene carácter internacional.

En el 2022 se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Iliana Isabel Cortés Pérez (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "The evolution of the dust and gas content of quasars across cosmic time resolution"

Directores: Dres. Ismael Pérez Fournon, Frederick Poidevin y Dra. Evanthia Hatziminaoglou

- Alba Casabuenas Corral (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Inferring dynamical distinct components in nearby galaxies using velocity gradients"

Directoras: Dras. Begoña García Lorenzo y Natacha Zanon Dametto

- Rafael Goldgruber (Karl-Franzens-Universitaet Graz, Austria)

Proyecto: "Structural decomposition of AGN host galaxies"

Directoras: Dras. Adriana de Lorenzo Cáceres y Begoña García-Lorenzo.

- Matias Koll Pistarini (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Vortices in the solar atmosphere"

Directores: Dr. Tobias Felipe García y Dra. Lena Khomenko

- Adrián Pérez Martín (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Identifying galaxies with nearly-identical morphology"

Directores: Dra. Begoña García-Lorenzo y Dr. Donaji Esparza-Arredondo

- Kiara Hervella Seoane (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Sobre el Origen del Agujero Negro en la galaxia M87"

Directora: Dra. Almudena Prieto

NUEVOS ASTROFÍSICOS RESIDENTES

Dentro del programa de Astrofísicos Residentes para realizar la tesis doctoral en el IAC, se han concedido nuevos contratos predoctorales a los siguientes estudiantes:

- Pablo Daniel Contreras Guerra (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Unravelling the nature of dark matter from galaxy mergers and globular clusters using cosmological magnetohydrodynamical simulations"

Director: Dr. Robert Grand y Co-director: Claudio Dalla Vecchia

- Carlos Martínez Sebastián (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "A large-scale empirical approach to massive star evolution with IACOB, WEAVE and Gaia"

Director: Dr. Sergio Simón Díaz

- Alessandra Ambrifi (Univ. de Roma "Tor Vergata", Italia)

Proyecto: "Accretion and outflows in black holes and neutron stars"

Director: Dr. Teodoro Muñoz Darias y Co-Director: Dr. Daniel Mata Sánchez

- Ana Rita Rebelo de Almeida (Univ. de Oporto, Portugal).

Proyecto: "Simulating the Large Scale Structure of the Universe"

Director: Dr. Andrés Balaguera-Antolínez y Co-Director Dr. Francisco-Shu Kitaura Joyanes

- Pedro Henrique Cezar Remião de Macedo (Univ. Federal de Rio Grande del Sur, Brasil)

Proyecto: "The impact of AGN feedback in galaxy evolution"

Directores: Dra. Cristina Ramos Almeida y Dr. José A. Acosta Pulido

ESTUDIANTES DE DOCTORADO CON OTRAS FUENTES DE FINANCIACIÓN

Dentro del programa de Formación del Personal Investigador financiadas por el Ministerio de Economía y Competitividad, han iniciado la tesis doctoral en el IAC los estudiantes:

Dentro del programa de Formación del Personal Investigador financiadas por el Ministerio de Economía y Competitividad, han iniciado la tesis doctoral en el IAC los estudiantes:

- Ángela M. Arriero López – FPI-SO (Univ. de La Laguna)

Proyecto de I+D: CEX2019-000920-S-21-4 "Instrumentación Astrofísica"

Directores: Dres. Hugo García Vázquez y José Javier Díaz García

- José M. Arroyo Polonio – FPI-SO (Univ. de La Laguna)

Proyecto de I+D: CEX2019-000920-S-21-1 "Vía Láctea y Grupo Local"

Directores: Dra. Giuseppina Battaglia y Dr. Guillaume Thomas

- Mar Pérez Sar – FPI-SO (Univ. de La Laguna)

Proyecto de I+D: CEX2019-000920-S-21-3 "Probing the nature of gravity in extreme under-dense cosmological regions"

Directores: Dres. Carlos Hernández Monteagudo y Andras Kovacs

- Jorge Manuel Sarrato Alós – FPI-SO (Univ. de La Laguna)

Proyecto de I+D: CEX2019-000920-S-21-2 "Formación y Evolución de Galaxias"

Directores: Dr. Christopher B. Brook y Dra. Arianna di Cintio

- Teresa Huertas Roldán – FPI (Univ. de Granada)

Proyecto de I+D: PID2020-115758GB-I00 "Complex molecular species in the JWST era"

Directores: Dres. Aníbal García Hernández y Arturo Manchado Torres

- Alba Crespo Pérez – FPU (Univ. de La Laguna)

Proyecto de I+D: FPU21/01132 "Explorando las fluctuaciones angulares de desplazamiento al rojo en el marco de la teoría efectiva de campos"

Directores: Dres. Carlos Hernández Monteagudo y Jorge Martín Camalich

TESIS DOCTORALES

En el 2022 se leyeron 10 tesis doctorales. (Ver capítulo: *Producción Científica*)

XXXIII ESCUELA DE INVIERNO

“Encuentros en las fronteras de Astrofísica, la Cosmología y la Física de Partículas”

Este año tuvo lugar la treinta y tres edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias. El título de la escuela fue “Encuentros en las fronteras de Astrofísica, la Cosmología y la Física de Partículas”. Se celebró del 21 de noviembre al 2 de diciembre de 2022, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos en San Cristóbal de La Laguna, Tenerife.

En esta edición, los cursos fueron impartidos por doce profesores expertos en distintos campos de la astrofísica relacionados con la intersección de la Astrofísica, la Cosmología y la Física de Partículas. Además, se impartieron clases magistrales impartidas por los profesores Dr. Raúl Angulo, Dra. Arianna Di Cintio y el Dr. Francisco-Shu Kitaura, así como un taller sobre Arte y Ciencia impartido por la Dra. Rebecca Collins y el Dr. David G. Cerdeño.

Durante los cursos y las sesiones de tutorías los expertos compartieron con los alumnos los resultados más importantes sobre el tema, así como los retos futuros que afrontarán proyectos de Instrumentación y Ciencia en los próximos años, especialmente aquellos relacionados con el IAC como EUCLID, WEAVE, LSST, LiteBIRD, CTA y SKA. Los estudiantes quedaron impresionados con la calidad de las clases y la interacción con otros investigadores para la realización de futuros proyectos. Se impartieron un total de 40 horas de clases, a las que asistieron un total de 64 participantes. Estos participantes procedían de 19 países diferentes situados en 5 continentes y fueron seleccionados entre un total de más de 150 solicitudes de participación en la Escuela. Entre los estudiantes seleccionados, la participación de mujeres fue superior al 30%. La organización concedió un total de 5 becas y se cubrieron las inscripciones de 4 estudiantes del IAC con cargo a proyectos de investigación del IAC.

Como en las ediciones anteriores se organizaron una serie de actividades paralelas a la Escuela en las que los estudiantes tuvieron la oportunidad de visitar el Observatorio del Teide (Tenerife)



Los investigadores del IAC y organizadores de la presente edición de la Winter School Jorge Martín Camalich (izquierda) y Carlos Hernández-Monteagudo (derecha) con Rafael Rebolo, director del IAC (medio), en el Museo de la Ciencia y el Cosmos. Crédito: Inés Bonet (IAC).

y el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). Además, se organizaron dos charlas públicas impartidas los viernes, 25 de noviembre y 2 de diciembre en el Museo de la Ciencia y el Cosmos. La primera conferencia la impartieron la Dra. Rebecca Collins (Univ. de Edimburgo, Escocia y IFt) y el Dr. David G. Cerdeño (UAM/IFT) con el título “Escuchando la materia oscura”, mientras que la segunda fue impartida por el Prof. Malcolm Longair (Cavendish Lab. – Univ. de Cambridge, Reino Unido) con el título “100 años de Astronomía y Cosmología”.

La dirección y organización de la escuela estuvo a cargo de los doctores C. Hernández-Montea-gudo, J. Martín Camalich, B. Ruiz Cobo y R. Rebolo López.

La relación de profesores y programa es la siguiente:

“OVERVIEW ON CURRENT STATUS OF PARTICLE PHYSICS”

Prof. Benjamín Grinstein, Univ. de California, San Diego, EEUU

“OVERVIEW ON ASTROPARTICLES IN COSMOLOGY”

Dr. David G. Cerdeño, Inst. de Física Teórica – Univ. Autónoma de Madrid

“FUNDAMENTAL PHYSICS WITH THE COSMIC MICROWAVE BACKGROUND”

Prof. Fabio Finelli, INAF-Bolonia, Italia

“DARK ENERGY – THEORETICAL AND OBSERVATIONAL STATUS”

Prof. Luca Amendola, Univ. de Heidelberg, Alemania

“FUNDAMENTAL PHYSICS WITH LARGE SCALE STRUCTURE”

Prof. Matteo Viel, SISSA-Trieste, Italia

“FUNDAMENTAL PHYSICS WITH GALAXIES”

Prof. Kfir Blu, Inst. Weizmann de Ciencia, Israel



Foto de grupo de la XXXIII Canary Islands Winter School of Astrophysics en el Museo de la Ciencia y el Cosmos. Crédito: IAC.

“EARLY UNIVERSE AND INFLATION”

Prof. Valerie Domcke, CERN – Ginebra, Suiza

“DARK MATTER – THEORETICAL AND OBSERVATIONAL STATUS”

Prof. Tracy Slatyer, MIT – Cambridge, Massachusetts, EEUU

“FUNDAMENTAL PHYSICS WITH COSMIC RAYS AND GAMMA RAYS”

Prof. Francesca Calore, LAPTh – Annecy, Francia

“NEUTRINOS IN COSMOLOGY AND ASTROPHYSICS”

Prof. Olga Mena, IFIC – Valencia

“GRAVITATIONAL WAVES”

Prof. Vitor Cardoso, CENTRA/IST – Lisboa & Inst. Niels Bohr – Copenhagen, Dinamarca

“CLOSURE TALK”

Prof. Diego Blas, IFAE – Barcelona

“MASTER CLASS – COSMOLOGICAL DARK MATTER SIMULATIONS”

Prof. Raúl Angulo, Donostia International Physics Center, Guipúzcoa

“MASTER CLASS – GALAXY SIMULATIONS”

Prof. Arianna Di Cintio, ULL-IAC

“MASTER CLASS – ART & SCIENCE: STRATEGIES FOR SCIENTIFIC OUTREACH”

Dra. Rebecca Collins (Univ. de Edimburgo, Escocia y IFT) y Dr. David G. Cerdeño, IFT/ UAM, Madrid

“MASTER CLASS – RECONSTRUCTION OF INITIAL CONDITIONS”

Prof. Francisco-Shu Kitaura, ULL-IAC

“CLASS - EARLY UNIVERSE AND INFLATION”

Dra. Valerie Domcke, CERN, Ginebre, Suiza

“TUTORIALS”

Dres. Andrés Balaguera y Andrés Castillo (IAC); Dra. Ginevra Favole, IAC/ULL y Dr. Marcos Pellejero (Donostia International Physics Center, Guipuzcoa)

CHARLAS PÚBLICAS:

“ESCUCHANDO LA MATERIA OSCURA (LISTENING TO DARK MATTER)”

Dra. Rebecca Collins, Univ. de Edimburgo, Escocia y IFT y Dr. David G. Cerdeño, IFT/ UAM, Madrid



Cartel de la charla pública “Escuchando la materia oscura”. Crédito: Gabriel Pérez Díaz (IAC).

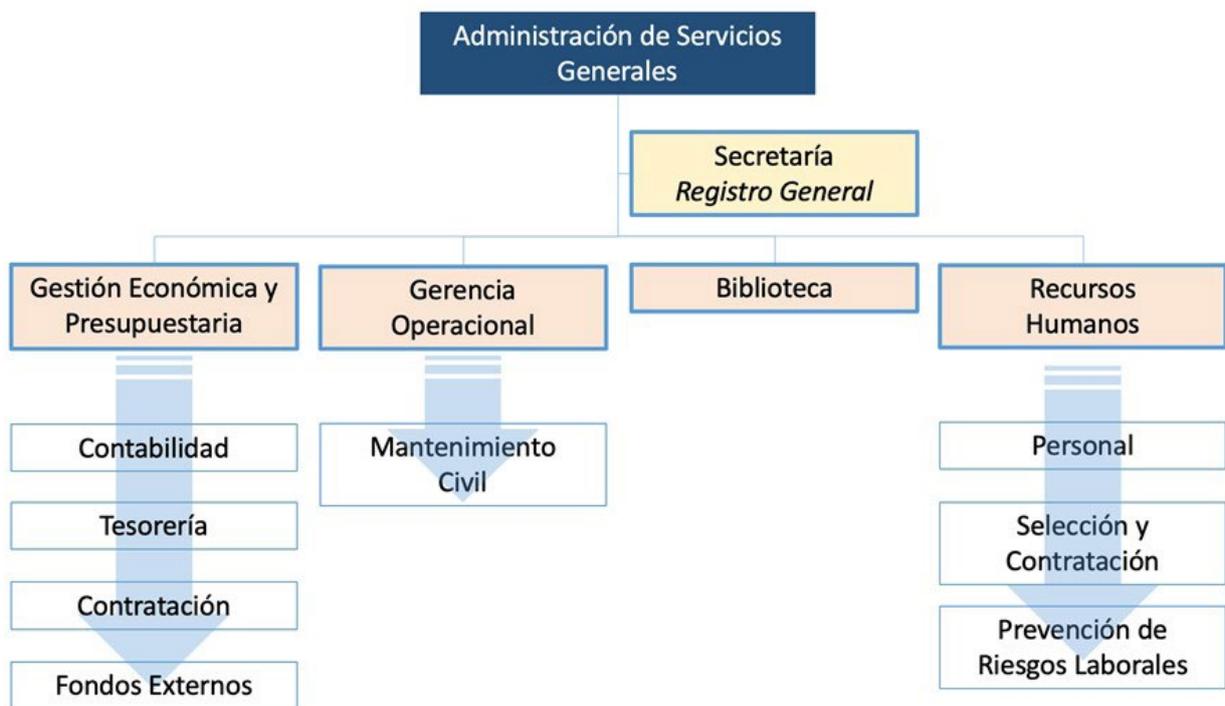
“100 AÑOS DE ASTRONOMÍA Y COSMOLOGÍA”

Prof. Malcolm Longair (Cavendish Lab. – Univ. de Cambridge, Reino Unido)

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES



La Unidad de Administración de Servicios Generales tiene a su cargo las funciones administrativas, operacionales, de recursos humanos, biblioteca, gestión documental y gestión de proyectos transversales, para dar soporte a toda la actividad del centro. Asimismo, es responsable del Registro General del IAC, integrado en la red de registro de la Administración General del Estado.



A mediados de 2021, Comité de Dirección del IAC (CD26/21) dio su conformidad al cambio de denominación de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), que pasó a denominarse Oficina de Transferencia y Acciones Institucionales (OTAI), revisando sus objetivos y funciones, y acordando su readscripción a Dirección del IAC, con fecha efectiva desde el 1 de enero de 2022.

Objetivos específicos durante el 2022, además de los propios relacionados con las funciones de sus distintas Unidades y que se expondrán seguidamente, fueron los siguientes:

- Seguimiento de las actuaciones a ejecutar bajo el Plan de Recuperación en el IAC.
- Impulso de actuaciones en materia de sostenibilidad en los centros de trabajo del IAC.
- Coordinación del Grupo de Procesos.
- Impulso del nuevo proceso Estratégico de Prevención de Riesgos Laborales.
- Elaboración y seguimiento del Plan de Contratación Administrativa y de Personal 2022.
- Evaluación del desempeño. Puesta en marcha del nuevo procedimiento.

- Diseño del Plan de Trabajo a Distancia para su implementación.
- Plan de Transformación Digital. Plan de Acción 2021-2023.
- III Plan de Igualdad 2021-2023. Ejecución de las actividades previstas.
- Implantación del Plan de Medidas Antifraude. Comisión de Código Ético y Antifraude.
- Actualización del Estudio de clasificación profesional y estructura de puestos de trabajo.
- Revisión y actualización del procedimiento de tramitación de convenios.
- Participación en el Comité de Administración y Finanzas de CTAO GmbH.

En la consecución de estos objetivos, tanto para este año como para los anteriores, y para todos sus ámbitos de actuación, la actividad se desarrolla en torno a cuatro pilares fundamentales: (1) orientación a usuario; (2) optimización de todos los procesos implicados; (3) eficiencia de los recursos disponibles, humanos y económicos; y (4) adaptación de procesos y relación con usuarios hacia una gestión telemática y administración electrónica.

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES en grandes cifras

GESTION ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA

Contabilidad	Nº	Variación respecto 2021	Valor k€	Variación respecto 2021
Facturas tramitadas	6.989	+47%	25.229	+2%
Altas de inventario	1.050	+20%	13.555	-10%
Bajas de inventario	696	+194%	7.447	+494%
Ingresos	980	+20%	47.265	-15%
Expedientes de viajes	1.373	+135%	1.145	+228%
Trámites de Gastos Menores	368	+100%	66	+100%

** Crecimiento significativo de todas las transacciones, sobre todo del número de facturas tramitadas en el ejercicio. El nuevo Trámite de Gastos Menores ha permitido aliviar la carga administrativa, de compras que ya no requieren de un procedimiento de compras general.*

Tesorería	Nº	Variación respecto 2021	Importe k€	Variación respecto 2021
Órdenes de pago tramitadas	7.101	+43%	44.499	+8%
Pagos en efectivo	323	-5%	9	-10%

Compras Generales	Nº	Variación respecto 2021	Importe k€	Variación respecto 2021
Contratos Menores	1.252	-14%	6.238	-6%
Compras de Biblioteca	42	-9%	134	0%
Compras centralizadas (DGRCC)	10	-41%	3.909	+87%
Expedientes de transporte de mercancías	593	+17%	N/A	N/A

Licitaciones	Nº	Variación respecto 2021	Importe k€	Variación respecto 2021
Mesas de contratación celebradas	42	-56%	N/A	N/A
Licitaciones adjudicadas	20	-50%	9.752	+30%
Licitaciones por procedimiento adjudicación	Nº	Variación respecto 2021	Importe k€	Variación respecto 2021
Procedimiento abierto	15	-56%	9.438	+30%
Procedimiento abierto simplificado	1	-83%	71	-70%
Procedimiento abierto simp. abreviado	3	+100%	243	+100%
Restringido	1	+100%	0	0%
Licitaciones – Otros trámites	Nº	Variación respecto 2021	Importe k€	Variación respecto 2021
Prórrogas	18	+80%	1.984	+114%
Modificados	4	+33%	110	+100%

** En el ejercicio 2022 destacan sobre todo el número de expedientes de prórrogas y de modificaciones de contratos tramitados. Y el número de expedientes de transportes de mercancías, que se viene incrementando en los últimos años.*

Fondos Externos	Nº	Variación respecto 2021	Importe k€	Variación respecto 2021
Requerimientos tramitados	163	+65%	-	N/A
Auditorías	22	+47%	-	N/A
Subvenciones justificadas	127	-5%	16.244	+16%

** La actividad en 2022 ha crecido exponencialmente, sobre todo en el número de requerimientos y auditorías gestionadas, pasando de 99 a 163 requerimientos (+65%), y de 15 a 22 auditoría (+47%).*

REGISTRO GENERAL

	Nº	Variación respecto 2021	Valor k€	Variación respecto 2021
Entradas IAC	3.726	-15%	-	-
Salidas IAC	1.555	-1%	-	-
Emisión Certificados FNMT	12	+65%	-	-
Nuevos convenios firmados	27	+10%		

RECURSOS HUMANOS

Selección y Contratación	Nº	Variación respecto 2021	Valor k€	Variación respecto 2021
Proc. selectivos de personal funcionario	7	75%	-	-
Proc. selectivos iniciados personal laboral	156	+5%	-	-
Contratación temporal financiación interna	58	+29%	-	-
Contratación temporal financ. externa	105	+1%	-	-
Contratación temporal predocs y POP	11	+57%	-	-
Proc. selectivos de promoción interna	1	100%	-	-

Prevención de Riesgos Laborales	Nº	Variación respecto 2021	Valor k€	Variación respecto 2021
Puestos de trabajadores evaluados	9	+0%	1.8	0
Reuniones del CSS	3	-40%	-	-
Reconocimiento médico periódico	313	+0%	10	0
Reconocimiento médico inicial	53	-4%	N.B.	-
Reconocimiento caso sospechoso o contacto COVID19	0	-100%	N.B.	-
Accidentes de trabajo con baja	1	+0%	-	-
Accidentes de trabajo sin baja	5	-38%	-	-
Enfermedades profesionales con baja	1	+100%	-	-
Simulacros de emergencia	0	+0%	-	-
Actividades formativas	445	+167%	4.2	0

N.B.: El presupuesto para la vigilancia de la salud está incluido dentro del presupuesto de reconocimiento médico.

Formación, Acción Social e Igualdad	Nº	Variación respecto 2021	Valor k€	Variación respecto 2021
Acciones Formación financiadas.	95	+36%	74	+3%
Becas de formación convocadas	15	-12%	-	-
Plan Acción Social: Solicitudes financiadas	264	+35%	20,2	0%

N.B.: Adjudicación 2 licitaciones para contratación del servicio de asistencia técnica para la implementación del III Plan de Igualdad por un lado y la contratación de un servicio de asesoramiento especializado para la mejora de los procesos selectivos bajo perspectiva de género.

GERENCIA OPERACIONAL

Operaciones	Nº	Variación respecto 2019	Importe k€	Variación respecto 2019
Nuevas obras e instalaciones	10	+150%	50	-43%
Seguimiento de servicios externos	20	-17%	500	-28%
Act. específicas en mantenimiento civil	800	-100%	180	+11%
Act. específicas mantenimiento vehículos	60	-58%	100	+108%
Actuaciones específicas en seguridad	9	+125%	30	+50%
Act. específicas gestión medioambiental	3	+50%	80	+1500%
Compra de vehículos	1	0%	120	-20%
Compra de mobiliario y equipamiento	4	+100%	20	0%

* Se han adquirido 4 nuevos vehículos 4x4 PHEV.

BIBLIOTECA

Colecciones / Suscripciones	Nº adquiridos 2020	Variación respecto 2019	Nº total	Variación respecto 2019
Libros	1.537	-	21.179	-
Soporte papel	31	-	14.182	-
Soporte digital	1.506	-	6.997	-
Suscripciones a revistas	95	-	95	-
Soporte papel sólo	25	-	25	-
On-line o combinada	70	-	70	-

GERENCIA ADMINISTRATIVA

GESTIÓN ECONÓMICA Y PRESUPUESTARIA

La Gerencia Administrativa es responsable de la gestión contable, financiera, económica, administrativa y presupuestaria de la Administración de Servicios Generales, dando soporte a la actividad general del IAC. Para llevar a cabo sus fines se estructura en las unidades de contabilidad y tesorería, presupuesto e inventario, contratación y fondos externos. Entre las actividades que son propias de esta Gerencia están las de impulsar y participar en la elaboración de los presupuestos anuales, asesorar al resto de Áreas del Instituto en los procesos de gestión y control de los fondos internos y externos, y mantener actualizada la información contable y presupuestaria. Por la naturaleza de las competencias que tiene atribuidas sirve de enlace en las relaciones con otras administraciones públicas, como la IGAE, AEAT, Tribunal de Cuentas y otras.

En relación con la cartera de seguros del IAC, la Gerencia Administrativa actúa como enlace con las aseguradoras contratadas para coordinar las acciones de seguimiento, mejora y nuevas propuestas de aseguramiento.

En lo que se refiere a la gestión de procesos, en 2022 entró en funcionamiento un nuevo procedimiento de Tramitación de Gastos Menores o TGM, para la adquisición de material fungible y servicios de bajo importe (inferiores a 500 €), que ha agilizado este tipo de compras y ha reducido la carga administrativa. En total, se tramitaron 368 expedientes de compra de este tipo.

Se sigue avanzando en la estandarización de los formularios para solicitudes por parte de los usuarios a los que presta servicios la Administración del IAC y se ha hecho un esfuerzo en trasladar todos estos formularios a la nueva web interna. En cuanto a formación, se han organizado las acciones formativas previstas en el plan de actuación para este año.

En 2022 el IAC recibió 13 millones de euros del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Unión Europea, para la ejecución e implementación de varias medidas. Adicional-

mente, se recibieron 27.724.000 € para ejecutar el proyecto de redundancia de la red óptica marítima de RedIRIS entre la isla de La Palma y Tenerife, que ha supuesto publicar y tramitar una licitación por este importe.

Durante el ejercicio 2022 se ha conseguido mantener una gestión eficiente de las facturas con el fin de dar cumplimiento a la obligación de hacer efectivo el pago a los proveedores dentro del período de 30 días que marca la ley. En el año 2022 dicho período medio de pago a proveedores ha sido de 29,8 días (21 días en 2021).

Con menos personal disponible en el Departamento de Contabilidad, lo que ha sobrecargado su estructura, se ha conseguido finalizar el proceso de cierre contable a fecha 15 de febrero de 2023 (a 31 de enero en 2022), con el fin de habilitar de nuevo las compras del nuevo ejercicio lo antes posible, y poder iniciar las labores de formulación de cuentas anuales durante los meses de febrero y marzo. Las cuentas anuales del ejercicio 2021 formuladas y presentadas en 2022, obtuvieron una opinión favorable en nuestra auditoría financiera anual, fruto de la buena gestión de todas las unidades de Administración.

Adicionalmente, desde el área de Administración se planteó en 2022 a la Agencia Tributaria Canaria una consulta vinculante con el fin de clarificar si el gravamen 0% de IGIC recogido en el artículo 52.l) de la Ley 4/2012, de 25 de junio, de medidas administrativas y fiscales, para las entregas de bienes y prestaciones de servicios, así como las importaciones de bienes, con destino a la investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la astrofísica, son aplicables para todas las adquisiciones que realiza el IAC. De esta forma se dará seguridad jurídica a una cuestión sujeta a interpretación desde hace años. Se espera que dicha consulta vinculante sea resuelta por Hacienda en el primer semestre de 2023.

Una vez más, se ha mantenido la política de transparencia, fidelidad y claridad en los informes periódicos de la situación de las cuentas bancarias, traspasos realizados, solicitudes de fondos, etc.

En relación con la gestión de los fondos externos, la actividad de justificación de financiación externa ha crecido exponencialmente. En 2022 se han visto incrementadas de manera notable los requerimientos de información sobre fuentes de financiación externa, pasando de 99 el año precedente a 163 (+65%). De igual forma, el número de auditorías ha seguido creciendo (+47%) dado que desde 2021 es un

nuevo requisito en las condiciones de justificación de las ayudas de I+D concedidas por el Gobierno de Canarias, y en las ayudas del Plan Estatal. Gracias a la implicación de la Unidad de Fondos Externos y al apoyo de otras unidades del área, se ha conseguido atender todo este trabajo adicional en tiempo y forma. Como muestra del mencionado incremento de actividad en los últimos años se muestran los siguientes gráficos:



GERENCIA OPERACIONAL

La Gerencia Operacional está estructurada como una Unidad de la que dependen la infraestructura, el mantenimiento y los servicios de la sede central del IAC y cuyas principales actividades son:

- Gestión de obras civiles y nuevas Instalaciones, desde la definición del alcance, la contratación y supervisión de los proyectos y la contratación y el control de ejecución de los trabajos para garantizar que se cumplen alcance, presupuesto y plazo.
- Gestión de servicios externos, incluyendo la definición de los pliegos de prescripciones técnicas y el seguimiento y control de operación de las más de 20 empresas externas que prestan servicios para el funcionamiento de la Sede Central.
- Supervisión del mantenimiento civil del edificio, incluyendo sus más de 15 instalaciones generales, siendo el responsable directo el Jefe de Mantenimiento Civil, quien es el encargado de la planificación y control de su equipo de técnicos y de las subcontratas (24 en 2022) que realizan los mantenimientos especializados.
- Gestión del parque móvil del IAC, incluyendo las compras de nuevos vehículos, las bajas de vehículos y la supervisión del mantenimiento de los vehículos asignados a la sede central y a los desplazamientos hacia el observatorio del Teide, cuyo responsable directo es también el Jefe de Mantenimiento Civil.
- Coordinación de Actividades Empresariales de los contratistas bajo su responsabilidad, en estrecha colaboración con la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales.
- Participación activa en la Gestión Medioambiental y la Gestión Energética del edificio, figurando como responsable de ésta última ante el Ministerio de Economía y Competitividad y el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía).
- Adquisición del mobiliario y del equipamiento general de los más de 300 puestos de trabajo existentes en la Sede Central.
- Relaciones y gestiones con las empresas de suministro eléctrico, agua y telefonía. Y las

relaciones y gestiones con las administraciones locales: Ayuntamiento de La Laguna y Cabildo de Tenerife en las Áreas de su competencia.

- Gerencia Operacional también colabora puntualmente con las demás sedes en la definición y ejecución de algunas de sus infraestructuras y servicios generales.

Durante 2022 se realizó en la sede central del IAC varias actuaciones relacionadas con obras nuevas e instalaciones; entre ellas destacan:

- Reformas e instalación de nuevo equipamiento en la sala de reuniones Burbuja.
- Reforma de almacenes para conseguir dos nuevas salas de reunión: Borealis y Polaris.
- Instalación nueva UPS de 150 KVA ampliable hasta 300 KVA servicio exclusivo al CPD.
- Mejoras en el sistema de protección contra incendios, entre ellas la instalación de nuevas BIEs (Bocas de incendio equipadas) en la casa de madera, e hidrantes en los aparcamientos.
- Obras relacionadas con la seguridad tales como: sustitución de puertas cortafuego, mejoras en el vallado perimetral del centro, certificación de puntos de anclaje para trabajos en altura, instalación de lavajos, entre otras.

En el área medioambiental, durante 2022 se realizaron las siguientes actuaciones:

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED en los módulos MOA y MOB.
- Instalación de kit de conversión a LED de todas las farolas en aparcamientos y jardines.
- Sustitución de la caldera de ACS (agua caliente sanitaria) para la cafetería.
- Mejoras en el sistema de riego de jardines para ahorro en el consumo de agua.
- Redacción de estudio de viabilidad para el desarrollo de instalaciones fotovoltaicas.
- Gestión de residuos del centro.

PRESUPUESTO Y FONDOS

EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO (SEGÚN CUENTAS EN PROCESO DE FORMULACIÓN) 2022

FINANCIACIÓN GENERADA	
ORIGEN FONDOS PRESUPUESTARIOS	(Miles de €)
DE LAS ADMINISTRACIONES CONSORCIADAS	28.935,98
- Administración del Estado	24.375,98
- Comunidad Autónoma	4.560,00
OTROS *	26.364,39
- Otros Ministerios	9.785,39
- Contratos, acuerdos, etc., con financiación externa	13.462,43
- Venta de servicios y otros	3.116,57
TOTAL FINANCIACION	55.300,37

GASTOS REALIZADOS	
DESTINO FONDOS	(Miles de €)
- Personal	21.141,30
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	5.466,89
- Financieros	81,68
- Transferencias corrientes	742,80
- Inversiones reales	12.836,48
- Activos financieros	49,20
- Pasivos financieros	0,00
- Compras	1.805,42
TOTAL GASTOS	42.105,77
FONDO DE MANIOBRA POSITIVO **	13.194,60

* En "OTROS" se recogen derechos reconocidos tanto para el ejercicio presente como para ejercicios futuros.

** El "FONDO DE MANIOBRA POSITIVO" contempla el remanente que sufragará gastos de anualidades futuras..

FONDOS ESTRUCTURALES Y FONDO SOCIAL EUROPEO

A lo largo del año 2022 la actividad del centro ha contado con cofinanciación procedente de Fondos Europeos.

FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL (FEDER)

Estos fondos se han recibido en el marco de diferentes programas de financiación.

- Correspondiente a subvenciones del Ministerio de Ciencia e Innovación, se convocaron ayudas de Proyectos de Generación de Conocimiento en el marco del Programa Estatal para impulsar la Investigación Científico-Técnico y su Transferencia, del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2017-2020.

Referencia de las ayudas	Título de la actuación
PID2021-128131NB-I00	EL RETO DE FORMAR GALAXIAS COMO NUESTRA VÍA LÁCTEA EN EL PARADIGMA ACTUA DE LA MATERIA OSCURA FRÍA (COBEARD)
PID2021-122665OB-I00	CÚMULOS DE GALAXIAS: SU ABUNDANCIA, FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DESDE UN PUNTO DE VISTA COSMOLÓGICO
PID2021-122544NB-C41	EVOLUCIÓN DE GALAXIAS: PARÁMETROS FUNDAMENTALES
PID2021-125325OB-C55	FÍSICA SOLAR ESPACIAL Y TIEMPO ESPACIAL
PID2021-123313NA-I00	CINEMATICA, POBLACIONES ESTELARES Y AGUJEROS NEGROS EN GALAXIAS COMPACTAS CON UN ENFOQUE MULTIESPECTRAL
PID2021-127487NB-I00	MÁS ALLÁ DEL MODELADO MHD: EN PREPARACIÓN PARA EL TELESCOPIO SOLAR EUROPEO (EST)
PID2021-122397NB-C21	LOS MÚLTIPLES CANALES DE EVOLUCIÓN TEMPRANA DE LAS ESTRELLAS MASIVAS
PID2021-127042OB-I00	ESTRELLAS RR LYRAE, UN FARO AL UNIVERSO LEJANO Y A LA EVOLUCIÓN TEMPRANA DE LAS GALAXIAS
PID2021-124879NB-I00	BINARIAS DE RAYOS-X: ACRECIÓN, EYECCIÓN Y MASAS
PID2021-122603NB-C22	INVESTIGACIONES NUMÉRICAS DE ENTORNOS GALÁCTICOS Y EVOLUCIÓN
PID2021-125627OB-C32	SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR THE ARIEL MISSION: IAC CONTRIBUTION
PID2021-129031NB-I00	ASTRONOMÍA GALÁCTICA, CIENCIA CON MIRADAS Y EMIR
PID2021-126838NB-I00	ACOTANDO LA FÍSICA DE GALAXIAS CON ASTRONOMÍA ORIENTADA A DATOS
PID2021-126118NB-I00	PREPARANDO LA ÓPTICA ADAPTATIVA PARA EL EST
PID2021-126616NB-I00	COSMOLOGÍA A TODO Z: EXPLOTACIÓN Y PREPARACIÓN CIENTÍFICA PARA J-PLUS, J-PAS, QUIJOTE Y LITERBIRD

- En el marco de Programa de Cooperación INTERREG V-A MAC 2014-2020, se ha recibido financiación al proyecto MACBIODI2, en el que participa el IAC.

FONDO SOCIAL EUROPEO (FSE)

En el marco del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2017-2020, se le ha concedido al IAC, ayudas cofinanciación por el Fondo Social Europeo, del Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad, Subprograma Estatal de Formación, convocatoria de 2019. En concreto las Ayudas para contratos predoctorales para la formación de doctores, siguientes

Referencia de la subvención	Investigador/a
PRE2021-100638	José M. Arroyo
PRE2021-100210	Jorge Sarrato
PRE2021-098156	Mar Pérez Sar
PRE2021-099085	Ángela Arriero
PRE2021-100042	Teresa Huertas

OTRAS ACTUACIONES DESDE SERVICIOS GENERALES

GESTIÓN Y TRAMITACIÓN DE CONVENIOS Y OTROS ACUERDOS

Desde Administración de Servicios Generales se ofrece asesoramiento para la elaboración y tramitación de convenios, de forma que cumplan con lo previsto por toda la normativa que es de aplicación, y que tengan los contenidos mínimos como para adquirir la naturaleza jurídica que se desea. Asimismo, se ofrece el asesoramiento necesario para garantizar que los derechos y obligaciones del IAC en el acuerdo se corresponden con el propósito a perseguir. Posteriormente, con la conformidad del CD, o una vez se han implementado las propuestas de mejora pertinentes, se tramita el documento para la obtención de las correspondientes autorizaciones previas a su firma, y posterior publicación.

En total, se han firmado 27 acuerdos de diferente tipología a fecha de 31 de diciembre y gestionado una decena de convenios más que no han finalizado su tramitación en 2022. Además, se ha tramitado un modelo normalizado de convenio para la cooperación educativa

con Universidades nacionales que ha permitido una gestión más ágil de las relaciones en la colaboración con este tipo de entidades.

Asimismo, cabe destacar la firma del convenio entre el Vetenskapsrådet Stockholm, Stockholms Universitet y el Instituto de Astrofísica de Canarias sobre la operación del Telescopio Solar Sueco en el Observatorio del Roque de los Muchachos que comenzó su tramitación en el año 2020 y que aunando esfuerzos por las instituciones firmantes se ha formalizado en junio de 2022.

A finales del año 2022 se ha aprobado en Comité de Dirección el procedimiento revisado de convenios y su flujograma, en el que se han incluido todos los procesos de autorizaciones que recoge la diferente normativa de aplicación y que había sufrido modificaciones desde el último procedimiento aprobado. Se ha incluido también documentación complementaria que sirva de apoyo para la tramitación y seguimiento de las actuaciones previstas en los convenios, así como una guía para entender mejor los diferentes tipos que suscribe el IAC.

Convenios firmados 2022				
		Régimen jurídico de aplicación		
		Ley 40/2015	Ley 25/2014	Otros
Ámbito	Internacional	1	0	10
	Nacional	13	0	3

Tipología de los convenios firmados en 2022 según el Régimen jurídico de aplicación y ámbito de los mismos.



Tipología de los convenios firmados en 2022 según su finalidad principal de colaboración.

PLAN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

El avance del Plan se ha visto afectado negativamente por falta de recursos humanos que poder dedicar tanto al desarrollo de las actuaciones ya previstas dentro del Plan de Acción para la Transformación Digital del IAC 2021-2023, como a su adaptación a la estrategia marcada por la agenda España Digital 2026 y las oportunidades que, en este ámbito, ofrece el PRTR. Si bien, se han producido algunos progresos.

En cuanto al desarrollo de los proyectos recogidos en el plan de acción, hay que señalar el grado de avance de la acción de “Mejora y Actualización del Catálogo de Procedimientos y Servicios” del organismo, de la que depende buena parte de los trabajos posteriores previstos.

En diciembre del año 2021 se firmó un contrato entre el IAC y la empresa TANGARAMBPM Soluciones y Servicios S.L., para la realización del “Servicio de Elaboración del Catálogo de Procedimientos y Servicios del IAC”. Como resultado del trabajo previo de los departamentos implicados en los procedimientos y servicios, se le proporcionó a la empresa la base de procedimientos identificados, con los departamentos y personas de contacto.

Utilizando dicho listado como punto de partida, la empresa tuvo, durante la primera mitad de 2022, una serie de reuniones con las personas y departamentos implicados, en las que se profundizó en el análisis de los procedimientos existentes y su grado actual de digitalización en el IAC. Tras esas reuniones y las posteriores iteraciones, durante este mes de noviembre la empresa entregó la documentación. El modelado entregado es 100% funcional, siendo imparable en la mayor parte de las plataformas de tramitación electrónica.

COORDINACIÓN DEL GRUPO DE PROCESOS

Se mantiene la actividad de seguimiento de las acciones del Grupo de Procesos, así como de los correspondientes Grupos de Seguimiento y Mejora. Las acciones llevadas a cabo se centran fundamentalmente en optimizar los procesos y, sobre todo, en el periodo 2021-2023, en procurar su adaptación a lo previsto por la Administración Digital. De hecho, este grupo da seguimiento a las actuaciones bajo el Plan de Transformación Digital para el que se aprobó

el plan plurianual en la última reunión de Comité de Dirección de 2020 (CD48/20).

Asimismo, se siguen impulsando acciones específicas: Sede Electrónica, Transparencia, nuevo proceso de Prevención de Riesgos Laborales, nuevo procedimiento de trámite de gastos menores, etc. Durante 2022 el grupo se ha reunido en un total de 6 ocasiones.

PLAN DE MEDIDAS ANTIFRAUDE

Para dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 6 de la Orden HFP 1030/2021, de 29 de septiembre, por la que se configura el sistema de gestión del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y artículo 22 del Reglamento (UE) 241/2021, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2021, el IAC debe disponer e implementar un Plan de Medidas Antifraude.

Con el apoyo de una empresa consultora se ha llevado a cabo la elaboración de ese Plan. El objetivo es disponer de un Plan con medidas y sistemas de seguimiento y control no solo para los fondos del PRTR, sino en general, para la gestión de todos los fondos del IAC, ampliando así el compromiso del IAC a toda su actividad.

Para una adecuada gestión del mismo, será la Comisión de Código Ético la que incluya entre sus fines la supervisión del proceso de implantación y seguimiento del Plan de medidas antifraude, modificando su denominación, que pasó a ser Comisión de Código Ético y Antifraude.

El mencionado Plan se aprobó en el mes de febrero. El IAC reitera así su firme compromiso con el cumplimiento de las normas jurídicas, éticas y morales, y con los más estrictos principios de integridad, objetividad y honestidad, principios estos que imperan en todas las políticas, procesos y procedimientos vigentes en el centro e impulsado por su equipo directivo, asumiendo y compartiendo este compromiso.

PARTICIPACION EN LA XV EDICIÓN DE PREMIOS EN GESTIÓN PÚBLICA

El IAC participó en 2022 en la XV edición de Premios a la Calidad e Innovación en la Gestión Pública, convocada por Orden HFP/105/2022, con la práctica “Mejoras en la gestión y provisión de los Servicios Generales del IAC”.

La práctica presentada se centró en la implantación del nuevo modelo de gestión integral basada en procesos clave, con una completa informatización del mismo sobre una única plataforma ERP para la provisión de los Servicios Generales en el centro.

El resultado es que el centro ha optimizado muy notablemente su capacidad de gestión, sin aumento de recursos para lograrlo. Así ha quedado demostrado al pasar de gestionar 25 millones de euros anualmente a los más de 40 millones en 2022, por ejemplo, como consecuencia del aumento de la financiación relacionada con grandes proyectos, y del PRTR.

Con todo ello, el IAC, Centro de Excelencia Severo Ochoa en Astrofísica, persigue también, a través de su modelo de gestión, una similar consideración de excelencia.

El fallo no fue favorable al IAC, concediéndose en julio el premio en esta categoría a la práctica "Spain Travel Health-SPTH", presentada por la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad, y a la práctica "Modelo de excelencia en la gestión de compras públicas", de la Dirección General de Asuntos Económicos del Ministerio de Defensa. Si bien, se considera muy positiva la participación de nuestro centro en esta convocatoria.



BIBLIOTECA

La Biblioteca del IAC tiene un doble cometido: por una parte, ofrece servicios de información científica de soporte para la actividad investigadora y de desarrollo tecnológico del centro desarrollando las colecciones y por otra, participa/coordina proyectos de archivos y de gestión documental.

Como biblioteca, gestiona los servicios de adquisición de bibliografía, préstamo de libros, préstamo interbibliotecario y atención a usuarios para cubrir las necesidades de información del personal y visitantes invitados. Facilita el acceso a sus recursos bibliográficos a través de la web externa que permite consultar el catálogo de libros y revistas, acceder a e-books y revistas online así como a servicios de bases de datos bibliográficos especializadas.

En 2022, la Biblioteca volvió a operar como antes de la pandemia COVID 19, sin restricciones de acceso a las salas para los usuarios. Se mantuvo la opción de trabajar un 20% del tiempo en modalidad de trabajo a distancia para el personal, asegurando la presencia de, al menos una persona, diariamente.

ADQUISICIÓN DE BIBLIOGRAFÍA Y PRÉSTAMO

Como en años anteriores, la política de adquisiciones se ha centrado en adquirir libros de Astrofísica y materias relacionadas con el desarrollo de Instrumentación Astronómica e Ingeniería. Se sigue con la política de desarrollar las colecciones digitales en vez de en papel, adquiriendo en formato electrónico, las series de libros más relevantes para el campo de la Astrofísica: Proceedings of the IAU Symposia and Colloquia, Proceedings of the ASP, SPIE Digital Library, así como la colección de libros de Física y Astronomía de la editorial Springer de 2021. Este año, además, se han comprado 2 colecciones de ebooks de astrofísica publicados por la editorial IOP en colaboración con la American Astronomical Society.

También, se han comprado libros a petición de usuarios, dejándoles escoger el formato, papel o electrónico según su preferencia, aunque animando a comprar el formato digital.

En 2022, la Biblioteca renovó sus suscripciones a revistas científicas y técnicas, la mayoría en versión solo online. Se suscriben en papel solo las revistas que no ofrecen versión digital o que la ofrecen a un precio demasiado alto. El 90% de las revistas son online. Se renovó también la suscripción a la colección completa de normas de AENOR que incluye normas europeas y algunas normas ISO.

Se ha mantenido la colaboración con la Biblioteca del Isaac Newton Group of Telescopes (ING) para renovar las suscripciones conjuntas IAC-ING a la revista Nature y Nature Astronomy.

Se han tramitado a través del préstamo interbibliotecario unas 60 solicitudes de artículos realizadas por nuestros usuarios. El 87% de las peticiones fueron resueltas el mismo día o al día siguiente.

Se ha renovado la participación del IAC en la licencia nacional gestionada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FE-CYT), para el acceso a las bases de datos de Web of Science (WoS). Gracias a WoS, la Biblioteca puede elaborar informes periódicos o puntuales, con los indicadores de calidad que otras áreas o departamentos utilizan para la evaluación de la producción científica.

ATENCIÓN A LOS USUARIOS

En 2022, al haber detectado cierto desconocimiento de los servicios de la biblioteca en particular por parte del personal incorporado durante la pandemia o cuando todavía había restricciones de acceso, la biblioteca decidió realizar acciones para promover sus servicios.

Se elaboró una encuesta destinada al personal predoctoral y a partir de los resultados, el personal de la biblioteca realizó una serie de acciones: actualizar la guía de la biblioteca y las normas publicadas en la web y comunicar los enlaces para acceder; dar en el marco del Día de Nuestra Ciencia (DNC) celebrado en junio, una charla sobre la biblioteca; impartir al personal predoctoral, en el último trimestre, 3 seminarios cortos titulados: "La Biblioteca y sus servicios, Registro ORCID", "Uso de Web of Science", y "El sistema de información en Astronomía".

PROYECTOS DE ARCHIVOS

La biblioteca ha coordinado la realización de 2 proyectos de archivos: el primero iniciado en 2021 para realizar el “Inventario a nivel serie documental y reorganización de series del Archivo de la Unidad de Administración de Servicios Generales” y el segundo que se llevó a cabo entre junio y diciembre, para realizar el “Inventario a nivel de unidad documental del Fondo Francisco Sánchez, director fundador del IAC”. Ambos fueron ejecutados por empresas externas.

FORMACIÓN DEL PERSONAL

En 2022, el personal ha asistido a cursos de “INAP - Competencias Digitales empleados públicos” (3h), “Organización y Clasificación de Archivos Digitales, SEDIC: 15h), “Sostenibilidad. ESGEO” (5h), “Organización y clasificación de archivos digitales, Prevención y asesoría confidencial frente al acoso sexual y por razón de sexo. MCIN (30h), “Indicadores y estadísticas de género, MCIN (9h).

PARTICIPACIÓN EN OTROS PROYECTOS, COMISIONES O GRUPOS DE TRABAJO

El personal ha continuado participando en comités, comisiones y grupos de trabajo como el Comité de Empresa, el Comités de Seguridad, el GT CUAGE IV, así como, en proyectos transversales del IAC relacionadas con la aplicación de la ley de transparencia, la Igualdad de género, el nuevo portal web del IAC interno y externo, la protección de datos personales y el Plan de Transformación Digital.

COMITÉ DE BIBLIOTECA

El Comité de Biblioteca mantuvo 1 reunión este año en la que reviso los objetivos fijados para la biblioteca y su personal. Se aprobó el indicador de sostenibilidad evaluable.

Al conocer los resultados de la encuesta, el CB propuso dar una charla en el Día de Nuestra Ciencia y acordó solicitar a las áreas de sistematizar las visitas a la biblioteca para el personal de nuevo ingreso.

En octubre, el CB aprobó la propuesta de renovación a la revista Astronomy & Astrophysics que pasa al modelo S2O (Subscribe to Open) en 2023.

RECURSOS HUMANOS

Bajo este Departamento se encuentran las unidades y servicios de Personal, de Selección y Contratación y Prevención de Riesgos Laborales.

SELECCIÓN Y CONTRATACIÓN					
Selección y contratación	Nº	Nº de convocatorias	Variación 2021	Valor K€	Variación 2021
Proc. Selectivos de personal funcionario	7	1	3	-	-
Proc. Selectivos de personal laboral	156	120	7	-	-
Contr. Temporal Financiación Interna	58	-	13	-	-
Contr. Temporal Financiación Externa	105	-	1	-	-
Contr. Temporal Predoctorales y POP	11	-	4	-	-
Procesos Selectivos de Promoción Interna	1	1	0	-	-

Las novedades y actividad más destacadas durante 2022 son las siguientes:

PERSONAL

PERSONAL FUNCIONARIO

La Oferta de Empleo Público 2022 fue la siguiente:

- 3 plazas, turno libre, en la Escala de Científicos Titulares de los OPIS
- 1 plaza, turno libre, en la escala de Técnicos Superiores Especializados
- 1 plaza, promoción interna, en la escala de Profesores de Investigación OPIS
- 1 plaza, promoción interna, en la escala de Investigadores Científicos OPIS

PERSONAL LABORAL

La Tasa de Reposición autorizada en 2022 fue de ocho plazas:

Fuera de Convenio:

- Jefe Departamento ORM
- Ingeniero/a Informática
- Titulado Superior Prevención riesgos laborales
- Jefe Departamento. Mantenimiento Instrumental
- Ingeniero/a Mecánica

Dentro de Convenio:

- Administrativo/a
- Técnico/a de Taller. Mecánica
- Técnico/a Mantenimiento general

Durante 2022 se cubrió el puesto de Jefe Departamento de Software, mediante el turno de promoción interna.

Se procedió a la contratación como laboral fijo:

- Titulado Superior Observatorio (ORM) (Tasa 2020)
- Jefe de Mantenimiento de Servicio General Observatorio (Tasa 2021)
- Administrativa (tasa 2021)

ALTA DIRECCIÓN	1 (1H/0M)
DIRECTIVOS	1 (1H/0M)
FUNCIONARIOS	50 (40H/10M)
LABORALES	399 (247H/152M)
Personal fijo:	148 (92H/56M)
- Convenio	70 (44H/26M)
- Fuera de Convenio	78 (48H/30M)
Personal laboral indefinido (Art. 23 bis):	18 (11H/7M)
- Convenio	0 (0)
- Fuera de Convenio	18 (11H/7M)
Personal temporal:	233 (144H/89M)
- Convenio	21 (14H/7M)
- Fuera de Convenio	212 (137H/75M)

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En materia de prevención de riesgos laborales, podemos destacar durante 2020 lo siguiente:

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES				
	Nº	Variación respecto 2021	Valor k€	Variación respecto 2021
Puestos de trabajadores evaluados	9	6	1.8	0
Reuniones del CSS	3	-2	-	-
Reconocimiento médico periódico	313	0	9995	0
Reconocimiento médico inicial	53	-2	1	-
Reconocimiento caso sospechoso/contacto Covid	0	-17	1	-
Accidentes de trabajo con baja	1	0	-	-
Accidentes de trabajo sin baja	5	-3	-	-
Enfermedades profesionales con baja	1	1	-	-
Simulacros de emergencia	0	0	-	-
Actividades Formativas	445	278	4.2	0
<i>1 La vigilancia de la salud toda dentro del mismo presupuesto</i>				

En materia de prevención de riesgos laborales, podemos destacar el gran aumento de cursos de PRL realizados por el personal en 2022, respecto de años anteriores. Es debido fundamentalmente a que su realización, por parte de todo el personal del centro, se propuso como objetivo para este año, en relación con los indicadores de evaluación del desempeño del personal laboral.

Durante 2022 se ha producido el cambio de nuestro Servicio de Prevención ajeno, resultando adjudicatario del Servicio de Prevención PREVING.

Se llevó a cabo, bajo referencia PS-2022-044, la publicación de la convocatoria para cubrir un puesto de técnico de PRL. El proceso selectivo culminará con la contratación del técnico en 2023.

FORMACIÓN

Durante 2022 se convocaron las siguientes becas de formación:

- 6 becas de verano dirigidas a estudiantes universitarios, que estén cursando los últimos cursos de la carrera para su formación en la investigación astrofísica.
- 8 becas de verano para la formación en desarrollo tecnológico dirigidas a estudiantes universitarios de titulaciones superiores, que estén cursando los últimos cursos de la carrera o sean recién titulados.
- 1 beca para la formación en comunicación y divulgación de la cultura científico-técnica en un centro de investigación dirigida a personas con titulación universitaria reciente de grado (curso 2020-2021) o estudiantes o recién titulados de máster universitario (curso 2020-2021).

Se han organizado en el IAC 95 cursos de muy diversa índole, por un importe económico de 74 k€.

Por un total de 446 horas de formación, han asistido a estas acciones casi 700 personas (250 M/446 H):

Asistentes a los diferentes cursos (446 h)	
Grupo 1 (FC y funcionarios)	498 (329H/169M)
Grupo Profesional 2	17 (10H/7M)
Grupo Profesional 3	178 (104H/74M)
Grupo Profesional 4	3 (3H/0M)
TOTALES	696 (446H/250M)

ACCIÓN SOCIAL

El Plan de Acción Social ha sido elaborado por la Comisión de Acción Social (CAS) del IAC, partiendo de los planes establecidos en años anteriores, y los criterios marcados por la Comisión Paritaria del IAC, Convenio Colectivo del IAC, Plan de Igualdad del Ministerio de Política Territorial y de la Administración Pública, Plan de Igualdad del IAC y Resolución de 28 de julio de 2011, de la Secretaría de Estado para la Función Pública, sobre el acuerdo para los criterios comunes aplicables a los Planes de Acción Social en la Administración General del Estado (AGE).

El presupuesto para 2022 ascendió a 20.200 € y se ejecutó en su totalidad.

Tipo de ayuda	Nº solicitudes
1. Social por descendiente	68 (28M/40H)
2. Estudios oficiales postobligatorios para descendientes	16 (6M/10H)
3. Estudios del personal empleado	13 (7M/6H)
4. Fomento de la vida saludable del personal	166 (64M/102H)
5. Cuidado de familiares dependientes mayores de 70 años y/o personas con discapacidad	1(0M/1H)
6. Víctimas de violencia de género	0 (0M/0H)
TOTAL	264 (105M/159H)

Se procedió realizar un control de las ayudas concedidas en 2021, mediante muestreo de las ayudas concedidas a 11 personas, de las cuales 10 entregaron correctamente los documentos solicitados, requiriéndose a una persona la entrega de la documentación solicitada.

IGUALDAD

En 2022, la Comisión de Igualdad ha seguido con la implementación de las medidas del III Plan de Igualdad del IAC (2021-2023).

A partir de abril, con la adjudicación de las 2 licitaciones iniciadas en 2021 para la contratación de un servicio de asistencia técnica para la implementación del III Plan de Igualdad por un lado y la contratación de un servicio de asesoramiento especializado para la mejora de los procesos selectivos bajo perspectiva de género por otro, se ha empezado a trabajar con una ayuda profesional especializada en la materia.

A final de abril, la Comisión de Igualdad inició los trabajos con la asistencia técnica externa. Se empezó con la definición de un nuevo cronograma de implementación, teniendo en cuenta, por un lado, las prioridades del Plan y por otro, la necesidad de adaptar nuestro Plan a los cambios normativos sobre planes de igualdad tanto a nivel nacional y a nivel europeo (Horizonte Europa).

Una de las acciones urgentes a llevar a cabo era la elaboración del Plan de formación en Igualdad y su ejecución.

Por eso, en mayo, se llevó a cabo, una encuesta a todo el personal para detectar las necesidades formativas en materia de Igualdad. A partir de los resultados, se redactó un plan de formación a 3 años para los diferentes colectivos del IAC. En noviembre, se impartieron por videoconferencia 2 acciones formativas sobre Conceptos básicos en Igualdad y Medidas de Igualdad y Conciliación ofreciendo 2 sesiones de cada curso en distintos días y horas para facilitar la asistencia. a la adaptación del III Plan de Igualdad del IAC a las nuevas normas.

Además de la formación organizada por el IAC, a lo largo de todo el año, el personal del IAC pudo participar en las formaciones en Igualdad ofrecidas por el Ministerio de Ciencia e Innovación en el marco de su Plan de Formación.

En junio, se realizó un seguimiento de la ejecución del Plan de Igualdad para ajustar el cronograma.

A partir del verano, se empezó a trabajar en la adaptación del Plan de Igualdad a los requisitos del RD-901/2020 y de las directrices de Horizonte Europa. Esto implica hacer un nuevo diagnóstico con los datos que exigen ambas normativas y redactar un nuevo Plan de Igualdad que debe ser aprobado por la Comisión Negociadora del Plan. Por eso, en octubre, se constituyó dicha Comisión con 3 personas nombradas por la Dirección y 3 por la representación de los trabajadores.

Durante todo el año, gracias a la Unidad de Comunicación y Cultura científica del IAC (UC3), se ha continuado con la visibilización tanto a nivel interno como externo del trabajo de las científicas y tecnólogas en las noticias y notas de prensa publicadas en nuestra Web, a través de la serie de vídeos *“Niñas que rompieron el techo de cristal”* así como con el Proyecto *“Habla con ellas: Mujeres en Astronomía”*.

En octubre, la Comisión de Igualdad presentó un poster en el evento *“Women in Big Science”*, incluido en el *“Big Science Business Forum”* BSBF2022 celebrado en Granada, obteniendo un premio de reconocimiento en los tres niveles de igualdad que se definían: avances en la cultura de la organización, colaboraciones e impacto social.

Finalmente, la Comisión de Igualdad ha continuado colaborando con:

- La Unidad de Mujeres y Ciencia y la Unidad de Igualdad, en el marco de la coordinación de igualdad de los OPIs por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación, asistiendo a las reuniones periódicas.
- La red GENERA Network asistiendo a las reuniones mensuales y a la Asamblea Anual de la Red organizada en junio en Lund (Suecia). El Administrador de Servicios Generales fue el representante del IAC en dicha Asamblea.
- La Red Insular para la Igualdad de Género *“Tenerife Violeta”* que desarrolla políticas de igualdad de género en la isla de Tenerife.

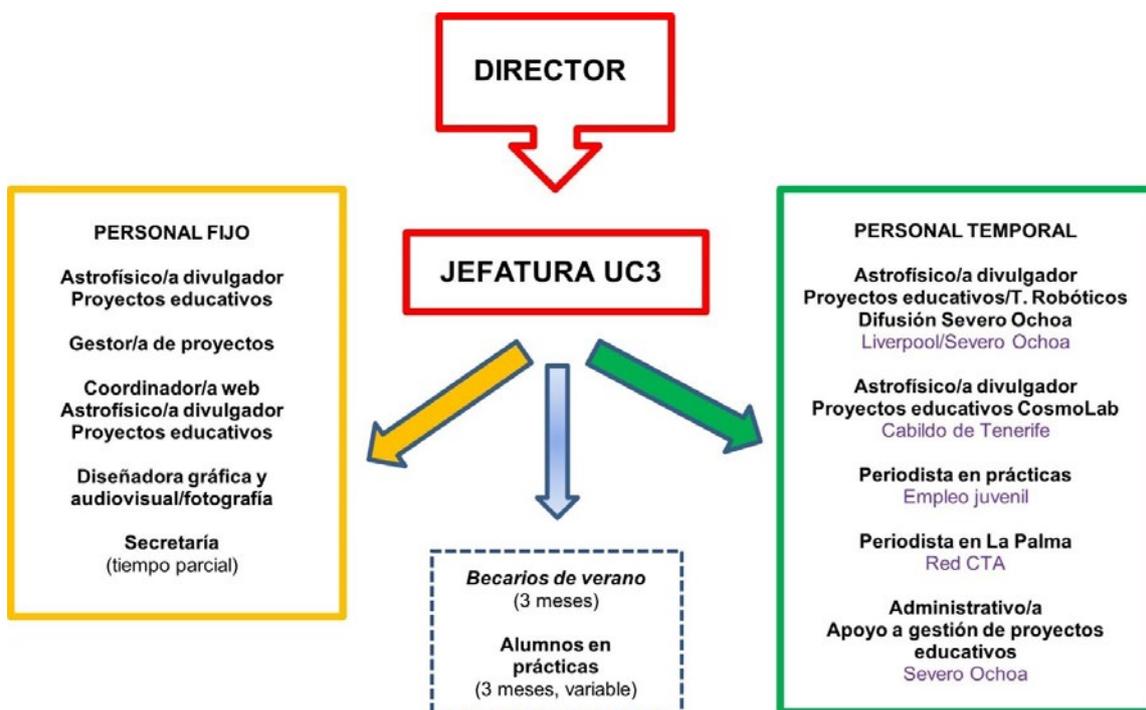
UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA (UC3)



La Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3), bajo la dependencia directa del director del IAC, es un departamento que tiene como meta situar al IAC y a los Observatorios de Canarias como referentes locales, nacionales e internacionales en materia de comunicación y divulgación de la Astronomía, estableciendo y ejecutando la estrategia y acciones de extensión cultural del IAC.

Sus objetivos concretos son: promoción nacional e internacional de los Observatorios de Canarias; comunicación de resultados científicos y técnicos; cobertura de eventos especiales (astronómicos, institucionales...); comunicación interna; imagen corporativa y merchandising; divulgación científica y técnica (exposiciones, ferias, charlas...); formación de comunicadores periodistas especializados; formación de profesorado de Enseñanzas Medias; consolidación de las relaciones con la sociedad canaria; colaboraciones específicas con el Museo de la Ciencia y el Cosmos y otros museos e instituciones así como proyectos transversales de cultura científica.

La UC3 también da apoyo a otros departamentos y personal del IAC que hacen difusión y divulgación científica y de cuya actividad se informa en estas páginas.



La UC3 continúa desarrollando un alto nivel de actividad en los ámbitos de la comunicación externa e interna, divulgación, proyectos educativos, formación y soporte al profesorado, apoyo a la organización y cobertura informativa de eventos y ediciones. En 2022 se han retomado las actividades presenciales, incluidas las visitas a la sede central y a los Observatorios de Canarias (OCAN), las charlas públicas y en centros educativos, etc. Asimismo, se ha incrementado el esfuerzo en redes sociales (Facebook, Twitter y LinkedIn). La actividad de la Unidad se ha mantenido a pesar de experimentar una reducción en su plantilla por varias bajas de larga duración (jefa, gestora y webmaster), lo que ha supuesto una redistribución de tareas y un incremento de dedicación por parte del personal en activo. La colaboración de personal de otras áreas del IAC en actividades de divulgación y comunicación es también un valor importante a destacar.

COMUNICACIÓN EXTERNA Y REDES SOCIALES

Durante 2022, la UC3 ha continuado desarrollando las acciones de comunicación (externa e interna) habituales, que incluyen la cobertura informativa y gráfica de: resultados científicos y tecnológicos, reuniones y congresos, eventos astronómicos, actos y visitas institucionales, actividades educativas y de divulgación, así como la difusión de ofertas de empleo.

La producción en 2022 ha sido:

- Notas de prensa y fotonoticias: **92** (en español e inglés)
- Rueda de prensa: **1** (Consejo Rector)
- Entrevistas publicadas: **3** (en español e inglés)
- Reportajes publicados: **3**
- Publicaciones en el Blog "Vía Láctea, S/N": **12** (total: 155)
- Edición de contenidos de la web externa
- Actualización y creación de contenidos para la **web del programa Severo Ochoa**, integrada en la web institucional, que incluye: noticias, entrevistas, eventos e información general sobre el programa.
- Comunicación de los proyectos: **CTA y la Física de Partículas**, **Interreg EELabs** (Energy Efficiency Laboratories) y **New Robotic Telescope** (NRT).

REDES SOCIALES

Número de seguidores (a 31/12/2022):

- **Twitter:** 78.411 (2% más que en 2021)
- **Facebook:** 29.587 (12% más que en 2021)
- **Instagram:** 18.463 (28% más que en 2021)
- **LinkedIn:** 7.627 (31% más que en 2021)
- **YouTube:** 6.242 (10% más que en 2021)

ATENCIÓN A MEDIOS DE COMUNICACIÓN

En 2022, se reanudaron las grabaciones y visitas de medios de comunicación a los OCAN (20 al OT, 28 al ORM) y a las sedes del IAC en Tenerife y La Palma, así como al espacio de cooperación tecnológica IACTEC. En total, se han gestionado y atendido unas 120 solicitudes de medios para la realización de entrevistas y declaraciones de personal del IAC, así como para documentales y programas de radio y TV.

COBERTURA FOTOGRÁFICA

- Cobertura de eventos: XV Reunión de la SEA, Winter School 2022, CCI, presentación del EST, Astronomy Education Adventure in the Canary Islands (AEACI) 2022, entrega de premios del concurso internacional de infografías The Sun at a Glance, Workshop ESA-IAC: 25 years of cooperation in optical technologies and future trends, seminarios, etc.
- Cobertura de visitas y reuniones: embajadores de Naciones Unidas, Universidad de Warwick, junta directiva del INAF-ASTRI, ministro de la Presidencia (Félix Bolaños), subsecretario del Ministerio de Ciencia e Innovación (Carlos Marco Estellés), Comisión de Desarrollo Regional del Parlamento Europeo, presidente de la Fundación BBVA (Carlos Torres Vila), Consejero de Transición Ecológica (José Antonio Valbuena), firma del convenio de colaboración con AEMET y firma del convenio Programa de visitantes de la Fundación Jesús Serra.
- Jornadas de divulgación: puertas abiertas del ORM, Amigos del IAC, Acércate al Cosmos, Amanar, etc.

COLABORACIONES

- Tertulias radiofónicas de "Coffee Break: Señal y Ruido" y Canarias Radio.
- "Charlas de Introducción a la Astrofísica" para los Amigos del IAC (OTAI)
- Revista "Astronomía".
- Instituto Canario de Igualdad para la elaboración del calendario "Mujeres Canarias con-Ciencia" y recursos didácticos asociados.



- Actuaciones musicales: Grupo Taburiente (25 aniversario) y Concierto homenaje al compositor Camille Saint-Saëns.
- Productoras: FECYT (programa TV "Ciencia Maps"), Insularia Films (película "La partitura del cosmos"), RTVE (serie HIT).
- Bodegas El Sitio "Vino y planetas".

COBERTURA PERIODÍSTICA DE CONGRESOS Y REUNIONES

XXXIII Winter School of Astrophysics, AEACI 2022, XV reunión de la Sociedad Española de Astronomía, 25 años de cooperación tecnológica en comunicación óptica, Reunión del Consejo Rector.

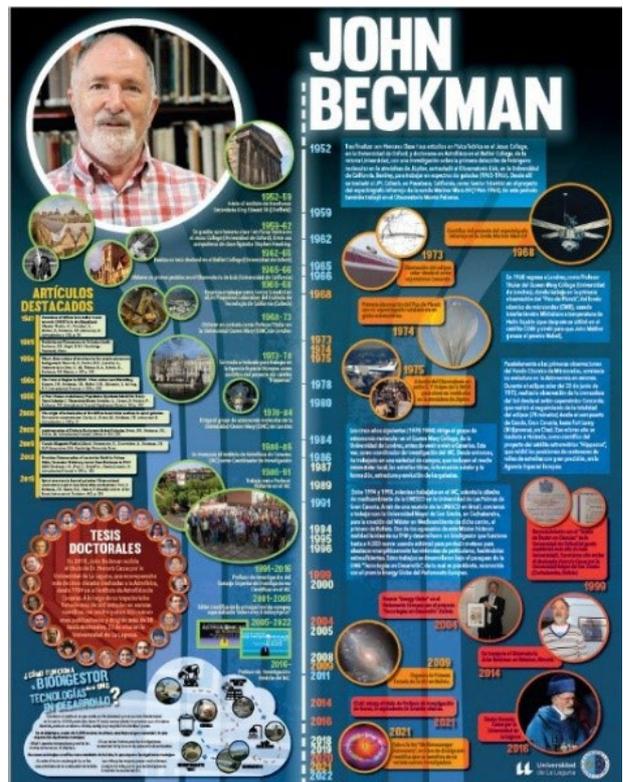


EDICIONES Y VÍDEOS

- Vídeo promocional de la 1ª Visita al OT de los Amigos del IAC.
- Vídeo del Eclipse de Luna del 16 de mayo de 2022.
- Vídeo sobre el nuevo equipo de Anodizado del Taller de Mecánica financiado por fondos FEDER.
- Vídeo promocional de la exposición "Mira Arriba!" sobre Asteroides y Cometas, del Museo de La Ciencia y el Cosmos.
- Vídeo de felicitación de Rafael Rebolo para el 50 Aniversario de la AVA (Asociación Valenciana de Astronomía)
- 2 vídeos para el fomento de empleo público del Ministerio de Ciencia e Innovación (Sergio Simón Díaz y Miguel Rodríguez Alarcón).



- Vídeos de la visita al GTC y actuación musical de la artista Paula Espinosa, en el contexto de la exposición AstrónomAs.
- 2 vídeos con reflexiones sobre el pasado y el futuro de la Estación Óptica Terrestre (OGS) en el contexto del Workshop ESA-IAC "25 years of cooperation in optical technologies and future trends" (Zoran Sodnik y Kyriaki Minoglou).
- Vídeo de Voces Malcom Longair (XXXIII Winter School of Astrophysics).
- Rollup de Comunicaciones Ópticas en el Espacio de IACTEC.
- Rollup de DRAGO-1 y DRAGO-2 de IACTEC.
- Rollup y marcalibros de NRT (New Robotic Telescope) de IACTEC.
- Rollup del proyecto ExoLife Finder de IACTEC.
- Rollup sobre Contaminación Lumínica de Interreg EELabs (Energy Efficiency Laboratories)
- Material gráfico promocional para: las charlas divulgativas de Amigos del IAC; XV reunión de la Sociedad Española de Astronomía (2 trípticos rígidos, 2 Rollups, 2 carteles de charlas divulgativas, señalética y merchandising para los invitados); AEACI 2022 (cartel, banners y rollup), Programa Severo Ochoa (cuadro de Key Facts), etc.
- 2 calendarios 2023.
- Póster Biografía John Beckman para el Departamento de Física de la ULL.



Apoyo a ediciones de otros departamentos y fotografías de personal y equipos de trabajo del IAC para archivo y aparición en medios

(J. Camalich, C. Muñoz-Tuñón, A. García, I. Pérez Fournon, S. Simón, H. Dannerbauer, E. Martín Guerrero, I. Cabello, J. Beckman...).



EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN

Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos (PETeR)

Permite a la comunidad educativa española realizar observaciones y proyectos de investigación usando telescopios robóticos de los OCAN (Telescopio Liverpool, LCO) y de otros observatorios (LCO, SARA) en ambos hemisferios. Usuarios: 412 centros educativos (~12.000 estudiantes) de toda España, desde Primaria a Bachillerato y FP. Se han realizado observaciones y elaborado nuevos recursos didácticos y contenidos para la web del proyecto (<https://www.iac.es/peter>). Se ha dado asesoramiento científico-técnico a los usuarios. Se han impartido 25 horas de formación para profesorado en temas generales de Astronomía y el uso de telescopios robóticos en educación, llegando a un total de 375 docentes españoles y 220 de Argentina. Se mantienen colaboraciones y reuniones con representantes de otros programas e instituciones educativas a nivel nacional e internacional (National Education Coordinators de la Oficina de la Astronomía para la Educación de la IAU; Global Sky Partners, NRT, NSO, NUCLIO y CESAR). Se ha presentado el Proyecto en dos conferencias (3rd Shaw-IAU, RC SEA 2022).



VIII Escuela Internacional para profesorado "Astronomy Education Adventure in the Canary Islands"

La Escuela, organizada por el IAC, en el marco de los proyectos PETeR y Severo Ochoa, en colaboración con NUCLIO y los proyectos NSO (LJMU), FTP y CESAR (ESAC). Primera edición en formato híbrido, presencial y online, celebrada del 24 al 30 de julio (30 horas) bajo el título "Astronomy for Sustainable Development". Se impartieron charlas y talleres sobre la contribución de la Astronomía a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, metodologías de aprendizaje activo y herramientas STEM digitales que los docentes pueden usar para llevar la investigación del Cosmos a las aulas. Alcance: 56 educadores de 17 países (España, Portugal, Italia, Grecia, Reino Unido, Rumanía, Serbia, Ucrania, Argelia, RD Congo, Egipto, Nigeria, Brasil, Colombia, Perú, India y Pakistán). Escuela incluida en el programa oficial de actividades del Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible.



Proyecto “CosmoLAB: el Sistema Solar como Laboratorio en el Aula”

En 2022 se realizó un curso de Astrofotografía planetaria para el profesorado de Tenerife.



alumnado, sobre todo en niñas. Cuarta edición (enero-junio 2022) en la que se han realizado 40 videoconferencias con centros educativos de infantil, primaria y secundaria por parte de 28 astrofísicas e ingenieras del IAC y de otras 10 de instituciones colaboradoras. Alcance: 2.000 estudiantes de 9 Comunidades Autónomas españolas.



V Edición de “Acércate al Cosmos”

Después de 2 años de ausencia por la pandemia, entre el 4 y el 8 de julio de 2022 regresó a Tenerife el curso (50 horas), que organizan el IAC, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, al que asistieron 35 docentes de secundaria de toda España.



Habla con Ellas: Mujeres en Astronomía”

Proyecto que busca crear referentes profesionales femeninos en ciencia y tecnología y fomentar el interés por estas áreas entre el

Proyecto “Nuestr@s alumn@s y el ORM”

Proyecto que se desarrolla desde 2009 con todos los 4º ESO de La Palma y que tiene como finalidad mostrar el valor del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) a la juventud palmera, así como divulgar la investigación que se realiza en el mismo. En el año 2022 se retoma la actividad presencial, tras haberse detenido a causa de la COVID-19, con un nuevo formato que incluye, por primera vez, una visita al Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos, gracias a la colaboración del Cabildo Insular de La Palma. Tras la visita a esta nueva instalación, cada grupo conoció uno de los telescopios ubicados en el ORM, donde se les explicó su funcionamiento y numerosos aspectos técnicos. Todas las actividades son





realizadas voluntariamente por personal investigador de las instituciones científicas presentes en el ORM. En esta edición participaron 11 centros con la asistencia de 430 estudiantes.

Proyecto “AMANAR”

Jornada de charlas y talleres astronómicos, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, para 15 niños y niñas saharauis del programa “Vacaciones en Paz” y sus familias de acogida en Tenerife (33 participantes). Se continuó con el proyecto de investigación sobre Etnoastronomía saharauí en colaboración con el Departamento de Cultura Oral de la Universidad de Tifariti (Tindouf, Argelia).



Proyecto “Allande Stars”

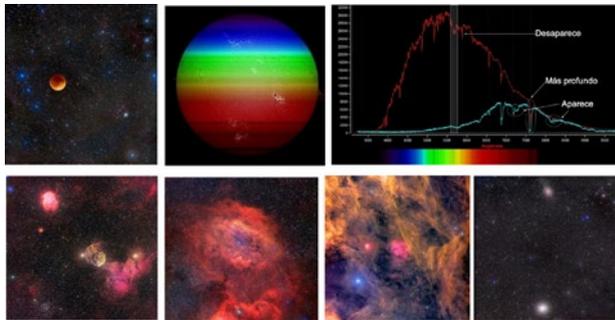
Se organizó la III Edición de este proyecto que acerca la Astronomía a poblaciones rurales en el Concejo de Allande, Asturias. Participaron más de 350 personas desde niños a personas mayores.



OTRAS ACTIVIDADES

Generación de imágenes astronómicas para divulgación

Imágenes de la Luna eclipsada, espectros de su luz antes y durante el eclipse, tránsito de la ISS junto a Júpiter, la cola de Mercurio y casi una veintena de imágenes profundas y de gran campo (4Kx4K) obtenidas con el Astrógrafo STC de la UC3, entre muchas otras.



trónomicos de Tenerife (GOAT), AstroFest (Cabildo de La Palma), etc.



Charlas y actividades

- Numerosas charlas y talleres en centros escolares, tanto en formato presencial como online. Entre ellas, las vinculadas al proyecto Mujeres Científicas Canarias (Consejería de Educación), MacaroNight, Noche Europea de los Investigadores (ULL), Miniferias de la Ciencia y la Innovación en Canarias (ACIISI), etc.



- Se retomaron las visitas de grupos de estudiantes a la sede central del IAC (29 grupos) y a los Observatorios de Canarias (se recibieron 29 solicitudes, que se dirigieron a la empresa Volcano Teide y a través de las cuáles 969 estudiantes, de 21 centros distintos, visitaron el Observatorio del Teide).

- Actividades por el Día Internacional de las Mujeres y las Niñas en la Ciencia (11 de febrero) y Día Internacional de la Mujer (8 de marzo). Charlas presenciales, online y chats con escuelas de primaria e institutos de secundaria, además de una charla-coloquio en el Museo de la Ciencia y el Cosmos.

- Charlas y talleres para público general: Evento "Primeras imágenes del telescopio espacial James Webb", feria de ciencia "¡Cuánto Talento!", actividades de divulgación dentro de la XV reunión de la Sociedad Española de Astronomía, 2º Ciclo "Astronomía para todos" que organiza el Grupo de Observadores As-



- Actividades piloto del programa “IAC Inspira”: visita de la cantante Paula Espinosa al ORM y grabación de vídeo musical en el GTC, visita al OT de invitados a la TLP Summer-Con para la producción de cómics inspirados en los OCA



Proyectos expositivos

- “100 Lunas cuadradas”, la muestra de nueve imágenes astronómicas con fines educativos obtenidas desde el Observatorio del Teide, ha podido visitarse en el Museo de la Ciencia y el Cosmos (Tenerife), en Fuencaiente (La Palma) y en Puerto del Rosario (Fuerteventura).



- Museo de historia de la Astronomía en La Palma: Se continúa trabajando en el preguion del proyecto museístico, al que se ha incorporado una estimación de costes y fases temporales. Se han mantenido reuniones de trabajo y visitas al ORM con varios asesores externos, el Ayuntamiento de Garafía y el estudio CBA Arquitectura y Urbanismo (encargado de la rehabilitación del edificio).

- “AstrónomAs”, exposición que busca visibilizar el trabajo de mujeres en los diferentes campos de la Astrofísica. La exposición ha estado expuesta en el Museo de la Ciencia y el Cosmos (Tenerife), el Museo Beneahorita (La Palma) y en el Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos (La Palma). Se han organizado dos eventos en torno a esta exposición, con charlas de investigadoras del IAC y del ORM, más la actuación musical de Paula Espinosa, astrofísica y autora de la banda sonora de la exposición.



Servicio de Documentación

Se ha puesto en marcha la gestión documental integral de la colección digital de la UC3. A lo largo del 2022 se ha comenzado con la organización de las fotografías y vídeos de la Unidad, empezando con aquellas más recientes. Entre otras colecciones, ya están disponibles, vía OPAC (catálogo en línea), las relacionadas con el Consejo Rector (2022), o aquellas que hacen referencia a imágenes para uso divulgativo del STC (Astrógrafo), de los años 2018, 2021 y 2022 (ver en: <https://i10326uk.eos-intl.eu/i10326UK/OPACDiscovery/Index.aspx>).

Para alojar el material multimedia, el CAU ha creado un archivo en red (/catmultimedia), donde se están alojando aquellos materiales ya tratados y cuya consulta es exclusiva para el personal del IAC a través de la Intranet del centro. Las carpetas comprenden la generalidad de temáticas tratadas dentro del ámbito de la institución, y responder a una organización del conocimiento cercana a la prevista en un Tesauro especializado o “árbol de categorías”.

Asimismo, se ha procedido a la organización de la colección digital de fotografías, a través de la gestión de metadatos (con Adobe Lightroom), la distribución en las carpetas creadas en la unidad de red correspondiente (/catmultimedia), y la preparación de la visualización de las colecciones de imágenes (utilizando el software XNView), para su posterior catalogación.

Apoyo a las consultas/peticiones de material multimedia, realizadas a través de distintos

canales (ePulpo, correo electrónico, ...), para el suministro de material multimedia, solicitado tanto por compañeros/as del IAC, como por solicitantes externos.

Junto con el equipo de Prensa, se ha prestado apoyo en el proyecto de renovación de algunas utilidades relacionadas con la “Galería multimedia” web, como aquellas relativas a la carga de imágenes, la gestión de material multimedia para notas de prensa, etc. Este proyecto se llevó a cabo con la empresa ‘Metadrop’, a través de GitLab, en coordinación con el equipo del CAU (Susana y Estrella), durante algunos meses de 2021, extendiéndose su ejecución hasta el primer trimestre de 2022.

Además, se han realizado labores de apoyo/asesoramiento con el equipo de la Biblioteca (Monique Gómez), para la solicitud de algunos contratos menores, como aquellos relativos a la organización del fondo del Director fundador (Francisco Sánchez) o el relacionado con el ‘Archivo físico de Administración’ (revisión de compactos, revisión de propuesta, etc.).

Finalmente, se ha prestado asesoramiento a los compañeros/as de la Unidad, siempre que han sido requeridos, sobre todo en lo concerniente a la puesta en marcha del proyecto del “Museo de Garafía”, con el objetivo principal de establecer qué campos archivísticos/museográficos serían necesarios para la implementación de una primera fase de investigación/documentación dirigida a la colección del museo.

Autor:	López, Daniel
Título:	Fotografías y vídeos del STC (Astrógrafo Sky Treasure Chest) (2022) Daniel López y Alfred Rosenberg González
Desc. física:	1 recurso en línea (1 colección: 14 fotografías, 4 vídeos)
Características archivo de ordenador:	Fotografías y vídeos (18 archivos, 990000 KB)
Características del archivo digital:	archivo de imagen jpg 166MB (en total) 300 jpg rda vídeos mp4 85,7MB (en total) rda
Área de publicación:	Instituto de Astrofísica de Canarias 2022
Organización y ordenación de los materiales (R):	Observatorios Observatorio del Teide (OT) Sky Treasure Chest (STC), Astrógrafo. Recursos y divulgación Otros documentos y recursos (100 Lunas Cuadradas)
Mención de serie:	
Nota contenido:	Contenido completo: [1] a la [10] Fotografías del STC (Astrógrafo Sky Treasure Chest), tomadas al atardecer. -- [11] a la [14] Fotografías del STC (Astrógrafo Sky Treasure Chest), tomadas al amanecer. -- [15] a la [18] Timelapses del Astrógrafo (STC) trabajando por la noche.
Nota restricción acceso:	Imágenes públicas, con restricciones de acceso. Uso interno.
Nota fecha/hora/lugar acontecimiento:	2022/03/26, OT
Nota resumen:	Sumario: Conjunto de fotografías y vídeos tomados del astrógrafo, realizados por la noche, al amanecer y al atardecer. Tanto las imágenes obtenidas como los vídeos se usan para divulgación del propio astrógrafo STC, especialmente para el proyecto divulgativo y exposición “100 Lunas Cuadradas”.
Nota de detalles del sistema:	Online.
Condiciones de uso y reproducción:	Se autoriza un uso privado o de investigación, haciendo siempre referencia a los créditos originales de la fotografía.
Nota procedencia:	Colección perteneciente al fondo “4. Observatorios”
Localización y acceso electrónicos:	https://bresson.iac.es/Repositorio/XNView/2022--STCimagenes/index.html https://bresson.iac.es/Repositorio/XNView/2022--STCvideoytimelapses/index.html
Materia:	Observatorio del Teide-- Sky Treasure Chest (STC), Astrógrafo. Recursos y divulgación--Imágenes divulgativas--Otros documentos y recursos
Otros autores:	Rosenberg González, Alfred

Otras colaboraciones

- A través del canal sky-live.tv, y organizado dentro de las actividades de divulgación del proyecto Interreg EELabs, a fecha de 31/12/2022 se han realizado 6 retransmisiones de eventos astronómicos con un alcance de 357.657 visualizaciones (295.985 solo en el eclipse de Luna del 16 de mayo).
- Colaboraciones con el proyecto CESAR (ESAC), el Instituto de Astrofísica de Andalucía, la Ciudad de las Artes y las Ciencias (Valencia) y las Consejerías de Educación del Gob. de Canarias, Comunidad de Madrid y Comunidad Valenciana para la organización y desarrollo de cursos de formación de profesorado.
- Acuerdo con el CB Canarias: cesión de imágenes para la equipación, fotos, presentación, recursos audiovisuales para el cubo, noticias y vídeos en redes sociales, visitas de los jugadores al Observatorio del Teide, sorteo de visitas públicas al OT entre los aficionados del CB Canarias, artículo en la revista Astronomía.



- Producción de visitas virtuales a los Observatorios de Canarias en el marco del programa "Amigos del IAC" (OTAI).
- Colaboración con el instrumento MUSOL (Telescopio Solar Ca-II remoto - OT) Este año se ha procedido al montaje y puesta en marcha de este telescopio solar con fines divulgativos. El próximo año se utilizará, en paralelo a los telescopios H-alpha de proyecto CosmoLab, para el seguimiento del máximo solar durante un periodo de tres cursos escolares.

BALONCESTO Y ASTRONOMÍA: LA APUESTA DEL LENOVO TENERIFE POR EL CIELO DE CANARIAS

Que un deporte como el baloncesto se vincule a la astronomía no es algo que se pueda considerar extraño. La conexión entre ambas disciplinas es tan natural como el hecho de que un jugador de baloncesto sea también un aficionado a la astronomía. En el mundo del deporte, la ciencia y la tecnología se encuentran cada vez más estrechamente relacionados. En el caso del baloncesto, esto se ha visto reflejado en la aparición de jugadores que son también astrónomos, como el caso de los jugadores de la selección española de baloncesto, que han participado en actividades astronómicas. En este sentido, el Lenovo Tenerife ha firmado un acuerdo de colaboración con el Observatorio del Teide para la organización de cursos de formación de profesorado. Este acuerdo permitirá al club jugar como local y a la vez, colaborar con el Observatorio del Teide en la organización de cursos de formación de profesorado. El acuerdo de colaboración se firmó el día 15 de octubre de 2022 en el Observatorio del Teide. En el momento de la firma, el club de baloncesto Lenovo Tenerife y el Observatorio del Teide firmaron un acuerdo de colaboración que permitirá al club jugar como local y a la vez, colaborar con el Observatorio del Teide en la organización de cursos de formación de profesorado. Este acuerdo permitirá al club jugar como local y a la vez, colaborar con el Observatorio del Teide en la organización de cursos de formación de profesorado. Este acuerdo permitirá al club jugar como local y a la vez, colaborar con el Observatorio del Teide en la organización de cursos de formación de profesorado.



Actuaciones generales

- Implementación y uso de nuevas herramientas para la atención de solicitudes y consultas: Sede Electrónica (68 expedientes gestionados) y e-Pulpo (249 tickets).
- Revisión y correcciones del Manual de Identidad Corporativa y del Protocolo de Gestión de Redes Sociales.
- Gestión de visitas a las instalaciones del IAC: 215 visitas gestionadas:

Por centros	Por naturaleza
OT: 74 solicitudes	Medios: 65
ORM: 91 solicitudes	Comunidad educativa: 33
Sede Central: 24 solicitudes	Otras: 117
OCA: 19 solicitudes	
Sede + OT: 7 solicitudes	

Y ADEMÁS...

Programa de investigadores visitantes de la Fundación Jesús Serra

El Programa de investigadores visitantes de la Fundación Jesús Serra, una iniciativa que promueve las visitas en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) de investigadores de gran prestigio internacional. En 2022 visitaron el IAC

- Norbert Langer, jefe del Grupo de Física Estelar del Argelander-Institut für Astronomie (Alemania).
- Diego Blas, Senior Lecturer en el Departamento de Física del King's College de Londres (Reino Unido).
- Vyacheslav (Slava) Lukin es director del Programa de Física del Plasma de la National Science Foundation (EEUU).



Norbert Langer



Diego Blas



Vyacheslav Lukin

El presidente de la Fundación BBVA

El presidente de la Fundación BBVA, Carlos Torres Vila, visitó el Observatorio del Roque de los Muchachos, para conocer el trabajo que realiza el IAC. La colaboración más reciente entre ambas instituciones ha sido una investigación liderada por el astrónomo Johan Knapen, financiada por la Fundación dentro de su Programa de Ayudas a Equipos de Investigación en el área de Big Data.



Comisión de Desarrollo Regional del Parlamento Europeo

Un grupo de parlamentarios europeos pertenecientes a la Comisión de Desarrollo Regional conoció de primera mano las instalaciones del ORM donde recibieron información sobre el uso de Fondos Europeos de Desarrollo Regional que han servido para la creación de instalaciones científicas de primera línea como el GTC o la red de telescopios Cherenkov CTA.



Programa "Amigos del IAC"

Este año nos han visitado en por primera vez y en dos ocasiones, miembros del programa "Amigos del IAC". El programa tiene como ob-



jetivo fomentar la participación de la ciudadanía en la actividad del IAC, dando a conocer su investigación y desarrollo tecnológico.

Visita del Subsecretario del Ministerio de Ciencia e Innovación

Visita del Subsecretario del Ministerio de Ciencia e Innovación, Carlos Marco Estellés, y su jefe de Gabinete, Tomás Fraile Santos, realizaron una visita a los Observatorios de del IAC.



Ministro de la Presidencia al Observatorio del Roque de los Muchachos

El ministro de la Presidencia, Félix Bolaños, se reúne con la comunidad científica que desarrolla investigaciones en La Palma en el Observatorio del Roque de los Muchachos. El en-



cuentro organizado por el Comisionado para la Reconstrucción de la Palma, Héctor Izquierdo, tenía como fin comprender mejor cómo puede contribuir esta comunidad al plan de recuperación de la isla tras la erupción del volcán en Cumbre Vieja.

Visita de la Ministra de Ciencia e Innovación



La Ministra de Ciencia e innovación durante su visita a la sede central del IAC.

La ministra de Ciencia e Innovación, Diana Morant, visitó las instalaciones del IAC en dos ocasiones este año. En julio la sede central donde presidió el Consejo Rector. En octubre, el ORM tras presidir el acto de reconocimiento a la comunidad científica involucrada en la gestión

de la crisis causada por la erupción volcán de La Palma.



La Ministra durante su visita al Telescopio GTC en el Roque de los Muchachos.

Jornadas de la Universidad de Warwick

La Universidad de Warwick organizó una jornada para dar a conocer los instrumentos científicos que tienen instalados en el ORM. Asistieron representantes de la Agencia Espacial Japonesa (JAXA).



La Rectora de la Universidad de La Laguna visita el Telescopio GTC

La rectora de la ULL visita el Gran Telescopio Canarias para impulsar un Plan de Sostenibilidad para GRANTECAN. Se avanza en el compromiso con la rúbrica de un nuevo convenio entre ambas instituciones.



Visita de los embajadores Esther Monterrubio y Juan Francisco Facetti

Los embajadores representantes permanentes ante los Organismos Internacionales con sede en Viena de España, Esther Monterrubio, y de Paraguay, Juan Francisco Facetti, y el presidente de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de COPUOS conocieron las instalaciones del IAC y los Observatorios. Entre las distintas atribuciones se encuentra la de representar a sus países en la Comisión de Naciones Unidas sobre Usos Pacíficos del Espacio Ultraterrestre (COPUOS).



OFICINA DE TRANSFERENCIA Y ACCIONES INSTITUCIONALES



La Oficina de Transferencia y Acciones Institucionales (OTAI) desarrolla su actividad desde hace más de tres décadas, y se centra actualmente en el fortalecimiento institucional del Instituto a través del impulso y gestión de proyectos estratégicos que el IAC mantiene con el entorno nacional e internacional para el desarrollo de grandes infraestructuras científicas, la potenciación de los observatorios, la financiación de la actividad investigadora, la explotación industrial de los desarrollos tecnológicos y una mayor coordinación con la comunidad científica y tecnológica.

Las actuaciones más relevantes llevadas a cabo durante el 2022 se muestran a continuación.

Línea de actuación y tipo de servicio	Actuaciones más relevantes a resaltar en el 2022
1.- Financiación I+D+i. Información, gestión y coordinación de solicitudes de financiación externa	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de la aplicación OTAI Service Desk como canal de comunicación principal con los usuarios del IAC, a través de la cual se realiza todo el proceso de información de convocatorias, preparación de propuestas, gestión de proyectos institucionales y tramitación de otros expedientes competencia de la OTAI solicitudes de financiación del IAC. - Asesoramiento especializado sobre propuestas de I+D enviadas a programas regionales, nacionales y europeos de financiación externa. - 41 nuevas propuestas en 2022 (36,4 M€): 4 concedidas, 1 en lista de reserva, 24 en evaluación, 11 denegadas y 1 desistida. <p>Entre las actuaciones a destacar aprobadas en 2022 se incluyen (ERC AdG SUBSTELLAR, ERA Chair LIOM, CIDIHUB, la Acción Cost NANOSPACE o el proyecto Erasmus+ PLANET CHANGE).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Participación en reuniones virtuales a nivel nacional y europeo en relación con programas presentes y futuros de financiación de I+D+i. - Organización de seminarios sobre Programas de financiación y actividad de la Oficina.
2.- Actividad de I+D+i del IAC y sus capacidades tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Participación en mesas de trabajo para la Definición de la nueva Estrategia de Especialización de Canarias (RIS4), el Plan Director de Innovación del Cabildo de Tenerife y el Plan Canario de I+D+i. - Memoria de Actividades de I+D+i e información específica para distintas entidades regionales (Cabildos, Clúster empresariales), nacionales (CDTI, MCIU, ICTS) e internacionales (consorcios de proyectos y CE). - Participación en foros nacionales e internacionales (100XCIENCIA 6, ESFRI, ERIC FORUM, ICRI) y otros encuentros en relación con las capacidades tecnológicas del IAC.
3.- Proyectos Institucionales. Infraestructuras I+D+i y otras actuaciones de carácter internacional	<p>Entre otros la OTAI se encarga de la gestión de los siguientes proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Severo Ochoa 2020-2023, Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del IAC, EST (PRE-EST, Oficina de Proyecto, SOLARNET); Cherenkov Telescope Array (CTA); New Robotic Telescope; Equipamiento científico y tecnológico FEDER; 4LST, 5MST; OPTICON-H2020, FORWARD, POLMAG, PI2FA, EUROCC, COALF, WHOLESUN, MICAL, LITEBIRD, IACSAT-VINIS, INSIDE-OOCC, PILAR-IAC-Europa. - Apoyo en la implementación del Plan Estratégico IAC 2022-2025 y del Plan Estratégico de los Observatorios de Canarias 2021-2024, Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA).
4.- Transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> - IACTEC. Apoyo a la actividad del centro de colaboración tecnológico-empresarial del IAC. - Apoyo a la participación del IAC en el CIDIHUB y CIBERCAN. - Tramitación del NDAs y apoyo a la solicitud de patentes.
5.- Otras	<ul style="list-style-type: none"> - Representación institucional en diversos eventos. - Actuaciones de formación del personal de la Oficina.

HITOS Y RESUMEN DE ACTIVIDADES

1.- PROYECTOS DE I+D+I DE FINANCIACIÓN EXTERNA. INFORMACIÓN, ASESORAMIENTO Y GESTIÓN

Durante el 2022, se presentaron un total de 41 actuaciones, por una cuantía global de algo más de 36,5 millones de Euros. Del total, 17 se han presentado al programa HE (Horizonte Europa) y otras 3 a convocatorias de otros programas de la Comisión Europea e Internacionales. Las 21 restantes se han presentado de forma distribuida a la Agencia Estatal de Investigación y Subdirecciones del Ministerio de Ciencia e Innovación y al Gobierno de Canarias, así como a otros programas específicos de financiación. Al cierre del año un total de 22 propuestas han sido concedidas y han comenzado a ejecutarse.

En el ámbito comunitario cabe destacar el apoyo continuado de la OTAI a la preparación de propuestas en HORIZONTE EUROPA (HE) y otros programas europeos, y el apoyo específico prestado a la negociación de contratos y gestión de diversos proyectos colaborativos de financiación europea o internacional: ORP - Optical Radionet Pilot, MACBioID12, EELabs, NEO-MAPP, NEOROCKS, ExoMAC, CHLARE, Bid4BEST, LIFE NATURA@NIGHT, Erasmus+ ECAPS, Swiss SINERGIA entre otros. Asimismo, se ha participado también muy activamente en diversas actividades organizadas por la Comisión Europea y por nuestros representantes nacionales en relación con el nuevo Programa Marco HE.

La OTAI continúa realizando labores de gestión e intermediación con el Ministerio de Ciencia e Innovación en la ejecución de los proyectos de equipamiento científico-técnico en curso por un importe de 1,7 millones de euros. Asimismo, hay que destacar el apoyo de la OTAI en el seguimiento de los convenios ICTS a favor de los proyectos CTA, MICAL, Nodo de Supercomputación La Palma y servicios comunes en el ORM por valor próximo a 28 M€ (con FEDER de 23,67 M€) así como en los convenios FEDER con CDTI para los proyectos, Litebird e IACSAT Vinis. Cabe destacar también la labor de gestión y control que se realiza para el convenio FEDER INSIDE por un valor de 8,139 M€, cuyo objetivo fundamental es la mejora de las infraestructuras de los Observatorios de Canarias (OCC) que forman parte del mapa de ICTS.

En el ámbito regional, se continúa con la gestión de las dos subvenciones directas aprobadas para el establecimiento de la Oficina del Proyecto EST (4,5 M€), y la construcción del Nuevo Telescopio Robótico de 4 metros (2 M€). Por otra parte, se continúa prestando apoyo a una veintena de proyectos de I+D financiados por la ACIISI.

Por último, ha de remarcar la labor de asesoramiento y coordinación realizada desde la OTAI para la participación del IAC en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España, en el que se incluye la I+D+I como elemento clave de fomento de la productividad y el empleo, entre otros aspectos. En este sentido, el IAC ha conseguido financiación para la medida estratégica propuesta, el proyecto: Nuevas capacidades para las tecnologías ópticas de vanguardia en Astrofísica en el Área de Instrumentación y el IACTEC, con una inversión prevista de 22 M€, cuya ejecución ha sido gestionada desde la OTAI.

Las inversiones previstas para dar cumplimiento por parte del IAC al PRTR, se centran en adquisición de nuevas capacidades demandadas por la comunidad científica, priorizando en:

- Inversiones estratégicas para mejorar y aumentar las capacidades del IAC en tecnologías avanzadas para sistemas mecánicos y opto-mecánicos, sistemas criogénicos y de vacío, mecánica de precisión, sistemas de óptica adaptativa, fibra óptica, sistemas de control, caracterización de sensores, sistemas electrónicos y diseño de software.
- Transformar IACTEC en un centro de tecnologías ópticas avanzadas de referencia internacional. El objetivo perseguido es posicionar a IACTEC, el nuevo centro del Instituto de Astrofísica de Canarias ubicado en el Parque Científico y Tecnológico de Tenerife del Cabildo de Tenerife en La Laguna, en la frontera de las tecnologías para sistemas ópticos avanzados; potenciar la colaboración con la industria de la ciencia, el fomento de la innovación y la diversificación de la economía; contribuir al desarrollo del talento y de un tejido productivo dinámico e innovador, en Canarias y en el resto de España.

2.- ACTIVIDADES DE I+D+i Y SUS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

En relación con la difusión de las capacidades científicas y tecnológicas del IAC, buena parte de las actividades de este tipo se han llevado

a cabo en el marco de los proyectos institucionales que se exponen más adelante.

Por otra parte, se han preparado más de una decena de informes sobre la actividad del IAC y sus capacidades, intereses y relaciones bilaterales, para entidades de diversa naturaleza.

3.- PROYECTOS INSTITUCIONALES. PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICA Y TÉCNICA Y ACTUACIONES SIMILARES DE CARÁCTER INTERNACIONAL

Durante el 2022 cabe destacar las siguientes actividades de carácter institucional gestionadas desde la OTAI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

3.a. IAC - Centro de Excelencia (SEVERO OCHOA)

Durante 2022 se consolidó el trabajo del programa SO, en lo que ha tenido mucho que ver el personal contratado con cargo al mismo por su contribución al trabajo de las seis líneas de investigación del programa, así como a tecnología/instrumentación: 15 doctores (12 advanced fellows, 2 de apoyo a grandes Surveys astronómicos internacionales y 1 en proyecto tecnológico) y los 8 ingenieros de proyectos tecnológicos. Es importante también la aportación que hacen los 13 investigadores predoctorales incorporados (4 de ellos en 2022), los que están trabajando en las diferentes líneas del centro, incluida la de instrumentación, aunque su financiación no es estrictamente la del proyecto.

Se hicieron, además, dos llamadas internas para apoyar con financiación el programa de investigación, a saber:

- Una para la ejecución de proyectos científicos y tecnológicos, a la que se presentaron 28 solicitudes, resultando seleccionadas 13 de ellas para financiación y 4 quedaron en lista de reserva.
- Una para la movilidad de cara al año 2023, tanto del proyecto SO como del convenio FJS-IAC, en la que se recibieron 30 solicitudes (18 salientes y 12 entrantes), siendo concedidas 25, de ellas 14 para salidas de colaboración de investigadores e ingenieros del IAC a centros de diversas partes del mundo y 11 visitantes que realizarán estancias en nuestro centro.

Los programas de movilidad SO y del Convenio FJS-IAC, que habían tenido muy baja ejecución en los años de pandemia, se recuperaron durante 2022, año el que se recibieron en

el IAC un total de 18 visitantes, mientras que 21 investigadores salieron a otros centros extranjeros a distintas actividades (estancias, congresos, conferencias, etc.).

Se ha continuado la participación en la Alianza de Centros Severo Ochoa y Unidades María de Maeztu (SOMMa), cuya actividad principal en el año, además de la de los grupos de transferencia de tecnología y gestión, fue la asistencia al congreso 100XCIENCIA.6.

3.b. Plan de Recuperación, Transformación, y Resiliencia del IAC



El proyecto “Nuevas capacidades para las tecnologías ópticas avanzadas e instrumentación de vanguardia en Astrofísica en el Área de Instrumentación e IACTEC”, tiene por objeto fortalecer las capacidades en tecnologías de vanguardia para la instrumentación astrofísica y en tecnologías ópticas avanzadas, incluido el desarrollo de un centro de óptica avanzada con dos grandes objetivos. Como resultado de estas inversiones se posicionará IACTEC en la frontera de las tecnologías para sistemas ópticos avanzados; se potenciará la colaboración

con la industria de la ciencia, el fomento de la innovación y la diversificación de la economía. En este entorno de innovación el IAC considera clave fortalecer su actividad en ámbitos para los que ya se dispone de capacidades estratégicas como la óptica, la electrónica, el desarrollo de aplicaciones de software específico y la mecánica de precisión. De forma complementaria se reforzarán las capacidades del IAC en tecnologías avanzadas para sistemas: mecánicos y opto-mecánicos, Sistemas criogénicos y de vacío, Mecánica de precisión, sistemas de Óptica adaptativa, Fibra óptica, Sistemas de control, Caracterización de sensores, Sistemas electrónicos y Diseño de software, entre otros.

Desde la OTAI se está llevando la gestión del proyecto en estrecha colaboración con otras unidades del IAC, garantizando el cumplimiento de los requisitos específicos del mismo, marcados por las directrices europeas, como por ejemplo la implementación del Plan de Medidas Antifraude del centro.

3.c. Telescopio Solar Europeo (EST): PRE-EST, SOLARNET, MICAL y Oficina EST

PRE-EST

En el marco del proyecto H2020 PRE-EST “Fase preparatoria para EST”, finalizado en septiembre de 2022, desde la OTAI se ha dado apoyo para la ejecución de las tareas técnicas y estratégicas propias de esta fase en una infraestructura estratégica como es EST, con el fin de facilitar a su consorcio internacional y a las agencias financiadoras un plan detallado para la puesta en marcha.

En la parte de trabajos estratégicos se destaca el apoyo a la junta de directores o “Board of Directors”, como órgano ejecutivo intermedio entre el equipo científico y las agencias financiadoras (futuro Board of Governmental Agencies), ejerciendo su secretaría y organizando las reuniones mantenidas en junio y octubre de 2022. En este sentido, cabe destacar la labor de la oficina en las diferentes tareas relacionadas con la puesta en marcha de la figura legal interina necesaria para abordar la fase previa a la construcción de EST: la Fundación Canaria “European Solar Telescope”. Para conseguir este fin, desde la OTAI se ha coordinado un grupo de asesores legales de los socios de EST, con el fin de abordar los trámites legales y administrativos necesarios para la puesta en marcha de esta entidad.

En la parte técnica y económica, se ha prestado apoyo al desarrollo de las tareas técnicas asociadas a la Oficina del Proyecto como la preparación, anuncio y gestión de las licitacio-

nes para los diseños preliminares de la estructura del telescopio, espejo primario, espejo secundario, pilar y cúpula, que se han resuelto y ejecutado durante 2022, así como al desarrollo de los entregables estratégicos del proyecto del proyecto centrados en la financiación e impacto socio-económico de EST.

En paralelo a PRE-EST se desarrollaron los proyectos MICAL (ICTS-OOCC), SOLARNET (H2020) y Oficina del Proyecto (FEDER-GOBCAN).

Oficina del Proyecto EST

Creada tras la asignación de fondos del Gobierno Autónomo de Canarias, la Oficina de Proyecto de EST tiene como objetivo central el diseño preliminar de sistemas y subsistemas del telescopio hasta un nivel suficiente que permita el inicio de la etapa de diseño detallado y poder así en una siguiente fase comenzar la construcción de EST, garantizando el cumplimiento de los requisitos científicos del telescopio. La Oficina de Proyecto de EST, a día de hoy, está integrada por 27 personas: 16 contratadas con cargo a la subvención del Gobierno de Canarias, 2 con cargo a SOLARNET, un estudiante de doctorado, y 8 personal propio del IAC asignados a EST. Las principales tareas realizadas durante 2022 por parte del personal de la OTAI se centraron en el apoyo técnico asociado a la gestión documental, tramitación económica, elaboración de informes estratégicos e intermediación con las agencias financiadoras. La OTAI ha preparado la 6ª justificación técnico-económica del proyecto para la ACIISI; respondido en colaboración con Fondos ha solicitado la prórroga de la subvención al Gobierno de Canarias hasta final de septiembre de 2023, con el fin de mantener la oficina activa hasta la celebración de los nuevos contratos a cargo de fondo de los fondos ICTS aprobados a cargo del PRTR.

MICAL

MICAL (Mejoras estratégicas en Infraestructuras Científico-tecnológicas y de Apoyo Logístico a los Observatorios de Canarias) es un proyecto con diversas actuaciones, combinando las de carácter instrumental con otras de tipo logístico y comprende dos sub-actuaciones relacionadas con el proyecto EST: El desarrollo del demostrador del sistema de óptica adaptativa de EST y las mejoras del espectrógrafo GRIS del telescopio GREGOR. Los principales hitos alcanzados durante 2022 fueron los siguientes:

- Contratación en OP-EST de 3 ingenieros de MICAL, cuyos contratos finalizaron en mayo de 2022.
- El presupuesto destinado ha sido ya completamente utilizado y no ha sido necesario recurrir a ninguna fuente externa de financiación.
- Se han adquirido todos los equipos necesarios tanto para el demostrador del sistema de óptica adaptativa como para las mejoras del espectrógrafo GRIS del Telescopio GREGOR.

Los posteriores desarrollos del espectrógrafo GRIS y el sistema de Óptica Adaptativa se están desarrollando desde la Oficina de Proyecto, usando financiación de la ACISI, SOLARNET y los fondos asignados a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

SOLARNET

El IAC lidera un paquete de trabajo dedicado al desarrollo de instrumentación avanzada para espectroscopía y espectropolarimetría, destacando el mejoramiento de las técnicas de image slicer para espectroscopía 2D con la intención de incrementar la resolución espacial. Las dos variantes de image slicers desarrolladas se diferencian en cuanto a sustrato y tamaño: una, tiene sustrato de zerodur con slices de 70 micras (Winlight, Francia) y el otro sustrato metálico con slices de 35 micras (NINS/NAOJ, Japón). En el 2022 se empezó la fabricación de la IFU de 35 micras y relativos análisis de tolerancias. Se participa en otros paquetes de trabajo, entre los que destaca por su relevancia el relacionado con la Óptica Adaptativa Multiconjugada (MCAO) para EST, en la que el desarrollo del banco de pruebas antes mencionado es de cardinal relevancia y ha implicado un gran esfuerzo técnico y de integración a partir de resultados de varios proyectos y equipos implicados.

La OTAI continúa desempeñando un papel decisivo en la gestión de los proyectos asociados a EST, contando para ello con dos personas, contribuyendo no solo al control sistemático de los mismos sino incidiendo también en acciones estratégicas en relación con la futura implementación de EST.

3.d. Cherenkov Telescope Array (CTA)

El Proyecto Cherenkov Telescope Array (CTA) es la apuesta europea para la investigación de fuentes cósmicas de rayos gamma de las próximas décadas, con participación también de terceros países, para el estudio del Universo a muy altas energías. Con un presupuesto



para construcción estimado en unos 300 M€, CTA constará de dos observatorios, uno en el Hemisferio Norte y otro en el Hemisferio Sur, que albergarán en su conjunto alrededor de 100 telescopios de tres diferentes tamaños. Un total de 9 telescopios será la configuración actual conocida como Pathfinder para el CTA-Norte y el resto en el Hemisferio Sur.

El Proyecto CTA completó durante 2022 el trámite de permisos para la construcción de los telescopios LST-2, LST-3 y LST-4, con la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental por Cabildo en julio y la Licencia Urbanística por el Ayuntamiento de Garafía en octubre. El contrato para la construcción de la obra civil de infraestructura se puso en marcha en noviembre, y se espera su finalización en junio de 2023, tras lo cual comenzará la instalación de los telescopios en el periodo 2023 a 2025. Durante 2022 también se ha completado la producción de todas las partes mecánicas necesarias para la construcción de los telescopios, y se ha completado la fabricación de dos de las tres cámaras, esperando la última en primavera de 2023. Mientras tanto, se continua con las tareas de toma de datos para ingeniería y ciencia preliminar con el telescopio LST-1, que ya está operativo en el ORM.

Asimismo, durante 2022 se han puesto en marcha los contratos para producir la documentación técnica necesaria para solicitar permisos y construir el Edificio de Operaciones y los telescopios de tipo MST del observatorio norte de CTA en el ORM. La configuración final del array de telescopios Cherenkov será de cuatro telescopios LST y nueve telescopios MST.

La OTAI del IAC ha colaborado activamente para la gestión, seguimiento y control, y justificación de las financiaciones recibidas tanto de fondos FEDER como del Gobierno de Canarias. Asimismo, ha prestado asesoramiento en las labores de comunicación y publicidad del proyecto, y ha colaborado en la preparación de nuevas solicitudes de financiación para garantizar las inversiones necesarias que configurarán CTA-Norte.

3.e. *New Robotic Telescope (NRT)*



El NRT será un nuevo telescopio robótico de clase 4 m en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), diseñado para sacar el máximo provecho de casos científicos que necesiten un seguimiento en el tiempo a gran escala y respuesta rápida de observación ante el aviso de otros telescopios, convirtiéndolo en una infraestructura clave a nivel mundial para el estudio de fenómenos astronómicos de transición (explosiones, atenuaciones rápidas, etc.).

Actualmente, el equipo de trabajo está formado por 5 ingenieros y un gestor y se espera incorporar próximamente un/a divulgador/a. El New Robotic Telescope completó a finales de 2021 su diseño preliminar y se encuentra en estos momentos en la fase de diseño detallado que previsiblemente se completará a finales de 2023. Actualmente se está preparando el acuerdo de construcción y operación con la incorporación de un nuevo socio, lo cual permitirá completar el presupuesto necesario. Este año desde el IAC se ha avanzado especialmente en la concreción de las especificaciones óptica y Telescope Level System (TLS), la capa del software más cercana al hardware. El proyecto se ha prorrogado desde octubre de 2022 hasta mayo de 2023 con el objetivo de avanzar más en el diseño. Se espera que este mismo año comiencen los trabajos de obra civil en el ORM.

En paralelo, se está preparando una solicitud de fondos FEDER que permita mantener el compromiso del IAC en el Proyecto y abordar la construcción de instrumentación puntera para este telescopio. En paralelo, se están redistribuyendo los paquetes de trabajo considerando que el IAC se hará cargo de los de la fabricación óptica, de una parte importante del sistema de control del telescopio, y de parte de la optomecánica.

Se pretende que la primera luz del telescopio con una primera generación de instrumentos se produzca en el primer trimestre de 2026.

pasando a una fase posterior de comisionado hasta conseguir la plena operación.

Desde la OTAI se continúa prestando asesoramiento al IP y a la Dirección del IAC en relación con la gestión y justificación de la financiación recibida del Gobierno de Canarias, y de acciones vinculadas a la puesta en marcha del NRT, así como en las posibles estructuras de gestión y gobernanza previstas para el proyecto NRT.

3.f. *FORWARD - Fomento de la excelencia investigadora en las regiones ultraperiféricas de la UE*



El objetivo general del Proyecto FORWARD es mejorar la excelencia de RUP en la investigación y su potencial de innovación para mejorar su participación en proyectos de investigación e innovación financiados por la UE y vincular las actividades de investigación con el desarrollo territorial.

FORWARD realizará un análisis inicial de los ecosistemas I+i y, basándose en estos resultados, pondrá en práctica acciones personalizadas incluyendo la definición de la estrategia conjunta y los planes de acción temáticos, la creación de capacidades y actividades de networking, y enfoques para conectar a investigadores y legisladores.

El mes de junio finalizó el Proyecto. Durante el mismo se realizaron formaciones en ERC, Acuerdo marco de la UE, gestión de proyectos europeos, ciencia abierta, Horizonte Europa para investigadores y gestores y MSCA PF. Además, se participó en la organización del evento de ICTs y sus aplicaciones en la investigación y la innovación. El proyecto se cerró con un evento en Bruselas donde se tuvo la oportunidad de fortalecer lazos con el resto de socios del consorcio. Los objetivos se han cumplido con éxito y se está trabajando en una nueva edición del mismo teniendo en cuenta las lecciones aprendidas en esta.

3.g. *PILAR-IAC-Europa*

El Proyecto Nacional PILAR-IAC-Europa persigue los siguientes objetivos:

- La creación, consolidación y capacitación de una estructura de apoyo especializada en Programas Europeos dentro de la OTAI.

- El aumento significativo de la participación del IAC y de sus entidades asociadas en proyectos y programas europeos, con especial énfasis en Horizonte Europa.
- La formación de investigadores/as y personal del IAC en la elaboración y participación en proyectos internacionales.

Este Proyecto, financiado por la Agencia Estatal de Investigación, se inició en 2021 y finalizará en diciembre de 2023. En su contexto, se han desarrollado actividades de difusión de convocatorias como las Acciones Marie Skłodowska Curie (MSCA) y las del Consejo Superior de Investigación (ERC), entre otras. Además, gracias a esta financiación, la plantilla encargada del asesoramiento de propuestas cuenta con una nueva gestora para incrementar el apoyo prestado a los investigadores e investigadoras del IAC en la solicitud de propuestas europeas, además de en la labor de asesoramiento a los grupos del IAC responsables de proyectos internacionales en curso. Destacar que en este año 2022 se han obtenido excelentes resultados con la obtención de grandes proyectos europeos entre los que destacaremos la ERC Advanced Substellar (2,5M€), la ERA Chair Liom (2,5M€) y la acción COST Nanospace (600 K€).

3.h. Apoyo al establecimiento del Centro de Sistema Ópticos Avanzados (CSOA)

El CSOA se concibe con el objetivo de atender la demanda de elementos ópticos de calidad como valor en alza para las próximas décadas. Desde la OTAI se ha dado el apoyo técnico al área de Instrumentación e IACTEC para la captación de financiación, la elaboración de propuestas, la realización de un dossier y otro material promocional para la difusión de este nuevo centro. El CSOA será un aval clave en la participación relevante en cualquier proyecto que requiera la fabricación de elementos ópticos al disponer de las capacidades necesarias para su fabricación y por tanto asegurar un retorno científico y tecnológico de primer orden. La estrategia del IAC en este ámbito, articulada a través del CSOA, persigue:

- Atender la demanda de elementos ópticos de calidad en sectores clave de I+D+i.
- Fabricar espejos de formas complejas y exigentes requerimientos de rugosidad superficial, filtros, redes de dispersión, dicróicos, sistemas correctores de dispersión atmosférica y componentes ópticos/infrarrojos para cargar útiles satelitales.
- Diseño y desarrollo de sensores.
- Desarrollo de nuevas tecnologías para espejos ultraligeros (basados en polímeros).

- Fomento de las comunicaciones ópticas digitales.
- Transferencia de tecnología al sector médico.
- Formación avanzada y emprendimiento en el sector de la óptica.

3.i. Planes Estratégicos

Desde la OTAI se ha dado soporte a la Dirección y Subdirección para la implementación de los planes estratégicos del IAC y de sus Observatorios.

La visión del IAC para 2022-2025 se centra en consolidar el liderazgo internacional en Astrofísica y Ciencias del Espacio mediante la entrega de resultados científicos y tecnológicos de vanguardia, el fortalecimiento de la reserva astronómica de los Observatorios de Canarias (OOC) y la promoción de la transferencia de conocimiento entre la comunidad científica y sociedad. Los siguientes objetivos principales contribuirán a este propósito:

- EXCELENCIA INVESTIGADORA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO.
- DIMENSIÓN INTERNACIONAL, promoviendo un marco sostenible de relaciones internacionales y colaboraciones con los mejores centros de investigación de todo el mundo.
- FORMACIÓN AVANZADA Y COMPROMISO SOCIAL.

El nuevo Plan Estratégico de los Observatorios de Canarias para el periodo 2022 – 2024, fue remitido a la Subdirección General de ICTS en marzo de 2022 para su evaluación y fue aprobado. El Plan cuenta con 27 acciones estratégicas, estando 12 de ellas focalizadas en viabilizar ciencia de alto impacto facilitando y apoyando el desarrollo de telescopios internacionales de vanguardia: incluyendo, entre otros, al Cherenkov Telescope Array Northern Observatory (CTA-N), el conjunto ASTRI, el European Solar



Telescope (EST), el New 4m Robotic Telescope (NRT), el prototipo de nueva tecnología telescopio híbrido Exo-life finder (ELF), así como estudios de diseño de un nuevo telescopio robótico Infrarrojo Óptico de 4 m, un telescopio para la detección de materia oscura (DALI) y el proyecto European Low Frequency Survey Telescope.

3.j. Equipamiento científico-tecnológico cofinanciado por FEDER. IACA19, EQC2022

La OTAI ha continuado la labor de seguimiento y control de las 8 actuaciones de equipamiento científico-técnico financiadas con FEDER (85%) con periodo de ejecución 2019-2022, que se han prorrogado debido al impacto de la pandemia. Estas diferentes actuaciones tienen como objetivo la incorporación de equipamiento científico-tecnológico que refuerce las instalaciones técnicas tanto del IAC como de IACTEC (equipamiento LIFEM), lo que permitirá incrementar la participación del centro en actuaciones tecnológicas con un papel determinante. alguna de estas actuaciones está orientada al fortalecimiento y consolidación del Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA). Por otra parte, se prosigue con el seguimiento de las actuaciones de infraestructuras científico-técnicas orientadas tanto para la mejora del CSOA (Ion Beam Figuring) como para la incorporación de la Red de Telescopios ATLAS al Observatorio del Teide.

3.k. Programa “Amigos del IAC”

Desde la OTAI se ha coordinado la actividad del Programa, en estrecha colaboración con la UC3, realizando distintas actividades encaminadas a acercar a la sociedad a la actividad del centro.

Entre las actividades desarrolladas se destacan la organización de 8 charlas de introducción a la astrofísica, con la participación de personal del IAC y colaboradores externos. En esta actividad, emitida por zoom para los miembros del Programa y compartida posteriormente a través de las redes sociales del centro, los asistentes tienen la oportunidad de interactuar directamente con los ponentes tras sus charlas, y debatir sobre cuestiones de su interés.

Otra de las actividades más demandadas han sido las visitas al Observatorio del Teide. Se han realizado 2 este año, una en junio y otra en octubre. Estas visitas fueron guiadas por personal experto del centro, conociendo algunos de los telescopios del observatorio y llevando a cabo observaciones con telescopio del sol y del cielo nocturno.



El Programa cuenta en la actualidad con unos 750 Amigos del IAC de la categoría sin donación y con 2 Amigos UNIVERSALES, 27 Amigos STAR y 2 Amigos COSMIC, que han donado unos 50k€. Las donaciones recibidas se han dedicado a la contratación de personal para la gestión de este programa y al desarrollo de una visita virtual a los Observatorios, cuyo producto final se pondrá a disposición del público a mediados de 2023.

4.- TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

4.a. IACTEC. Apoyo a la actividad del centro de colaboración tecnológico - empresarial del IAC

La OTAI del IAC ha continuado prestando apoyo a la Dirección del centro en la implementación de los proyectos en IACTEC, actuando el gerente como Secretario del Comité de Coordinación de IACTEC. Además, se ha continuado con el respaldo institucional para potenciar la colaboración con la industria de la ciencia, el fomento de la innovación y la diversificación de la economía, además de colaborar en la implantación de la incubadora de Alta Tecnología en Astrofísica y Espacio.

4.b. Tramitación de acuerdos de confidencialidad sobre intercambio de información tecnológica para dinamizar la colaboración con las empresas

El IAC promueve la cooperación científica y tecnológica a través de la tramitación de acuerdos para el intercambio de información confidencial, incluidas ideas para la explotación de resultados de investigación, llevar a cabo contactos con personas de otras organizaciones para desarrollar nuevas ideas o proyectos, valorar futuras colaboraciones en relación a un determinado objetivo, o con carácter general, la preservación en el ámbito confidencial de determinada información que se comparta en el marco de un proyecto de colaboración, entre otros. La OTRI es la responsable del procedimiento asociado a la firma de los NDAs,

intermediando entre la Unidad Organizativa o proyecto del IAC y la otra parte o partes, para perfilar los términos y condiciones del mismo.

Durante el año 2022, la OTAI ha tramitado más de una decena de nuevos acuerdos de confidencialidad. Hay que resaltar que la puesta en marcha de IACTEC ha propiciado un aumento importante de los acuerdos de confidencialidad firmados debido esencialmente a la propia misión de IACTEC de colaborar con el tejido empresarial para el desarrollo de tecnología. Por otra parte, se han tramitado las pertinentes solicitudes de protección de IPR, así como las solicitudes de colaboración empresarial a través de contratos de I+D.

4.c. Jornadas Técnicas de Trabajo de las OTRIs Canarias

La OTAI ha participado en las Jornadas Técnicas de trabajo de las OTRIs Canarias, un encuentro alojado en su primera edición por la Universidad de las Palmas de Gran Canaria con la asistencia de la Universidad de La Laguna,

cuyo objetivo es disponer de un foro común para entablar un acercamiento y compartir conocimiento en la gestión de resultados de investigación originados en las instituciones de investigación de Canarias, para una mejor transferencia de conocimiento.

Desde las OTRIs se gestiona, de una forma amplia, la transferencia de los resultados de investigación y conocimiento para su conversión en innovación que se pueda volcar en el tejido productivo. Este encuentro de trabajo se desarrollará de forma anual entre las diferentes entidades de investigación regionales, estando previsto que la OTAI organice la siguiente reunión en octubre de 2023.



PRODUCCIÓN CIENTÍFICA



ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO

Myth and meteorology: Essay review of “The Land of the Solstices: Myth, Geography and Astronomy in Ancient Greece, by Bilić, T.”

Belmonte J.A.
2022JHA....53..233B

Alternative ideas in cosmology

López-Corredoira, Martín; Marmet, Louis
2022IJMPD..3130014L

First Light of the Integral Field Unit of GRIS on the GREGOR Solar Telescope

Dominguez-Tagle, C. et al. (incluye a Collados, M.; Lopez, R.; Vaz Cedillo, J. J.; Vega, N.; Mato, A.; Quintero, J.; Rodriguez, H.; Regalado, S.; Gonzalez, F.)
2022JAI....1150014D

Fitting of supernovae without dark energy

López-Corredoira, M.; Calvo-Torel, J. I.
2022IJMPD..3150104L

Model selection using baryon acoustic oscillations in the final SDSS-IV release

Melia, F.; López-Corredoira, M.
2022IJMPD..3150065M

A stellar stream remnant of a globular cluster below the metallicity floor

Martin, Nicolas F. et al. (incluye a Aguado, David S.; González Hernández, Jonay I.; Allende Prieto, Carlos)
2022Natur.601...45M

Dark Energy Survey Y3 results: blending shear and redshift biases in image simulations

MacCrann, N. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.509.3371M

Dark Energy Survey Year 3 results: Cosmological constraints from galaxy clustering and weak lensing

Abbott, T. M. C. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; Kovacs, A.; DES Collaboration)
2022PhRvD.105b3520A

Dark Energy Survey Year 3 results: Cosmology from cosmic shear and robustness to data calibration

Amon, A. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; DES Collaboration)
2022PhRvD.105b3514A

Dark Energy Survey Year 3 results: Cosmology from cosmic shear and robustness to modeling uncertainty

Secco, L. F. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; DES Collaboration)
2022PhRvD.105b3515S

Dark Energy Survey Year 3 Results: Deep Field optical + near-infrared images and catalogue

Hartley, W. G. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.509.3547H

Dark Energy Survey Year 3 results: galaxy sample for BAO measurement

Carnero Rosell, A. et al.
2022MNRAS.509..778C

Dark Energy Survey Year 3 results: galaxy-halo connection from galaxy-galaxy lensing

Zacharegkas, G. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.509.3119Z

Dark Energy Survey Year 3 Results: Measuring the Survey Transfer Function with Balrog

Everett, S. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022ApJS..258...15E

Detection of the tidal deformation of WASP-103b at 3σ with CHEOPS

Barros, S. C. C. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.; Parviainen, H.)
2022A&A...657A..52B

Detections of solar-like oscillations in dwarfs and subgiants with Kepler DR25 short-cadence data

Mathur, S.; García, R. A.; Breton, S.; Santos, A. R. G.; Mosser, B.; Huber, D.; Sayeed, M.; Bugnet, L.; Chontos, A.
2022A&A...657A..31M

Editorial Appreciation

Arregui, Iñigo; Leibacher, John; Mandrini, Cristina H.; van Driel-Gesztelyi, Lidia; Wheatland, Michael S.
2022SoPh...297...11A

Empirical relations between the intensities of Lyman lines of H and He+

Gordino, M. et al. (incluye a Trujillo Bueno, J.)
2022A&A...657A..86G

Euclid preparation. XIII. Forecasts for galaxy morphology with the Euclid Survey using deep generative models

Euclid Collaboration et al. (incluye a Huertas-Company, M.; Tuccillo, D.; Rebolo, R.; Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.; Knapen, J. H.)
2022A&A...657A..90E

Euclid preparation. XV. Forecasting cosmological constraints for the Euclid and CMB joint analysis

Euclid Collaboration et al. (incluye a Hernández-Monteaigudo, C.; Rebolo, R.; Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.)
2022A&A...657A..91E

Euclid preparation. XVI. Exploring the ultra-low surface brightness Universe with Euclid/VIS

Euclid Collaboration et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.; Knapen, J. H.; Rebolo, R.)
2022A&A...657A..92E

First models of the s process in AGB stars of solar metallicity for the stellar evolutionary code ATON with a novel stable explicit numerical solver

Yagüe López, A.; García-Hernández, D. A.; Ventura, P.; Doherty, C. L.; den Hartogh, J. W.; Jones, S. W.; Lugaro, M.
2022A&A...657A..28Y

FOREVER22: galaxy formation in protocluster regions

Yajima, Hidenobu et al. (incluye a Dalla Vecchia, Claudio)
2022MNRAS.509.4037Y

From blue cloud to red sequence: evidence of morphological transition prior to star formation quenching

Sampaio, V. M.; de Carvalho, R. R.; Ferreras, I.; Aragón-Salamanca, A.; Parker, L. C.
2022MNRAS.509..567S

Gaia early DR3 systemic motions of Local Group dwarf galaxies and orbital properties with a massive Large Magellanic Cloud

Battaglia, G.; Taibi, S.; Thomas, G. F.; Fritz, T. K.
2022A&A...657A..54B

Galaxy-galaxy lensing with the DES-CMASS catalogue: measurement and constraints on the galaxy-matter cross-correlation

Lee, S. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.509.2033L

H α and He I absorption in HAT-P-32 b observed with CARMENES. Detection of Roche lobe overflow and mass loss

Czesla, S. et al. (incluye a Casasayas-Barris, N.; Pallé, E.)
2022A&A...657A...6C

Improved hydrodynamic pulsation models for the pulsating extreme helium star V652 Herculis

Jeffery, C. Simon; Montañés-Rodríguez, Pilar; Saio, Hideyuki
2022MNRAS.509.1940J

In-flight polarization angle calibration for LiteBIRD: blind challenge and cosmological implications

Krachmalnicoff, N. et al. (incluye a Genova-Santos, R. T.; Rubino-Martin, J.)
2022JCAP...01..039K

J-PLUS: Searching for very metal-poor star candidates using the SPEEM pipeline

Galarza, Carlos Andrés et al. (incluye a Allende Prieto, Carlos; Martín, Eduardo)
2022A&A...657A..35G

Observational evidence for two-component distributions describing solar magnetic bright points

Berrios Saavedra, Gerardine; Utz, Dominik; Vargas Domínguez, Santiago; Campos Rozo, José Iván; González Manrique, Sergio Javier; Gömöry, Peter; Kuckein, Christoph; Balthasar, Horst; Zelina, Peter
2022A&A...657A..79B

On the most luminous planetary nebulae of M 31

Galera-Rosillo, Rebeca; Mampaso, Antonio; Corradi, Romano L. M.; García-Rojas, Jorge; Balick, Bruce; Jones, David; Kwitter, Karen B.; Magrini, Laura; Villaver, Eva
2022A&A...657A..71G

Optical design of an image-slicer integral field unit with two output slits

Dominguez-Tagle, Carlos; Lopez, Roberto;
Collados, Manuel; Vaz Cedillo, Jacinto J.
2022JATIS...8a5002D

Optical glass selection for color corrected broadband instrumentation: an overview

Sola La Serna, Paula; Sánchez-Capuchino
Revuelta, Jorge
2022ApOpt..61A..50S

OzDES reverberation mapping program: Lag recovery reliability for 6-yr C IV analysis

Penton, A. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.509.4008P

Pisces VII: discovery of a possible satellite of Messier 33 in the DESI legacy imaging surveys

Martínez-Delgado, David; Karim, Noushin;
Charles, Emily J. E.; Boschin, Walter; Monelli,
Matteo; Collins, Michelle L. M.; Donatiello,
Giuseppe; Alfaro, Emilio J.
2022MNRAS.509...16M

Retrieving the transmission spectrum of HD 209458b using CHOCOLATE: a new chromatic Doppler tomography technique

España-Borges, E. et al. (incluye a Oshagh, M.;
Pallé, E.; Morello, G.; González Hernández, J.
I.; Allende Prieto, C.; Rebolo, R.; Suárez
Mascareño, A.)
2022A&A...657A..23E

SDSS-IV DR17: final release of MaNGA PyMorph photometric and deep-learning morphological catalogues

Dominguez Sánchez, H.; Margalef, B.;
Bernardi, M.; Huertas-Company, M.
2022MNRAS.509.4024D

Silicon in the dayside atmospheres of two ultra-hot Jupiters

Cont, D. et al. (incluye a Pallé, E.; Stangret, M.;
Morello, G.)
2022A&A...657L...2C

STEPARSYN: A Bayesian code to infer stellar atmospheric parameters using spectral synthesis

Taberner, H. M.; Marfil, E.; Montes, D.;
González Hernández, J. I.
2022A&A...657A..66T

TESS Eclipsing Binary Stars. I. Short-cadence Observations of 4584 Eclipsing Binaries in Sectors 1-26

Prša, Andrej et al. (incluye a Jones, David)
2022ApJS...258...16P

The building up of observed stellar scaling relations of massive galaxies and the connection to black hole growth in the TNG50 simulation

Varma, S.; Huertas-Company, M.; Pillepich, A.;
Nelson, D.; Rodríguez-Gomez, V.; Dekel, A.;
Faber, S. M.; Iglesias-Navarro, P.; Koo, D. C.;
Primack, J.
2022MNRAS.509.2654V

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Diagnostic capabilities of strong K I lines for photosphere and chromosphere

Fuhrmeister, B. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2022A&A...657A.125F

The LSPE-Strip beams

Realini, S. et al. (incluye a Alonso-Arias, P.)
2022JInst..17P1028R

The polarization angle in the wings of Ca I 4227: A new observable for diagnosing unresolved photospheric magnetic fields

Capozzi, Emilia; Alsina Ballester, Ernest;
Belluzzi, Luca; Trujillo Bueno, Javier
2022A&A...657A..44C

The strange case of Na I in the atmosphere of HD 209458 b. Reconciling low- and high-resolution spectroscopic observations

Morello, G.; Casasayas-Barris, N.; Orell-
Miquel, J.; Pallé, E.; Cracchiolo, G.; Micela, G.
2022A&A...657A..97M

TOI-2257 b: A highly eccentric long-period sub-Neptune transiting a nearby M dwarf

Schanche, N. et al. (incluye a Chinchilla, P.)
2022A&A...657A..45S

A 20 Second Cadence View of Solar-type Stars and Their Planets with TESS: Asteroseismology of Solar Analogs and a Recharacterization of π Men c

Huber, Daniel et al. (incluye a González-
Cuesta, Lucía; Mathur, Savita)
2022AJ...163...79H

A candidate short-period sub-Earth orbiting Proxima Centauri

Faria, J. P. et al. (incluye a Suárez
Mascareño, A.; Rebolo, R.; González
Hernández, J. I.; Pallé, E.)
2022A&A...658A.115F

A multi-planetary system orbiting the early-M dwarf TOI-1238

González-Álvarez, E. et al. (incluye a Béjar, V. J.
S.; Morello, G.; Pallé, E.)
2022A&A...658A.138G

A novel black hole mass scaling relation based on coronal gas, and its dependence with the accretion disc

Prieto, Almudena; Rodríguez-Ardila, Alberto; Panda, Swayamtrupta; Marinello, Murilo
2022MNRAS.510.1010P

Accretion processes in the galaxy cluster Hydra A/Abell 780

Girardi, M.; Boschini, W.; Nonino, M.; Innocentin, C.; De Grandi, S.
2022A&A...658A.159G

AGC 226178 and NGVS 3543: Two Deceptive Dwarfs toward Virgo

Jones, Michael G. et al. (incluye a Battaglia, Giuseppina)
2022ApJ...926L..15J

Approximate Bayesian neural Doppler imaging

Asensio Ramos, A.; Díaz Baso, C. J.; Kochukhov, O.
2022A&A...658A.162A

CO-CAVITY pilot survey: Molecular gas and star formation in void galaxies

Domínguez-Gómez, J. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.)
2022A&A...658A.124D

Convolutional Neural Networks and Stokes Response Functions

Centeno, Rebecca; Flyer, Natasha; Mukherjee, Lipi; Egeland, Ricky; Casini, Roberto; del Pino Alemán, Tanausú; Rempel, Matthias
2022ApJ...925..176C

Dark Energy Survey Year 3 results: A 2.7% measurement of baryon acoustic oscillation distance scale at redshift 0.835

Abbott, T. M. C. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; DES Collaboration)
2022PhRvD.105d3512A

Dark Energy Survey Year 3 Results: clustering redshifts - calibration of the weak lensing source redshift distributions with redMaGiC and BOSS/eBOSS

Gatti, M. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.510.1223G

Differential attenuation in star-forming galaxies at $0.3 \lesssim z \lesssim 1.5$ in the SHARDS/CANDELS field

Rodríguez-Muñoz, L. et al. (incluye a Rodríguez-Espinosa, J. M.)
2022MNRAS.510.2061R

Do AGN triggering mechanisms vary with radio power? - II. The importance of mergers as a function of radio power and optical luminosity

Pierce, J. C. S.; Tadhunter, C. N.; Gordon, Y.; Ramos Almeida, C.; Ellison, S. L.; O'Dea, C.; Grimmitt, L.; Makrygianni, L.; Bessiere, P. S.; Doña Girón, P.
2022MNRAS.510.1163P

Elemental Abundances of nearby M Dwarfs Based on High-resolution Near-infrared Spectra Obtained by the Subaru/IRD Survey: Proof of Concept

Ishikawa, Hiroyuki Tako et al. (incluye a Narita, Norio)
2022AJ....163...72I

Euclid preparation. XVII. Cosmic Dawn Survey: Spitzer Space Telescope observations of the Euclid deep fields and calibration fields

Euclid Collaboration et al. (incluye a Rebolo, R.; Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.; Tubio, O.)
2022A&A...658A.126E

Euclid: Forecasts from redshift-space distortions and the Alcock-Paczynski test with cosmic voids

Hamaus, N. et al. (incluye a Kovacs, A.; Rebolo, R.)
2022A&A...658A..20H

Exploring the S-process History in the Galactic Disk: Cerium Abundances and Gradients in Open Clusters from the OCCAM/APOGEE Sample

Sales-Silva, J. V. et al. (incluye a García-Hernández, D. A.; Masseron, T.; Machado, A.)
2022ApJ...926..154S

Feeding the spider with carbon. [CII] emission from the circumgalactic medium and active galactic nucleus

De Breuck, C.; Lundgren, A.; Emonts, B.; Kolwa, S.; Dannerbauer, H.; Lehnert, M.
2022A&A...658L...2D

Fundamental physics with ESPRESSO: Precise limit on variations in the fine-structure constant towards the bright quasar HE 0515-4414

Murphy, Michael T. et al. (incluye a Génova Santos, Ricardo; Rebolo, Rafael; Amate, Manuel; Allende Prieto, Carlos; González Hernández, Jonay I.; Suarez Mascareño, Alejandro)
2022A&A...658A.123M

Hard-state Optical Wind during the Discovery Outburst of the Black Hole X-Ray Dipper MAXI J1803-298

Mata Sánchez, D.; Muñoz-Darias, T.; Cúneo, V. A.; Armas Padilla, M.; Sánchez-Sierras, J.; Panizo-Espinar, G.; Casares, J.; Corral-Santana, J. M.; Torres, M. A. P.
2022ApJ...926L..10M

HD 207897 b: A dense sub-Neptune transiting a nearby and bright K-type star

Heidari, N. et al. (incluye a Orell-Miquel, J.; Luque, R.; Palte, E.)
2022A&A...658A..176H

J-PLUS: Spectral evolution of white dwarfs by PDF analysis

López-Sanjuan, C. et al. (incluye a Hernández-Monteagudo, C.)
2022A&A...658A..79L

Metallicities in M dwarfs: Investigating different determination techniques

Passegger, V. M. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2022A&A...658A..194P

Methodology for Predicting the Probability Distribution of the Amplitude of Solar Cycle 25

Arregui, Iñigo
2022SoPh...297...21A

Multiwavelength study of the gravitationally lensed blazar QSO B0218+357 between 2016 and 2020

Acciari, V. A. et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Karjalainen, M.; López-Oramas, A.; Otero-Santos, J.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2022MNRAS.510.2344A

NEID Rossiter-McLaughlin Measurement of TOI-1268b: A Young Warm Saturn Aligned with Its Cool Host Star

Dong, Jiayin et al. (incluye a Murgas, Felipe)
2022ApJ...926L...7D

New Constraints on the Future Evaporation of the Young Exoplanets in the V1298 Tau System

Maggio, A.; Locci, D.; Pillitteri, I.; Benatti, S.; Claudi, R.; Desidera, S.; Micela, G.; Damasso, M.; Sozzetti, A.; Suarez Mascareño, A.
2022ApJ...925..172M

New constraints on the minimum mass for thermonuclear lithium burning in brown dwarfs

Martín, E. L.; Lodieu, N.; del Burgo, C.
2022MNRAS.510.2841M

New physics in $s \rightarrow d$ semileptonic transitions: rare hyperon vs. kaon decays

Geng, Li-Sheng; Martin Camalich, Jorge; Shi, Rui-Xiang
2022JHEP...02..178G

No swan song for Sun-as-a-star helioseismology: Performances of the Solar-SONG prototype for individual mode characterisation

Breton, S. N.; Pallé, P. L.; García, R. A.; Fredslund Andersen, M.; Grundahl, F.; Christensen-Dalsgaard, J.; Kjeldsen, H.; Mathur, S.
2022A&A...658A..27B

Observed versus simulated halo c -Mvir relations

Leier, Dominik; Ferreras, Ignacio; Negri, Andrea; Saha, Prasenjit
2022MNRAS.510L...4L

Observed versus simulated halo c -Mvir relations

Leier, Dominik; Ferreras, Ignacio; Negri, Andrea; Saha, Prasenjit
2022MNRAS.510L..24L

On the orbital velocity of isolated galaxy pairs: a test of gravity in the low acceleration regime

Scarpa, Riccardo; Falomo, Renato; Treves, Aldo
2022MNRAS.510.2167S

Preliminary analysis of the Hayabusa2 samples returned from C-type asteroid Ryugu

Yada, Toru et al. (incluye a Tatsumi, Eri)
2021NatAs...6..214Y

Probing gravity with the DES-CMASS sample and BOSS spectroscopy

Lee, S. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.509.4982L

Probing the Physics of the Solar Atmosphere with the Multi-slit Solar Explorer (MUSE). I. Coronal Heating

De Pontieu, Bart et al. (incluye a Nóbrega-Siverio, Daniel)
2022ApJ...926...52D

Probing the Physics of the Solar Atmosphere with the Multi-slit Solar Explorer (MUSE). II. Flares and Eruptions

Cheung, Mark C. M. et al. (incluye a Nóbrega-Siverio, Daniel)
2022ApJ...926...53C

Rapid contraction of giant planets orbiting the 20-million-year-old star V1298 Tau

Suárez Mascareño, A. et al. (incluye a Lodieu, N.; Béjar, V. J. S.; Rebolo, R.; Murgas, F.; González Hernández, J. I.; Cardona Guillén, C.; Toledo-Padrón, B.; Chinchilla, P.; Esparza-Borges, E.; Martín, E. L.; Nowak, G.; Oshagh, M.; Pallé, E.; Parviainen, H.)
2021NatAs...6...232S

Spectroscopic study of Ceres' collisional family candidates

Tinaut-Ruano, F.; de Leon, J.; Tatsumi, E.; Rousseau, B.; Rizos, J. L.; Marchi, S.
2022A&A...658A..64T

Spi-OPS: Spitzer and CHEOPS confirm the near-polar orbit of MASCARA-1 b and reveal a hint of dayside reflection

Hooton, M. J. et al. (incluye a Parviainen, H.; Oshagh, M.; Alonso, R.; Pallé, E.)
2022A&A...658A..75H

Stellar mergers as the origin of the blue main-sequence band in young star clusters

Wang, Chen et al. (incluye a Lennon, D. J.)
2022NatAs...6...480W

Synthetic galaxy clusters and observations based on Dark Energy Survey Year 3 Data

Varga, T. N. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.509.4865V

System parameters of three short-period cataclysmic variable stars

Wild, J. F. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2022MNRAS.509.5086W

Systematic KMTNet Planetary Anomaly Search. II. Six New $q < 2 \times 10^{-4}$ Mass-ratio Planets

Hwang, Kyu-Ha et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022AJ....163...43H

The Complex Infrared Dust Continuum Emission of NGC 1068: Ground-based N- and Q-band Spectroscopy and New Radiative Transfer Models

Victoria-Ceballos, César Ivan; González-Martín, Omaira; Fritz, Jacopo; Ramos Almeida, Cristina; López-Rodríguez, Enrique; García-Burillo, Santiago; Alonso-Herrero, Almudena; Martínez-Paredes, Mariela; Esparza-Arredondo, Donaji; Osorio-Clavijo, Natalia
2022ApJ...926..192V

The DES view of the Eridanus supervoid and the CMB cold spot

Kovács, A. et al.
2022MNRAS.510..216K

The diverse cold molecular gas contents, morphologies, and kinematics of type-2 quasars as seen by ALMA

Ramos Almeida, C. et al. (incluye a Audibert, A.; Bessiere, P. S.)
2022A&A...658A.155R

The ionised and molecular mass of post-common-envelope planetary nebulae. The missing mass problem

Santander-García, M.; Jones, D.; Alcolea, J.; Bujarrabal, V.; Wesson, R.
2022A&A...658A..17S

The K2 Galactic Archaeology Program Data Release 3: Age-abundance Patterns in C1-C8 and C10-C18

Zinn, Joel C. et al. (incluye a Mathur, Savita)
2022ApJ...926..191Z

The post-common-envelope binary central star of the planetary nebula Ou 5: a doubly eclipsing post-red-giant-branch system

Jones, David et al. (incluye a Corradi, Romano L. M.; Rodríguez-Gil, Pablo; Dhillon, Vik S.; García-Rojas, Jorge)
2022MNRAS.510.3102J

The return of the spin period in DW Cnc and evidence of new high state outbursts

Duffy, C. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2022MNRAS.510.1002D

The SAPP pipeline for the determination of stellar abundances and atmospheric parameters of stars in the core program of the PLATO mission

Gent, Matthew Raymond et al. (incluye a del Burgo, Carlos; González Hernández, Jonay I.)
2022A&A...658A.147C

The throughput calibration of the VERITAS telescopes

Adams, C. B. et al. (incluye a Nieves Rosillo, M.)
2022A&A...658A..83A

The updated BASTI stellar evolution models and isochrones - III. White dwarfs

Salaris, Maurizio; Cassisi, Santi; Pietrinferni, Adriano; Hidalgo, Sebastian
2022MNRAS.509.5197S

TOI-2285b: A 1.7 Earth-radius planet near the habitable zone around a nearby M dwarf

Fukui, Akihiko et al. (incluye a Narita, Norio; Pallé, Enric; Murgas, Felipe; Parviainen, Hannu; Kawauchi, Kiyoe; Esparza-Borges, Emma; Béjar, Víctor J. S.; Madrigal-Aguado, Alberto; Morello, Giuseppe; Orell-Miquel, Jaume; Oshagh, Mahmoudreza; Sánchez-Benavente, Manuel; Stangret, Monika)
2022PASJ...74L...1F

Transverse kink oscillations of inhomogeneous prominence threads: Numerical analysis and H α forward modelling

Martínez-Gómez, David; Soler, Roberto; Terradas, Jaume; Khomenko, Elena
2022A&A...658A.106M

Validation of 13 Hot and Potentially Terrestrial TESS Planets

Giacalone, Steven et al. (incluye a Esparza-Borges, Emma; Kawauchi, Kiyoe; Murgas, Felipe; Narita, Norio; Palle, Enric; Parviainen, Hannu)
2022AJ....163...99G

WALLABY pilot survey: H I gas disc truncation and star formation of galaxies falling into the Hydra I cluster

Reynolds, T. N. et al. (incluye a Román, J.)
2022MNRAS.510.1716R

A 38 Million Year Old Neptune-sized Planet in the Kepler Field

Bouma, L. G. et al. (incluye a Narita, N.; Fukui, A.)
2022AJ....163..121B

A high-resolution investigation of the multiphase ISM in a galaxy during the first two billion years

Dye, S. et al. (incluye a Dannerbauer, H.)
2022MNRAS.510.3734D

A modified Milne-Eddington approximation for a qualitative interpretation of chromospheric spectral lines

Dorantes-Monteagudo, A. J.; Siu-Tapia, A. L.; Quintero-Noda, C.; Orozco Suárez, D.
2022A&A...659A.156D

A pair of sub-Neptunes transiting the bright K-dwarf TOI-1064 characterized with CHEOPS

Wilson, Thomas G. et al. (incluye a Alonso, Roi; Pallé, Enric)
2022MNRAS.511.1043W

A persistent ultraviolet outflow from an accreting neutron star binary transient

Castro Segura, N. et al. (incluye a Armas Padilla, M.; Casares, J.; Cúneo, V. A.; Muñoz-Darias, T.)
2022Natur.603...52C

A tentative detection of He I in the atmosphere of GJ 1214 b

Orell-Miquel, J. et al. (incluye a Murgas, F.; Pallé, E.; Morello, G.; Stangret, M.)
2022A&A...659A..55O

A Transiting, Temperate Mini-Neptune Orbiting the M Dwarf TOI-1759 Unveiled by TESS

Espinoza, Néstor et al. (incluye a Pallé, Enric; Sánchez Béjar, Víctor J.; Morello, Giuseppe; Lodieu, Nicolas; Oshagh, Mahmoudreza; Nowak, Grzegorz)
2022AJ....163..133E

APOGEE detection of N-rich stars in the tidal tails of Palomar 5

Phillips, Siân G. et al. (incluye a Allende Prieto, Carlos; García-Hernández, D. A.)
2022MNRAS.510.3727P

Bayesian Stokes inversion with normalizing flows

Díaz Baso, C. J.; Asensio Ramos, A.; de la Cruz Rodríguez, J.
2022A&A...659A.165D

Black Mirror: The impact of rotational broadening on the search for reflected light from 51 Pegasi b with high resolution spectroscopy

Spring, E. F.; Birkby, J. L.; Pino, L.; Alonso, R.; Hoyer, S.; Young, M. E.; Coelho, P. R. T.; Nespral, D.; López-Morales, M.
2022A&A...659A.121S

Characterization of two-level system noise for a microwave kinetic inductance detector comprising niobium film on a silicon substrate

Sueno, Y.; Honda, S.; Kutsuma, H.; Mima, S.; Otani, C.; Oguri, S.; Suzuki, J.; Tajima, O.
2022PTEP.2022c3H01S

CHEOPS geometric albedo of the hot Jupiter HD 209458 b

Brandeker, A. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.)
2022A&A...659L...4B

Combined searches for dark matter in dwarf spheroidal galaxies observed with the MAGIC telescopes, including new data from Coma Berenices and Draco

Acciari, V. A. et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Karjalainen, M.; López-Oramas, A.; Otero-Santos, J.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2022PDU....3500912A

Dark matter annihilation and the Galactic Centre Excess

Grand, Robert J. J.; White, Simon D. M.
2022MNRAS.511L..55G

Detailed Chemical Abundances for a Benchmark Sample of M Dwarfs from the APOGEE Survey

Souto, Diogo et al. (incluye a Prieto, C. Allende; García-Hernández, D. A.; Masseron, Thomas; Zamora, Olga)
2022ApJ...927..123S

Detection of iron emission lines and a temperature inversion on the dayside of the ultra-hot Jupiter KELT-20b

Yan, F. et al. (incluye a Pallé, E.; Stangret, M.; Morello, G.)
2022A&A...659A...7Y

Discovery and mass measurement of the hot, transiting, Earth-sized planet, GJ 3929 b

Kemmer, J. et al. (incluye a Narita, N.; Pallé, E.; Béjar, V. J. S.; Fukui, A.)
2022A&A...659A..17K

Enhanced Channel Calibration for the Image Sensor of the TuMag Instrument

Magdaleno, Eduardo; Rodríguez Valido, Manuel; Hernández, David; Balaguer, María; Ruiz Cobo, Basilio; Orozco Suárez, David; Álvarez García, Daniel; González, Argelio Mauro
2022Senso..22.2078M

Gradients of chemical abundances in the Milky Way from H II regions: distances derived from Gaia EDR3 parallaxes and temperature inhomogeneities

Méndez-Delgado, J. E.; Amayo, A.; Arellano-Córdova, K. Z.; Esteban, C.; García-Rojas, J.; Carigi, L.; Delgado-Inglada, G.
2022MNRAS.510.4436M

HARMONI view of the host galaxies of active galactic nuclei around cosmic noon. Resolved stellar morpho-kinematics and the MBH - σ_* relation

García-Lorenzo, B.; Monreal-Ibero, A.; Pereira-Santaella, M.; Thatte, N.; Ramos Almeida, C.; Galbany, L.; Mediavilla, E.
2022A&A...659A..79G

HATS-74Ab, HATS-75b, HATS-76b, and HATS-77b: Four Transiting Giant Planets Around K and M Dwarfs

Jordán, Andrés et al. (incluye a Fukui, A.; Kawauchi, K.; Murgas, F.; Narita, Norio; Palle, E.; Parvianen, H.)
2022AJ....163..125J

Investigating the Blazar TXS 0506+056 through Sharp Multiwavelength Eyes During 2017-2019

Acciari, V. A. et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Nievas Rosillo, M.; Otero-Santos, J.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2022ApJ...927..197A

J-PLUS: Stellar parameters, C, N, Mg, Ca, and $[\alpha/Fe]$ abundances for two million stars from DR1

Yang, Lin et al. (incluye a Hernández-Monteagudo, Carlos)
2022A&A...659A.181Y

J-PLUS: Support vector machine applied to STAR-GALAXY-QSO classification

Wang, C. et al. (incluye a Martín, E. L.; Hernández-Monteagudo, C.)
2022A&A...659A.144W

K2-99 revisited: a non-inflated warm Jupiter, and a temperate giant planet on a 522-d orbit around a subgiant

Smith, A. M. S. et al. (incluye a Mathur, S.; Nowak, G.; Pérez Hernández, F.; Deeg, H. J.; Palle, E.)
2022MNRAS.510.5035S

Land- and Skyscapes of the Camino de Santiago: An Astronomy and World Heritage Sustainable Approach

Urrutia-Aparicio, M.; Belmonte, J. A.; González-García, A. C.
10.3390/su14053047

LeMMINGs - IV. The X-ray properties of a statistically complete sample of the nuclei in active and inactive galaxies from the Palomar sample

Williams, D. R. A. et al. (incluye a Knapen, J. H.)
2022MNRAS.510.4909W

Lensing without borders - I. A blind comparison of the amplitude of galaxy-galaxy lensing between independent imaging surveys

Leauthaud, A. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.510.6150L

Mapping the Three-dimensional Ly α Forest Large-scale Structure in Real and Redshift Space

Sinigaglia, Francesco; Kitaura, Francisco-Shu; Balaguera-Antolínez, Andrés; Shimizu, Ikkoh; Nagamine, Kentaro; Sánchez-Benavente, Manuel; Ata, Metin
2022ApJ...927..230S

Moderately misaligned orbit of the warm sub-Saturn HD 332231 b

Sedaghati, E. et al. (incluye a Palle, E.)
2022A&A...659A..44S

Multiwavelength optical and NIR variability analysis of the Blazar PKS 0027-426

Guise, E. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.510.3145G

MUSE spectroscopy of planetary nebulae with high abundance discrepancies

García-Rojas, J.; Morisset, C.; Jones, D.; Wesson, R.; Boffin, H. M. J.; Monteiro, H.; Corradi, R. L. M.; Rodríguez-Gil, P.
2022MNRAS.510.5444G

Near-IR narrow-band imaging with CIRCE at the Gran Telescopio Canarias: Searching for Ly α -emitters at $z \sim 9.3$

Cabello, C. et al. (incluye a Herrero, A.; Rodríguez-Espinosa, J. M.)
2022A&A...659A.116C

Novel framework for the three-dimensional NLTE inverse problem

Štěpán, Jiří; del Pino Alemán, Tanausú; Trujillo Bueno, Javier
2022A&A...659A.137S

OGLE-2014-BLG-0319: A Sub-Jupiter-mass Planetary Event Encountered Degeneracy with Different Mass Ratios and Lens-source Relative Proper Motions

Miyazaki, Shota et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022AJ...163..123M

Pebbles and sand on asteroid (162173) Ryugu: In situ observation and particles returned to Earth

Tachibana, S. et al. (incluye a Tatsumi, E.)
2022Sci...375.1011T

Recent Applications of Bayesian Methods to the Solar Corona

Arregui, I.
10.3389/fspas.2022.82694

Recurrent Strong Outbursts of an EXor-like Young Eruptive Star Gaia20eae

Cruz-Sáenz de Miera, Fernando et al. (incluye a García-Álvarez, David)
2022ApJ...927..125C

RR Lyrae Stars and Anomalous Cepheids as Population Tracers in Local Group Galaxies

Monelli, Matteo; Fiorentino, Giuliana
2022Univ....8..191M

Searching for nova shells around cataclysmic variables - II. A second campaign

Sahman, D. I.; Dhillon, V. S.
2022MNRAS.510.4180S

Spectropolarimetric observations of the solar atmosphere in the H α 6563 Å line

Jaume Bestard, J.; Trujillo Bueno, J.; Bianda, M.; Štěpán, J.; Ramelli, R.
2022A&A...659A.179J

Structural parameters of 389 local open clusters

Tarricq, Y.; Soubiran, C.; Casamiquela, L.; Castro-Ginard, A.; Olivares, J.; Miret-Roig, N.; Galli, P. A. B.
2022A&A...659A..59T

Study of chemically peculiar stars - I. High-resolution spectroscopy and K2 photometry of Am stars in the region of M44

Joshi, Santosh et al. (incluye a Mathur, S.)
2022MNRAS.510.5854J

Survey of Surveys. I. The largest compilation of radial velocities for the Galaxy

Tsantaki, M. et al. (incluye a Gallart, C.; Battaglia, G.; Masseron, T.)
2022A&A...659A..95T

TESS Giants Transiting Giants. II. The Hottest Jupiters Orbiting Evolved Stars

Grunblatt, Samuel K. et al. (incluye a Nowak, Grzegorz; Deeg, Hans J.)
2022AJ....163..120G

The atmosphere and architecture of WASP-189 b probed by its CHEOPS phase curve

Deline, A. et al. (incluye a Parviainen, H.; Alonso, R.; Pallé, E.)
2022A&A...659A..74D

The Influence of 10 Unique Chemical Elements in Shaping the Distribution of Kepler Planets

Wilson, Robert F. et al. (incluye a García-Hernández, D. A.)
2022AJ....163..128W

The multifarious ionization sources and disturbed kinematics of extraplanar gas in five low-mass galaxies

Rautio, R. P. V.; Watkins, A. E.; Comerón, S.; Salo, H.; Díaz-García, S.; Janz, J.
2022A&A...659A.153R

The Observed Evolution of the Stellar Mass-Halo Mass Relation for Brightest Central Galaxies

Golden-Marx, Jesse B. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022ApJ...928...28G

The Principle of Maximum Entropy and the Distribution of Mass in Galaxies

Sánchez Almeida, Jorge
2022Univ....8..214S

The Pristine survey - XV. A CFHT ESPaDONS view on the Milky Way halo and disc populations

Lucchesi, R. et al. (incluye a González Hernández, J. I.)
2022MNRAS.511.1004L

The synchrony of production and escape: half the bright Ly α emitters at $z \approx 2$ have Lyman continuum escape fractions ≈ 50

Naidu, Rohan P. et al. (incluye a Calhau, João)
2022MNRAS.510.4582N

TOI-530b: a giant planet transiting an M-dwarf detected by TESS

Gan, Tianjun et al. (incluye a Fukui, Akihiko; Murgas, Felipe; Esparza-Borges, Emma; Narita, Norio; Palle, Enric; Parviainen, Hannu)
2022MNRAS.511...83G

Transit timing variations of AU Microscopii b and c

Szabó, Gy. M. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.)
2022A&A...659L...7S

Transit timings variations in the three-planet system: TOI-270

Kaye, Laurel et al. (incluye a Parviainen, Hannu; Palle, Enric)
2022MNRAS.510.5464K

UNITSIM-Galaxies: data release and clustering of emission-line galaxies

Knebe, Alexander; Lopez-Cano, Daniel; Avila, Santiago; Favole, Ginevra; Stevens, Adam R. H.; Gonzalez-Perez, Violeta; Reyes-Peraza, Guillermo; Yepes, Gustavo; Chuang, Chia-Hsun; Kitaura, Francisco-Shu
2022MNRAS.510.5392K

Velocity dispersion and dynamical masses for 388 galaxy clusters and groups.

Calibrating the MSZ – Mdyn scaling relation for the PSZ2 sample

Aguado-Barahona, A.; Rubiño-Martín, J. A.; Ferragamo, A.; Barrera, R.; Streblyanska, A.; Tramonte, D.
2022A&A...659A.126A

A low-eccentricity migration pathway for a 13-h-period Earth analogue in a four-planet system

Serrano, Luisa Maria et al. (incluye a Deeg, Hans J.; Luque, Rafael; Murgas, Felipe; Palle, Enric)
2022NatAs...6..736S

A Second Planet Transiting LTT 1445A and a Determination of the Masses of Both Worlds

Winters, Jennifer G. et al. (incluye a Murgas, Felipe)
2022AJ....163..168W

A statistical study of the optical spectral variability in gamma-ray blazars

Otero-Santos, J.; Acosta-Pulido, J. A.; Becerra González, J.; Luashvili, A.; Castro Segura, N.; González-Martín, O.; Raiteri, C. M.; Carnerero, M. I.
2022MNRAS.511.5611O

Abundance of LIGO/Virgo Black Holes from Microlensing Observations of Quasars with Reverberation Mapping Size Estimates

Esteban-Gutiérrez, A.; Agües-Paszowski, N.; Mediavilla, E.; Jiménez-Vicente, J.; Muñoz, J. A.; Heydenreich, S.
2022ApJ...929..123E

Accelerating Non-LTE Synthesis and Inversions with Graph Networks

Vicente Arévalo, A.; Asensio Ramos, A.; Esteban Pozuelo, S.
2022ApJ...928..101V

Accurate Metallicities for Very Metal-poor Stars from the Ca II Infrared Triplet

Martinez Osorio, Yeisson; Aguado, David S.; Prieto, Carlos Allende; Hubeny, Ivan; González Hernández, Jonay I.
2022ApJ...928..173O

Black hole virial masses from single-epoch photometry. The miniJPAS test case

Chaves-Montero, J. et al. (incluye a Hernández-Monteaugudo, C.)
2022A&A...660A..95C

Carbon Abundances in Compact Galactic Planetary Nebulae: An Ultraviolet Spectroscopic Study with the Space Telescope Imaging Spectrograph (STIS)

Stanghellini, Letizia; Bushra, Rafia; Shaw, Richard A.; Dell'Agli, Flavia; García-Hernández, D. A.; Ventura, Paolo
2022ApJ...929..148S

CaRM: Exploring the chromatic Rossiter-McLaughlin effect. The cases of HD 189733b and WASP-127b

Cristo, E. et al. (incluye a Casasayas-Barris, N.; Oshagh, M.; Rebolo, R.; Esparza-Borges, E.; González Hernández, J. I.; Palle, E.; Suárez Mascareño, A.)
2022A&A...660A..52C

Construction of coronal hole and active region magnetohydrostatic solutions in two dimensions: Force and energy balance

Terradas, J.; Soler, R.; Oliver, R.; Antolin, P.; Arregui, I.; Luna, M.; Pliantschitsch, I.; Soubrié, E.; Ballester, J. L.
2022A&A...660A.136T

Dark Energy Survey Year 3 results: Exploiting small-scale information with lensing shear ratios

Sánchez, C. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; DES Collaboration)
2022PhRvD.105h3529S

Dark Energy Survey Year 3 results: galaxy clustering and systematics treatment for lens galaxy samples

Rodríguez-Monroy, M. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.511.2665R

Dark energy survey year 3 results: High-precision measurement and modeling of galaxy-galaxy lensing

Prat, J. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; DES Collaboration)
2022PhRvD.105h3528P

Dark Energy Survey Year 3 results: marginalization over redshift distribution uncertainties using ranking of discrete realizations

Cordero, Juan P. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.511.2170C

DeSIRE: Departure coefficient aided Stokes Inversion based on Response functions

Ruiz Cobo, B.; Quintero Noda, C.; Gafeira, R.; Uitenbroek, H.; Orozco Suárez, D.; Páez Mañá, E. 2022A&A...660A..37R

Detection of Gravitational Redshift in Open Cluster Nondegenerate Stars

Gutiérrez, Carlos M.; Ramos-Chernenko, Nataliya
2022ApJ...929...29G

Estimating fundamental parameters of nearby M dwarfs from SPIRou spectra

Cristofari, P. I. et al. (incluye a Masseron, T.)
2022MNRAS.511.1893C

Estimation of Nitrogen-to-Iron Abundance Ratios from Low-Resolution Spectra

Kim, Changmin; Lee, Young Sun; Beers, Timothy C.; Masseron, Thomas
2022JKAS...55...23K

Euclid: Constraining ensemble photometric redshift distributions with stacked spectroscopy

Cagliari, M. S. et al. (incluye a Rebolo, R.)
2022A&A...660A...9C

From Naked Spheroids to Disk Galaxies: How Do Massive Disk Galaxies Shape Their Morphology?

Costantin, Luca et al. (incluye a Méndez-Abreu, Jairo; Huertas-Company, Marc; Balcells, Marc)
2022ApJ...929..121C

Identifying blue large amplitude pulsators from Gaia DR2 and ZTF DR3

McWhirter, Paul Ross; Lam, Marco C.
2022MNRAS.511.4971M

Implications for galaxy formation models from observations of globular clusters around ultradiffuse galaxies

Saifollahi, Teymoo; Zaritsky, Dennis; Trujillo, Ignacio; Peletier, Reynier F.; Knapen, Johan H.; Amorisco, Nicola; Beasley, Michael A.; Donnerstein, Richard
2022MNRAS.511.4633S

Integrated Molar Absorptivity of Mid- and Far-Infrared Spectra of Alanine and a Selection of Other Five Amino Acids of Astrobiological Relevance

Iglesias-Groth, Susana; Cataldo, Franc
2022AsBio..22..462I

Investigating the architecture and internal structure of the TOI-561 system planets with CHEOPS, HARPS-N, and TESS

Lacedelli, G. et al. (incluye a Pallé, E.; Alonso, R.; Esparza-Borges, E.; Murgas, F.; Narita, N.)
2022MNRAS.511.4551L

Investigation of the upper atmosphere in ultra-hot Jupiter WASP-76 b with high-resolution spectroscopy

Kawauchi, Kiyoe; Narita, Norio; Sato, Bun'ei; Kawashima, Yui
2022PASJ...74..225K

Limiting the Abundance of LIGO/Virgo Black Holes with Microlensing Observations of Quasars of Finite Size

Esteban-Gutiérrez, A.; Mediavilla, E.; Jiménez-Vicente, J.; Agües-Paszkowsky, N.; Muñoz, J. A.; Heydenreich, S.
2022ApJ...929L..17E

Limits on the Hard X-Ray Emission From the Periodic Fast Radio Burst FRB 180916. J0158+65

Laha, Sibasish et al. (incluye a Becerra González, Josefa)
2022ApJ...929..173L

Missing large-angle correlations versus even-odd point-parity imbalance in the cosmic microwave background

Sanchis-Lozano, M. -A.; Melia, F.; López-Corredoira, M.; Sanchis-Gual, N.
2022A&A...660A.121S

Parameters of the eclipsing binary α Draconis observed by TESS and SONG

Hey, Daniel R. et al. (incluye a Pallé, Pere L.)
2022MNRAS.511.2648H

Photometric Signature of Ultraharmonic Resonances in Barred Galaxies

Krishnarao, Dhanesh et al. (incluye a Aguerri, J. Alfonso L.)
2022ApJ...929..112K

Planet Hunters TESS IV: a massive, compact hierarchical triple star system TIC 470710327

Eisner, N. L. et al. (incluye a Arellano-Córdova, K. Z.; Beck, P. G.)
2022MNRAS.511.4710E

Polarization angle requirements for CMB B-mode experiments. Application to the LiteBIRD satellite

Vielva, P. et al. (incluye a Génova-Santos, R. T.; Rubino-Martin, J. A.)
2022JCAP...04..029V

Post maximum light and late time optical imaging polarimetry of type I superluminous supernova 2020znr

Poidevin, F.; Omand, C. M. B.; Pérez-Fournon, I.; Clavero, R.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Jimenez Angel, C.; Geier, S.
2022MNRAS.511.5948P

Probing into emission mechanisms of GRB 190530A using time-resolved spectra and polarization studies: synchrotron origin?

Gupta, Rahul et al. (incluye a Lopez, R. R.)
2022MNRAS.511.1694G

Proton acceleration in thermonuclear nova explosions revealed by gamma rays

Acciari, V. A. et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Maggio, C.; Moreno, V.; Nievas Rosillo, M.; Otero-Santos, J.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2022NatAs...6..689A

Quantifying radial migration in the Milky Way: inefficient over short time-scales but essential to the very outer disc beyond 15 kpc

Lian, Jianhui et al. (incluye a Garcia-Hernandez, D. A.)
2022MNRAS.511.5639L

Radio emission in a nearby, ultra-cool dwarf binary: A multifrequency study

Climont, J. B. et al. (incluye a Rebolo, R.; Béjar, V. J. S.)
2022A&A...660A..65C

Relentless and complex transits from a planetesimal debris disc

Farihi, J. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2022MNRAS.511.1647F

Scalar resonance in graviton-graviton scattering at high-energies: The graviball

Blas, D.; Martin Camalich, J.; Oller, J. A.
2022PhLB..82736991B

Scintillation effects and the optimal sequence of deformable mirrors in multi-conjugate adaptive optics

van Dam, Marcos A.; Femenía Castell, Bruno; Martín Hernando, Yolanda; Núñez Cagigal, Miguel; Montoya, Luzma M.; Schmidt, Dirk
10.1117/1.JATIS.7.4.049002

SEGUE-2: Old Milky Way Stars Near and Far

Rockosi, Constance M. et al. (incluye a Allende Prieto, Carlos; López-Corredoira, Martín)
2022ApJS..259...60R

SOAR/Goodman Spectroscopic Assessment of Candidate Counterparts of the LIGO/Virgo Event GW190814

Tucker, D. L. et al. (incluye a Casares, J.)
2022ApJ...929..115T

Spectral study of the diffuse synchrotron source in the galaxy cluster Abell 523

Vacca, Valentina et al. (incluye a Boschin, Walter)
2022MNRAS.511.3389V

Spectroscopic observations of V455 Andromedae superoutburst in 2007: The most exotic spectral features in dwarf nova outbursts

Tampo, Yusuke et al. (incluye a Narita, Norio)
2022PASJ...74..460T

Stellar masses, sizes, and radial profiles for 465 nearby early-type galaxies: An extension to the Spitzer survey of stellar structure in Galaxies (S4G)

Watkins, A. E. et al. (incluye a Díaz-García, S.; Comerón, S.; Knapen, J. H.)
2022A&A...660A..69W

The Ariel 0.6 - 7.8 μm stellar limb-darkening coefficients

Morello, Giuseppe; Danielski, Camilla; Sarkar, Subhajt
2022ExA....53..533M

The bright extragalactic ALMA redshift survey (BEARS) I: redshifts of bright gravitationally lensed galaxies from the Herschel ATLAS

Urquhart, S. A. et al. (incluye a Dannerbauer, H.; Jin, S.; Perez-Fournon, I.)
2022MNRAS.511.3017U

The Cetus-Palca stream: A disrupted small dwarf galaxy. A prequel to the science possible with WEAVE with precise spectrophotometric distances

Thomas, Guillaume F.; Battaglia, Giuseppina
2022A&A...660A..29T

The completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: cosmological implications from multitracer BAO analysis with galaxies and voids

Zhao, Cheng et al. (incluye a Kitaura, Francisco-Shu)
2022MNRAS.511.5492Z

The dark side of galaxy stellar populations - I. The stellar-to-halo mass relation and the velocity dispersion-halo mass relation

Scholz-Díaz, Laura; Martín-Navarro, Ignacio; Falcón-Barroso, Jesús
2022MNRAS.511.4900S

The Evolution of AGN Activity in Brightest Cluster Galaxies

Somboonpanyakul, T. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022AJ....163..146S

The Fornax3D project: The environmental impact on gas metallicity gradients in Fornax cluster galaxies

Lara-López, M. A. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; Martín-Navarro, I.)
2022A&A...660A.105L

The Gravitational-wave Optical Transient Observer (GOTO): prototype performance and prospects for transient science

Steeeghs, D. et al. (incluye a Dhillon, V.; Pallé, E.; Mata-Sanchez, D.)
2022MNRAS.511.2405S

The nature of the Cygnus extreme B supergiant 2MASS J20395358+4222505

Herrero, A. et al. (incluye a Lennon, D. J.; Simón-Díaz, S.)
2022MNRAS.511.3113H

The Photo-Astrometric vertical tracer density of the Milky Way - I. The method

Everall, Andrew; Evans, N. Wyn; Belokurov, Vasily; Boubert, Douglas; Grand, Robert J. J.
2022MNRAS.511.2390E

The photo-astrometric vertical tracer density of the Milky Way - II. Results from Gaia

Everall, Andrew; Belokurov, Vasily; Evans, N. Wyn; Boubert, Douglas; Grand, Robert J. J.
2022MNRAS.511.3863E

The Seventeenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: Complete Release of MaNGA, MaStar, and APOGEE-2 Data

Abdurro'uf et al. (incluye a Allende Prieto, Carlos; García-Hernández, D. A.; Huertas-Company, Marc; Knapen, Johan H.; Manchado, Arturo; Masseron, Thomas; Mathur, Savita; Osorio, Yeisson; Perez-Fournon, Ismael; Poidevin, Frédérick; Sarmiento, Regina; Zamora, Olga)
2022ApJS..259...35A

The X-shooter Spectral Library (XSL): Data Release 3

Verro, K. et al. (incluye a Vazdekis, A.; Falcón-Barroso, J.)
2022A&A...660A...34V

Tomography of the environment of the COSMOS/AzTEC-3 submillimeter galaxy at $z \sim 5.3$ revealed by Ly α and MUSE observations

Guaita, L. et al. (incluye a Dannerbauer, H.)
2022A&A...660A.137G

Ultralight bosonic dark matter in white dwarfs and potential observational consequences

Sanchis-Gual, Nicolas; Izquierdo, Paula
2022PhRvD.105h4023S

A 62-minute orbital period black widow binary in a wide hierarchical triple

Burdge, Kevin B. et al. (incluye a Dhillon, V. S.; Rodríguez-Gil, Pablo)
2022Natur.605...41B

A glint in the eye: Photographic plate archive searches for non-terrestrial artefacts

Villarroel, Beatriz; Mattsson, Lars; Guergouri, Hichem; Solano, Enrique; Geier, Stefan; Dom, Onyeuwaoma Nnaemeka; Ward, Martin J.
2022AcAau.194..106V

A Misfired Outburst in the Neutron Star X-Ray Binary Centaurus X-4

Baglio, M. C. et al. (incluye a Muñoz-Darias, T.)
2022ApJ...930...20B

A new and Homogeneous metallicity scale for Galactic classical Cepheids. II. Abundance of iron and α elements

da Silva, R. et al. (incluye a Monelli, M.)
2022A&A...661A.104D

A Possible Alignment Between the Orbits of Planetary Systems and their Visual Binary Companions

Christian, Sam et al. (incluye a Esparza-Borges, Emma; Fukui, Akihiko; Murgas, Felipe; Narita, Norio; Parviainen, Hannu)
2022AJ....163..207C

A Radial Velocity Study of the Planetary System of π Mensae: Improved Planet Parameters for π Mensae c and a Third Planet on a 125 Day Orbit

Hatzes, Artie P. et al. (incluye a Palle, Enric; Nowak, Grzegorz; Narita, Norio; Mathur, Savita; Deeg, Hans J.; González Cuesta, Lucía)
2022AJ....163..223H

A Radio, Optical, UV, and X-Ray View of the Enigmatic Changing-look Active Galactic Nucleus 1ES 1927+654 from Its Pre- to Postflare States

Laha, Sibasish et al. (incluye a Becerra Gonzalez, Josefa; Acosta-Pulido, J. A.)
2022ApJ...931....5L

A Tentative 114 minute Orbital Period Challenges the Ultracompact Nature of the X-Ray Binary 4U 1812-12

Armas Padilla, Montserrat; Rodríguez-Gil, Pablo; Muñoz-Darias, Teo; Torres, Manuel A. P.; Casares, Jorge; Degenaar, Nathalie; Dhillon, Vik S.; Heinke, Craig O.; Littlefair, Stuart P.; Marsh, Thomas R.
2022ApJ...931L...9A

Apophis Planetary Defense Campaign

Reddy, Vishnu et al. (incluye a Alarcon, Miguel R.; de León, Julia; Licandro, Javier; Medeiros, Hissa; Morate, David; Pérez-Toledo, Fabricio; Serra-Ricart, Miquel)
2022PSJ.....3..123R

Asphaltenes as model compounds of the UIBs/AIBs detected in various astrophysical objects. Part 1 – Petroleum asphaltenes carbonization

Cataldo, Franco; García-Hernández, D. Aníbal; Manchado, Arturo
2022FNCN...30..571C

Cold and hot gas distribution around the Milky-Way - M31 system in the HESTIA simulations

Damle, Mitali et al. (incluye a Grand, Robert J. J.)
2022MNRAS.512.3717D

Collision of protostellar jets in the star-forming region IC 1396N. Analysis of knot proper motions

López, Rosario; Estalella, Robert; Beltrán, María T.; Massi, Fabrizio; Acosta-Pulido, José A.; Girart, Josep M.
2022A&A...661A.106L

Comparison of hydrostatic and lensing cluster mass estimates: A pilot study in MACS J0647.7+7015

Ferragamo, A.; Macías-Pérez, J. F.; Pelgrims, V.; Ruppin, F.; De Petris, M.; Mayet, F.; Muñoz-Echeverría, M.; Perotto, L.; Pointecouteau, E.
2022A&A...661A..65F

Dark Energy Survey Year 3 Results: Three-point shear correlations and mass aperture moments

Secco, L. F. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022PhRvD.105j3537S

Detection of CO emission lines in the dayside atmospheres of WASP-33b and WASP-189b with GIANO

Yan, F. et al. (incluye a Pallé, E.; Stangret, M.)
2022A&A...661L...6Y

High and low Sérsic index bulges in Milky Way- and M31-like galaxies: origin and connection to the bar with TNG50

Gargiulo, Ignacio D. et al. (incluye a Grand, R. J. J.)
2022MNRAS.512.2537G

Hunting extreme BL Lacertae blazars with Fermi-Large Area Telescope

Nievas Rosillo, M.; Domínguez, A.; Chiaro, G.; La Mura, G.; Brill, A.; Paliya, V. S.
2022MNRAS.512..137N

Inferring the helium abundance of extragalactic globular clusters using integrated spectra

Leath, H. J.; Beasley, M. A.; Vazdekis, A.; Salvador-Rusiñol, N.; Gvozdenko, A.
2022MNRAS.512..548L

Interpolation of spectra from 3D model atmospheres

Bertran de Lis, S.; Allende Prieto, Carlos; Ludwig, H. -G.; Koesterke, L.
2022A&A...661A..76B

Low-metallicity globular clusters in the low-mass isolated spiral galaxy NGC 2403

Forbes, Duncan A.; Ferré-Mateu, Anna; Gannon, Jonah S.; Romanowsky, Aaron J.; Carlin, Jeffrey L.; Brodie, Jean P.; Day, Jacob
2022MNRAS.512..802F

Lucky imaging speckle statistics applied to halo suppression

Cagigal, Manuel P.; Valle, Pedro J.; Canales, Vidal F.; Cagigas, Miguel A
2022MNRAS.512.2402C

Measuring the mass of the black widow PSR J1555-2908

Kennedy, M. R. et al. (incluye a Mata Sánchez, D.; Dhillon, V. S.)
2022MNRAS.512.3001K

Modelling simple stellar populations in the near-ultraviolet to near-infrared with the X-shooter Spectral Library (XSL)

Verro, K. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; Vazdekis, A.)
2022A&A...661A..50V

Nodal precession of WASP-33b for 11 yr by Doppler tomographic and transit photometric observations

Watanabe, Noriharu et al. (incluye a Narita, Norio; Palle, Enric; Fukui, Akihiko; Parviainen, Hannu; Murgas, Felipe; Esparza-Borges, Emma; Kawauchi, Kiyoe)
2022MNRAS.512.4404W

On the orbital velocity of isolated galaxy pairs: II accurate MOND predictions

Scarpa, Riccardo; Falomo, Renato; Treves, Aldo
2022MNRAS.512..544S

Physical and dynamical characterization of hyperbolic comet C/2017 U7 (PANSTARRS)

Evangelista-Santana, M.; Carvano, J. M.; De Prá, M.; de la Fuente Marcos, R.; Schambeau, C.; Licandro, J.; de la Fuente Marcos, C.; Souza-Feliciano, A. C.; Pinilla-Alonso, N.
2022Icar..37714834E

Progenitor and close-in circumstellar medium of type II supernova 2020fqv from high-cadence photometry and ultra-rapid UV spectroscopy

Tinyanont, Samaporn et al. (incluye a Jimenez Angel, C. E.; Pérez-Fournon, I.; Poidevin, F.)
2022MNRAS.512.2777T

Properties of the Be-type stars in 30 Doradus

Dufton, P. L.; Lennon, D. J.; Villaseñor, J. I.; Howarth, I. D.; Evans, C. J.; de Mink, S. E.; Sana, H.; Taylor, W. D.
2022MNRAS.512.3331D

Quantifying the cool ISM in radio AGNs: evidence for late-time retriggering by galaxy mergers and interactions

Bernhard, E.; Tadhunter, C. N.; Pierce, J. C. S.; Dicken, D.; Mullaney, J. R.; Morganti, R.; Ramos Almeida, C.; Daddi, E.
2022MNRAS.512...86B

Resurfacing processes constrained by crater distribution on Ryugu

Takaki, Naofumi et al. (incluye a Tatsumi, Eri)
2022Icar...37714911T

Simultaneous View of FRB 180301 with FAST and NICER during a Bursting Phase

Laha, Sibasish et al. (incluye a Becerra González, Josefa)
2022ApJ...930..172L

Solar H α excess during Solar Cycle 24 from full-disk filtergrams of the Chromospheric Telescope

Diercke, A.; Kuckein, C.; Cauley, P. W.; Poppenhäger, K.; Alvarado-Gómez, J. D.; Dineva, E.; Denker, C.
2022A&A...661A.107D

Spatially resolved evidence of the impact of quasar-driven outflows on recent star formation: the case of Mrk 34

Bessiere, P. S.; Ramos Almeida, C.
2022MNRAS.512L...54B

Spectroscopic analysis tool for intEgraL fieLd unit daTacubEs (SATELLITE): case studies of NGC 7009 and NGC 6778 with MUSE

Akras, S. et al. (incluye a García-Rojas, J.; Jones, D.)
2022MNRAS.512.2202A

Stellar dynamics and dark matter in Local Group dwarf galaxies

Battaglia, Giuseppina; Nipoti, Carlo
2022NatAs...6..659B

Strong CO absorption features in massive ETGs

Eftekhari, Elham; La Barbera, Francesco; Vazdekis, Alexandre; Allende Prieto, Carlos; Knowles, Adam Thoma
2022MNRAS.512..378E

TESS asteroseismology of the Kepler red giants

Stello, Dennis et al. (incluye a Mathur, Savita)
2022MNRAS.512.1677S

The cosmic web connection to the dark matter halo distribution through gravity

Kitaura, F. -S.; Balaguera-Antolínez, A.; Sinigaglia, F.; Pellejero-Ibáñez, M.
2022MNRAS.512.2245K

The Donor of the Black Hole X-Ray Binary MAXI J1820+070

Mikołajewska, Joanna; Zdziarski, Andrzej A.; Ziółkowski, Janusz; Torres, Manuel A. P.; Casares, Jorge
2022ApJ...930....9M

The early afterglow of GRB 190829A

Dichiara, S. et al. (incluye a Rebolo, R.; Serra, M.)
2022MNRAS.512.2337D

The Gaia-ESO Survey: The analysis of the hot-star spectra

Blomme, R. et al. (incluye a Simón-Díaz, S.; Holgado, G.)
2022A&A...661A.120B

The Open Cluster Chemical Abundances and Mapping Survey. VII. APOGEE DR17 [C/N]-Age Calibration

Spoor, Taylor et al. (incluye a García-Hernández, D. A.)
2022AJ....163..229S

TOI-1670 b and c: An Inner Sub-Neptune with an Outer Warm Jupiter Unlikely to Have Originated from High-eccentricity Migration

Tran, Quang H. et al. (incluye a Palles, Enric; Nowak, Grzegorz; Deeg, Hans J.)
2022AJ....163..225T

(Re)Solving reionization with Ly α : how bright Ly α Emitters account for the $z \approx 2-8$ cosmic ionizing background

Matthee, Jorryt et al. (incluye a Calhau, João)
2022MNRAS.512.5960M

A Close-in Puffy Neptune with Hidden Friends: The Enigma of TOI 620

Reefe, Michael A. et al. (incluye a Palles, Enric; Parviainen, Hannu; Esparza-Borges, Emma; Fukui, Akihiko; Murgas, Felipe; Narita, Norio)
2022AJ....163..269R

A comprehensive study of the opposition effect on 15 NEOs

Ieva, S. et al. (incluye a Medeiros, H.)
2022MNRAS.513.3104I

A metamaterial with applications in broad band antennas used in radio astronomy and satellite communications

De Miguel, J.; Franceschet, C.; Realini, S.; Fuerte-Rodríguez, P.
2022*JInst..17P6041D*

A Multiwavelength Study of GRS 1716-249 in Outburst: Constraints on Its System Parameters

Saikia, Payaswini et al. (incluye a Shahbaz, Tariq) 2022*ApJ...932...385*

A study of flares in the ultra-cool regime from SPECULOOS-South

Murray, C. A. et al. (incluye a Chinchilla, P.) 2022*MNRAS.513.2615M*

About Metallicity Variations in the Local Galactic Interstellar Medium

Esteban, C.; Méndez-Delgado, J. E.; García-Rojas, J.; Arellano-Córdova, K. Z.
2022*ApJ...931...92E*

Ambipolar diffusion: Self-similar solutions and MHD code testing. Cylindrical symmetry

Moreno-Insertis, F.; Nóbrega-Siverio, D.; Priest, E. R.; Hood, A. W.
2022*A&A...662A..42M*

Characterizing eclipsing white dwarf M dwarf binaries from multiband eclipse photometry

Brown, Alex J. et al. (incluye a Dhillon, V. S.) 2022*MNRAS.513.3050B*

Chemical Cartography with APOGEE: Mapping Disk Populations with a 2-process Model and Residual Abundances

Weinberg, David H. et al. (incluye a García-Hernández, D. A.)
2022*ApJS..260...32W*

Coincidence between morphology and star formation activity through cosmic time: the impact of the bulge growth

Dimauro, Paola et al. (incluye a Huertas-Company, Marc)
2022*MNRAS.513..256D*

Convolutional neural network-reconstructed velocity for kinetic SZ detection

Tanimura, Hideki; Aghanim, Nabila; Bonjean, Victor; Zaroubi, Saleem
2022*A&A...662A..48T*

Cross-correlation of Dark Energy Survey Year 3 lensing data with ACT and Planck thermal Sunyaev-Zel'dovich effect observations. II. Modeling and constraints on halo pressure profiles

Pandey, S. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.) 2022*PhRvD.105I3526P*

Cross-correlation of Dark Energy Survey Year 3 lensing data with ACT and Planck thermal Sunyaev-Zel'dovich effect observations. I. Measurements, systematics tests, and feedback model constraints

Gatti, M. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.) 2022*PhRvD.105I3525G*

Dark Energy Survey Year 3 results: Cosmology from combined galaxy clustering and lensing validation on cosmological simulations

DeRose, J. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.) 2022*PhRvD.105I3520D*

Discovery and characterization of five new eclipsing AM CVn systems

van Roestel, J. et al. (incluye a Dhillon, V. S.) 2022*MNRAS.512.5440V*

Distant trans-Neptunian object candidates from NASA's TESS mission scrutinized: fainter than predicted or false positives?

de la Fuente Marcos, C.; de la Fuente Marcos, R.; Vaduvescu, O.; Stănescu, M.
2022*MNRAS.513L..78D*

Euclid preparation. I. The Euclid Wide Survey

Euclid Collaboration et al. (incluye a Rebolo, R.; Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.)
2022*A&A...662A.112E*

Euclid preparation. XIX. Impact of magnification on photometric galaxy clustering

Euclid Collaboration et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.)
2022*A&A...662A..93E*

Euclid preparation. XVIII. The NISP photometric system

Euclid Collaboration et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.)
2022*A&A...662A..92E*

Evidence for a high-*z* ISW signal from supervoids in the distribution of eBOSS quasars

Kovács, A.; Beck, R.; Smith, A.; Rácz, G.; Csabai, I.; Szapudi, I.
2022MNRAS.513...15K

Fundamental physics with ESPRESSO: Constraints on Bekenstein and dark energy models from astrophysical and local probes*

Martins, C. J. A. P. et al. (incluye a Génova Santos, R.; González Hernández, J. I.; Palte, E.; Suárez Mascareño, A.)
2022PhRvD.105I3507M

Galactic angular momentum in the IllustrisTNG simulation - I. Connection to morphology, halo spin, and black hole mass

Rodríguez-Gomez, Vicente et al. (incluye a Huertas-Company, Marc)
2022MNRAS.512.5978R

Generalized Fluid Models of the Braginskii Type

Hunana, P.; Passot, T.; Khomenko, E.; Martínez-Gómez, D.; Collados, M.; Tenerani, A.; Zank, G. P.; Maneva, Y.; Goldstein, M. L.; Webb, G. M.
2022ApJS..260...26H

High-resolution transmission spectroscopy study of ultra-hot Jupiters HAT-P-57b, KELT-17b, KELT-21b, KELT-7b, MASCARA-1b, and WASP-189b

Stangret, M.; Casasayas-Barris, N.; Pallé, E.; Orell-Miquel, J.; Morello, G.; Luque, R.; Nowak, G.; Yan, F.
2022A&A...662A.101S

KMT-2021-BLG-1077L: The fifth confirmed multiplanetary system detected by microlensing

Han, Cheongho et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022A&A...662A..70H

Lens parameters for Gaia18cbf - a long gravitational microlensing event in the Galactic plane

Kruszyńska, K. et al. (incluye a Fukui, A.; Narita, N.)
2022A&A...662A..59K

Long-term Multiband Near-infrared Variability of the Blazar OJ 287 during 2007-2021

Gupta, Alok C. et al. (incluye a Villarroel, Beatriz)
2022ApJS..260...39G

Magnetism, rotation, and nonthermal emission in cool stars. Average magnetic field measurements in 292 M dwarfs

Reiners, A. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; Pallé, E.)
2022A&A...662A..41R

Metallicity of Galactic RR Lyrae from Optical and Infrared Light Curves. II. Period-Fourier-Metallicity Relations for First Overtone RR Lyrae

Mullen, Joseph P. et al. (incluye a Monelli, Matteo)
2022ApJ...931..131M

Milky Way Satellite Census. IV. Constraints on Decaying Dark Matter from Observations of Milky Way Satellite Galaxies

Mau, S. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022ApJ...932..128M

Multiwavelength Observations of the Blazar VER J0521+211 during an Elevated TeV Gamma-Ray State

Adams, C. B. et al. (incluye a Acciari, V. A.; Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Nievas Rosillo, M.; Otero-Santos, J.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2022ApJ...932..129A

NIHAO-LG: the uniqueness of Local Group dwarf galaxies

Arora, Nikhil et al. (incluye a Brook, Chris B.)
2022MNRAS.512.6134A

OGLE-2016-BLG-1093Lb: A Sub-Jupiter-mass Spitzer Planet Located in the Galactic Bulge

Shin, In-Gu et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022AJ...163..254S

Polarimetric characterization of segmented mirrors

Pastor Yabar, A.; Asensio Ramos, A.; Manso Sainz, R.; Collados, M.
2022ApOpt..61.4908P

Predicted future fate of COSMOS galaxy protoclusters over 11 Gyr with constrained simulations

Ata, Metin; Lee, Khee-Gan; Dalla Vecchia, Claudio; Kitaura, Francisco-Shu; Cucciati, Olga; Lemaux, Brian C.; Kashino, Daichi; Müller, Thomas
2022NatAs...6..857A

Preparing for low surface brightness science with the Vera C. Rubin Observatory: Characterization of tidal features from mock images

Martin, G. et al. (incluye a Knapen, J. H.; Román, J.)
2022MNRAS.513.1459M

Properties of Daily Helium Fluxes

Aguilar, M. et al. (incluye a García-López, R. J.; Reina Conde, A.; Vázquez Acosta, M.)
2022PhRvL.128w1102A

Rejuvenation triggers nuclear activity in nearby galaxies

Martín-Navarro, Ignacio; Shankar, Francesco; Mezcuca, Mar
2022MNRAS.513L..10M

Searching for dark-matter waves with PPTA and QUIJOTE pulsar polarimetry

Castillo, Andrés; Martin-Camalich, Jorge; Terol-Calvo, Jorge; Blas, Diego; Caputo, Andrea; Génova Santos, Ricardo Tanausú; Sberna, Laura; Peel, Michael; Rubiño-Martín, Jose Alberto
2022JCAP...06..014C

Strange physics of dark baryons

Alonso-Álvarez, Gonzalo; Elor, Gilly; Escudero, Miguel; Fornal, Bartosz; Grinstein, Benjamín; Camalich, Jorge Martin
2022PhRvD.105k5005A

Submillimetre galaxies in two massive protoclusters at $z = 2.24$: witnessing the enrichment of extreme starbursts in the outskirts of HAE density peaks

Zhang, Yuheng et al. (incluye a Dannerbauer, Helmut)
2022MNRAS.512.4893Z

The 700 ks Chandra Spiderweb Field. I. Evidence for widespread nuclear activity in the protocluster

Tozzi, P. et al. (incluye a Dannerbauer, H.; Jin, S.)
2022A&A...662A..54T

The impact of natal kicks on galactic r-process enrichment by neutron star mergers

van de Voort, Freeke; Pakmor, Rüdiger; Bieri, Rebekka; Grand, Robert J. J.
2022MNRAS.512.5258V

The MURALES survey. VI. Properties and origin of the extended line emission structures in radio galaxies

Balmaverde, B. et al. (incluye a Speranza, G.)
2022A&A...662A..23B

The peculiar chemical abundance of the transitional millisecond pulsar PSR J1023+0038 - Li enhancement

Shahbaz, T.; González-Hernández, J. I.; Breton, R. P.; Kennedy, M. R.; Sánchez, D. Mata; Linares, M.
2022MNRAS.513...71S

The SN Ia runaway LP 398-9: detection of circumstellar material and surface rotation

Chandra, Vedant et al. (incluye a Dhillon, Vikram S.)
2022MNRAS.512.6122C

The Solar Activity Monitor Network - SAMNet

Erdélyi, Robertus et al. (incluye a Dhillon, Vikram S.)
2022JSWSC..12....2E

The synchronized dance of the magellanic clouds' star formation history

Massana, P. et al. (incluye a Gallart, C.; Monelli, M.; Dorta, A.)
2022MNRAS.513L..40M

The TESS-Keck Survey: Science Goals and Target Selection

Chontos, Ashley et al. (incluye a Barkaoui, Khalid; Esparza-Borges, Emma; Murgas, Felipe)
2022AJ....163..297C

The TESS-Keck Survey. XI. Mass Measurements for Four Transiting Sub-Neptunes Orbiting K Dwarf TOI-1246

Turtelboom, Emma V. et al. (incluye a Nowak, Grzegorz; Pallé, Enric; Masseron, Thomas; Deeg, Hans J.; Martín, Eduardo L.; Morello, Giuseppe; Orell-Miquel, Jaume)
2022AJ....163..293T

TOI-1268b: The youngest hot Saturn-mass transiting exoplanet

Šubjak, J. et al. (incluye a Lodieu, N.; Pallé, E.)
2022A&A...662A.107S

TOI-1696: A Nearby M4 Dwarf with a 3 R_⊕ Planet in the Neptunian Desert

Mori, Mayuko et al. (incluye a Narita, Norio; Fukui, Akihiko; Kawauchi, Kiyoe; Esparza-Borges, Emma; Murgas, Felipe; Palle, Enric; Parviainen, Hannu)
2022AJ....163..298M

Towards the Identification and Classification of Solar Granulation Structures Using Semantic Segmentation

Díaz Castillo, S. M.; Asensio Ramos, A.; Fischer, C. E.; Berdyugina, S. V.
2022FrASS...9.6632D

A novel framework for semi-Bayesian radial velocities through template matching

Silva, A. M. et al. (incluye a Rebolo, R.; Suárez Mascareño, A.; Palle, E.; González Hernández, J. I.)
2022A&A...663A.143S

An Isolated Mass-gap Black Hole or Neutron Star Detected with Astrometric Microlensing

Lam, Casey Y. et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022ApJ...933L..23L

An X-ray-quiet black hole born with a negligible kick in a massive binary within the Large Magellanic Cloud

Shenar, Tomer et al. (incluye a Herrero, Artemio; Lennon, Daniel J.)
2022NatAs...6.1085S

Analysis of Early Science observations with the CHAracterising ExOPlanets Satellite (CHEOPS) using PYCHEOPS

Maxted, P. F. L. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.)
2022MNRAS.514...77M

Asphaltenes as model compounds of the UIBs/AIBs detected in various astrophysical objects. Part 2 – Natural bitumens asphaltenes carbonization

Cataldo, Franco; García-Hernández, D. Aníbal; Manchado, Arturo
2022FNCN...30..699C

BASS. XXIX. The Near-infrared View of the Broad-line Region (BLR): The Effects of Obscuration in BLR Characterization

Ricci, Federica et al. (incluye a Bessiere, Patricia)
2022ApJS..261....8R

BASS. XXV. DR2 Broad-line-based Black Hole Mass Estimates and Biases from Obscuration

Mejía-Restrepo, Julian E. et al. (incluye a Bessiere, Patricia S.)
2022ApJS..261....5M

Cosmic void baryon acoustic oscillation measurement: evaluation of sensitivity to selection effects

Forero-Sánchez, Daniel; Zhao, Cheng; Tao, Charling; Chuang, Chia-Hsun; Kitaura, Francisco-Shu; Variu, Andrei; Tamone, Amélie; Kneib, Jean-Paul
2022MNRAS.513.5407F

Dark Energy Survey Year 3 results: calibration of lens sample redshift distributions using clustering redshifts with BOSS/eBOSS

Cawthon, R. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.513.5517C

Detection of Flare-induced Plasma Flows in the Corona of EV Lac with X-Ray Spectroscopy

Chen, Hechao; Tian, Hui; Li, Hao; Wang, Jianguo; Lu, Hongpeng; Xu, Yu; Hou, Zhenyong; Wu, Yuchuan
2022ApJ...933...92C

Doppler-velocity Drifts Detected in a Solar Prominence

Zapiór, Maciej; Heinzl, Petr; Khomenko, Elena
2022ApJ...934...16Z

Fornax3D project: Assembly history of massive early-type galaxies in the Fornax cluster from deep imaging and integral field spectroscopy

Spavone, M. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; Martín-Navarro, I.)
2022A&A...663A.135S

Fundamental effective temperature measurements for eclipsing binary stars - III. SPIRou near-infrared spectroscopy and CHEOPS photometry of the benchmark G0V star EBLM J0113+31

Mxated, P. F. L. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.)
2022MNRAS.513.6042M

Is Terzan 5 the remnant of a building block of the Galactic bulge? Evidence from APOGEE

Taylor, Dominic J. et al. (incluye a García-Hernández, Domingo Aníbal)
2022MNRAS.513.3429T

Likely optical counterpart of the cool middle-aged pulsar J1957+5033

Zyuzin, D. A.; Zharikov, S. V.; Karpova, A. V.; Kirichenko, A. Yu; Shibanov, Yu A.; Geier, S.; Potekhin, A. Y.; Suleimanov, V. F.; Cabrera-Lavers, A.
2022MNRAS.513.6088Z

Local variations of the stellar velocity ellipsoid - II. The effect of the bar in the inner regions of Auriga galaxies

Walo-Martín, Daniel; Pinna, Francesca; Grand, Robert J. J.; Pérez, Isabel; Falcón-Barroso, Jesús; Fragkoudi, Francesca; Martig, Marie
2022MNRAS.513.4587W

Modeling the thermal conduction in the solar atmosphere with the code MANCHA3D

Navarro, A.; Khomenko, E.; Modestov, M.; Vitas, N.
2022A&A...663A..96N

Multicomponent scalar dark matter at high-intensity proton beam experiments

Betancur, Amalia; Castillo, Andrés; Palacio, Guillermo; Suarez, Juan
2022JPhG...49g5003B

MUSSES2020J: The Earliest Discovery of a Fast Blue Ultraluminous Transient at Redshift 1.063

Jiang, Ji-an et al. (incluye a Jones, David)
2022ApJ...933L..36J

New Theoretical Period-Luminosity-Metallicity Relations for RR Lyrae in the Rubin-LSST Filters

Marconi, Marcella et al. (incluye a Braga, Vittorio; Monelli, Matteo)
2022ApJ...934...29M

On the Dwarf Irregular Galaxy NGC 6822. I. Young, Intermediate, and Old Stellar Populations

Tantalo, Maria et al. (incluye a Braga, Vittorio F.; Monelli, Matteo)
2022ApJ...933..197T

Photoionized Herbig-Haro objects in the Orion Nebula through deep high-spectral resolution spectroscopy - III. HH 514

Méndez-Delgado, J. E.; Esteban, C.; García-Rojas, J.; Henney, W. J.
2022MNRAS.514..744M

Photometric Observations of the Binary Near-Earth Asteroid (65803) Didymos in 2015-2021 Prior to DART Impact

Pravec, P. et al. (incluye a de León, J.; Licandro, J.; Popescu, M.)
2022PSJ.....3..175P

Physical properties and trigonometric distance of the peculiar dwarf WISE J181005.5-101002.3

Lodieu, N.; Zapatero Osorio, M. R.; Martín, E. L.; Rebolo López, R.; Gauza, B.
2022A&A...663A..84L

Precision measurement of a brown dwarf mass in a binary system in the microlensing event. OGLE-2019-BLG-0033/MOA-2019-BLG-035

Herald, A. et al. (incluye a Fukui, A.)
2022A&A...663A.100H

Probing for the host galaxies of the fast X-ray transients XRT 000519 and XRT 110103

Eappachen, D. et al. (incluye a Torres, M. A. P.; Dhillon, V. S.; Mata Sánchez, D.)
2022MNRAS.514..302E

Red supergiant stars in binary systems. I. Identification and characterization in the small magellanic cloud from the UVIT ultraviolet imaging survey

Patrick, L. R.; Thilker, D.; Lennon, D. J.; Bianchi, L.; Schootemeijer, A.; Dorda, R.; Langer, N.; Negueruela, I.
2022MNRAS.513.5847P

Superclustering with the Atacama Cosmology Telescope and Dark Energy Survey. I. Evidence for Thermal Energy Anisotropy Using Oriented Stacking

Lokken, M. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022ApJ...933..134L

The C-Band All-Sky Survey (C-BASS): template fitting of diffuse galactic microwave emission in the northern sky

Harper, S. E. et al. (incluye a Peel, M. W.)
2022MNRAS.513.5900H

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Benchmarking the impact of activity in high-precision radial velocity measurements

Jeffers, S. V. et al. (incluye a Cardona Guillén, C.)
2022A&A...663A..27J

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Rotational variation in activity indicators of Ross 318, YZ CMi, TYC 3529-1437-1, and EV Lac

Schöfer, P. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2022A&A...663A..68S

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Two Saturn-mass planets orbiting active stars

Quirrenbach, A. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; González-Cuesta, L.; Lodieu, N.; Pallé, E.)
2022A&A...663A..48Q

The chemo-dynamical groups of Galactic globular clusters

Callingham, Thomas M.; Cautun, Marius; Deason, Alis J.; Frenk, Carlos S.; Grand, Robert J. J.; Marinacci, Federico
2022MNRAS.513.4107C

The dynamical state of RXCJ1230.7+3439: A multi-substructured merging galaxy cluster

Barrena, R.; Böhringer, H.; Chon, G.
2022A&A...663A..78B

The effects of AGN feedback on the structural and dynamical properties of Milky Way-mass galaxies in cosmological simulations

Irodotou, Dimitrios; Fragkoudi, Francesca; Pakmor, Ruediger; Grand, Robert J. J.; Gadotti, Dimitri A.; Costa, Tiago; Springel, Volker; Gómez, Facundo A.; Marinacci, Federico
2022MNRAS.513.3768I

The ESA Hera Mission: Detailed Characterization of the DART Impact Outcome and of the Binary Asteroid (65803) Didymos

Michel, Patrick et al. (incluye a de Leon Cruz, Julia)
2022PSJ.....3..160M

The GAPS Programme at TNG. XXXIII. HARPS-N detects multiple atomic species in emission from the dayside of KELT-20b

Borsa, F. et al. (incluye a Boschin, W.)
2022A&A...663A.141B

The multichord stellar occultation on 2019 October 22 by the trans-Neptunian object (84922) 2003 VS2

Vara-Lubiano, M. et al. (incluye a Popescu, M.)
2022A&A...663A.121V

The Origin of Weakened Magnetic Braking in Old Solar Analogs

Metcalfe, Travis S. et al. (incluye a Godoy-Rivera, Diego)
2022ApJ...933L..17M

The PAndAS View of the Andromeda Satellite System. III. Dwarf Galaxy Detection Limits

Doliva-Dolinsky, Amandine; Martin, Nicolas F.; Thomas, Guillaume F.; Ferguson, Annette M. N.; Ibata, Rodrigo A.; Lewis, Geraint F.; Mackey, Dougal; McConnachie, Alan W.; Yuan, Zhen
2022ApJ...933..135D

The polar orbit of the warm Neptune GJ 436b seen with VLT/ESPRESSO

Bourrier, V. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Palte, E.)
2022A&A...663A.160B

Three-axial shape distributions of pebbles, cobbles and boulders smaller than a few meters on asteroid Ryugu

Michikami, Tatsuhiro et al. (incluye a Tatsumi, Eri)
2022Icar..38115007M

TIC: A Stokes Inversion Code for Scattering Polarization with Partial Frequency Redistribution and Arbitrary Magnetic Fields

Li, H.; del Pino Alemán, T.; Trujillo Bueno, J.; Casini, R.
2022ApJ...933..145L

TOI-2046b, TOI-1181b, and TOI-1516b, three new hot Jupiters from TESS: planets orbiting a young star, a subgiant, and a normal star

Kabáth, Petr et al. (incluye a Mathur, Savita; González-Cuesta, Lucía; Deeg, Hans; Fukui, Akihiko; Murgas, Felipe; Narita, Norio; Orell-Miquel, Jaume; Palte, Enric; Parviainen, Hannu)
2022MNRAS.513.5955K

Transit Timing Variations for AU Microscopii b and c

Wittrock, Justin M. et al. (incluye a Pallé, Enric)
2022AJ...164...27W

A 2D Model for Coronal Bright Points: Association with Spicules, UV Bursts, Surges, and EUV Coronal Jets

Nóbrega-Siverio, D.; Moreno-Insertis, F.
2022ApJ...935L..21N

A pristine record of outer Solar System materials from asteroid Ryugu's returned sample

Ito, Motoo et al. (incluye a Iijima, Yu-ichi; Okamoto, Chisato; Tatsumi, Eri)
2022NatAs...6.1163I

A slow bar in the lenticular barred galaxy NGC 4277

Buttitta, C. et al. (incluye a Aguerri, J. A. L.; Méndez-Abreu, J.)
2022A&A...664L..10B

A stellar occultation by the transneptunian object (50000) Quaoar observed by CHEOPS

Morgado, B. E. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.)
2022A&A...664L..15M

A super-Earth orbiting near the inner edge of the habitable zone around the M4.5 dwarf Ross 508

Harakawa, Hiroki et al. (incluye a Narita, Norio)
2022PASJ...74..904H

Apostle-Auriga: effects of different subgrid models on the baryon cycle around Milky Way-mass galaxies

Kelly, Ashley J.; Jenkins, Adrian; Deason, Alis; Fattahi, Azadeh; Grand, Robert J. J.; Pakmor, Rüdiger; Springel, Volker; Frenk, Carlos S.
2022MNRAS.514.3113K

Asteroid Lightcurves from the MOA-II Survey: a pilot study

Cordwell, A. J. et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022MNRAS.514.3098C

ASTRI Mini-Array core science at the Observatorio del Teide

Vercellone, S. et al. (incluye a Becerra González, J.; Acosta-Pulido, J. A.; García-López, R. J.; López-Oramas, A.; Vázquez Acosta, M.)
2022JHEAp..35....1V

Benchmark tests of transmission spectroscopy using transiting white dwarfs

Jiang, C.; Chen, G.; Pallé, E.; Parviainen, H.; Murgas, F.; Ma, Y.
2022A&A...664A..50J

Dark Energy Survey year 3 results: Constraints on cosmological parameters and galaxy-bias models from galaxy clustering and galaxy-galaxy lensing using the redMaGiC sample

Pandey, S. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; Kovacs, A.)
2022PhRvD.106d3520P

Detailed stellar activity analysis and modelling of GJ 832. Reassessment of the putative habitable zone planet GJ 832c

Gorrini, P. et al. (incluye a Murgas, F.)
2022A&A...664A..64G

Discovery of Faint Double-peak H α Emission in the Halo of Low Redshift Galaxies

Sánchez Almeida, J.; Calhau, J.; Muñoz-Tuñón, C.; González-Morán, A. L.; Rodríguez-Espinosa, J. M.
2022ApJ...934..100S

Discovery of optical and infrared accretion disc wind signatures in the black hole candidate MAXI J1348-630

Panizo-Espinar, G. et al. (incluye a Armas Padilla, M.; Muñoz-Darias, T.; Cúneo, V. A.; Sánchez-Sierras, J.; Mata Sánchez, D.; Casares, J.; Torres, M. A. P.)
2022A&A...664A.100P

Doubling of minute-long quasi-periodic pulsations from super-flares on a low-mass star

Doyle, J. Gerry; Irawati, Puji; Kolotkov, Dmitrii Y.; Ramsay, Gavin; Nhalil, Nived Vilangot; Dhillon, Vik S.; Marsh, Tom R.; Yadav, Ram Kesh
2022MNRAS.514.5178D

Euclid preparation. XX. The Complete Calibration of the Color-Redshift Relation survey: LBT observations and data release

Euclid Collaboration et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.)
2022A&A...664A.196E

Extragalactic observatory science with the ASTRI mini-array at the Observatorio del Teide

Saturni, F. G. et al. (incluye a Becerra González, J.)
2022JHEAp..35...91S

Four sub-Jovian-mass planets detected by high-cadence microlensing surveys

Han, Cheongho et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022A&A...664A..33H

Galactic observatory science with the ASTRI Mini-Array at the Observatorio del Teide

D'Ai, A. et al. (incluye a López Oramas, A.)
2022JHEAp..35..139D

HADES RV Programme with HARPS-N at TNG. XV. Planetary occurrence rates around early-M dwarfs

Pinamonti, M. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Rebolo, R.; Suárez Mascareño, A.; Toledo-Padrón, B.)
2022A&A...664A..65P

J-PLUS: Detecting and studying extragalactic globular clusters. The case of NGC 1023

de Brito Silva, Danielle et al. (incluye a Hernández-Monteagudo, Carlos)
2022A&A...664A.129D

J-PLUS: Support vector regression to measure stellar parameters

Wang, C. et al. (incluye a Hernández-Monteagudo, C.)
2022A&A...664A..38W

Large Interferometer For Exoplanets (LIFE). I. Improved exoplanet detection yield estimates for a large mid-infrared space-interferometer mission

Quanz, S. P. et al. (incluye a Pallé, E.; Parviainen, H.)
2022A&A...664A..21Q

Lithium depletion boundary, stellar associations, and Gaia

Galindo-Guil, F. J. et al. (incluye a Olivares, J.)
2022A&A...664A..70G

Magnetic activities on two single-lined RS Canum Venaticorum binaries IM Pegasi and σ Geminorum

Cao, Dongtao; Gu, Shenghong; Grundahl, F.; Pallé, P. L.
2022MNRAS.514.4190C

Magnetic Field Diagnostics in the Solar Upper Atmosphere

Trujillo Bueno, J.; del Pino Alemán, T.
2022ARA&A..60..415T

MIGHTEE-HI: Evolution of HI Scaling Relations of Star-forming Galaxies at $z < 0.5$

Sinigaglia, Francesco et al.
2022ApJ...935L..13S

Near-ultraviolet to visible spectroscopy of the Themis and Polana-Eulalia complex families

Tatsumi, E.; Tinaut-Ruano, F.; de León, J.; Popescu, M.; Licandro, J.
2022A&A...664A.107T

OGLE-2018-BLG-0799Lb: a $q \approx 2.7 \times 10^{-3}$ planet with Spitzer parallax

Zang, Weicheng et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022MNRAS.514.5952Z

Optimizing spectral stacking for 21-cm observations of galaxies: accuracy assessment and symmetrized stacking

Sinigaglia, Francesco; Elson, Ed; Rodighiero, Giulia; Vaccari, Mattia
2022MNRAS.514.4205S

Physical properties of the trans-Neptunian object (38628) Huya from a multi-chord stellar occultation

Santos-Sanz, P. et al. (incluye a Popescu, M.)
2022A&A...664A.130S

Puzzling large-scale polarization in the galaxy cluster Abell 523

Vacca, Valentina et al. (incluye a Boschin, Walter)
2022MNRAS.514.4969V

Simultaneous X-ray and optical spectroscopy of V404 Cygni supports the multi-phase nature of X-ray binary accretion disc winds

Muñoz-Darias, Teo; Ponti, Gabriele
2022A&A...664A.104M

Spectral Rotational Characterization of the Didymos System prior to the DART Impact

Ieva, Simone et al. (incluye a de León, J.)
2022PSJ.....3..183I

Stellar migration in the Auriga simulations

Okalidis, Periklis; Grand, Robert J. J.; Yates, Robert M.; Springel, Volker
2022MNRAS.514.5085O

Systematic KMTNet planetary anomaly search. V. Complete sample of 2018 prime-field

Gould, Andrew et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022A&A...664A..13G

TESS discovery of a sub-Neptune orbiting a mid-M dwarf TOI-2136

Gan, Tianjun et al. (incluye a Barkaoui, Khalid)
2022MNRAS.514.4120G

The ASTRI Mini-Array of Cherenkov telescopes at the Observatorio del Teide

Scuderi, S. et al. (incluye a Becerra González, J.)
2022JHEAp..35...52S

The BINGO project. I. Baryon acoustic oscillations from integrated neutral gas observations

Abdalla, Elcio et al. (incluye a Peel, Michael W.)
2022A&A...664A..14A

The BINGO project. II. Instrument description

Wuensche, Carlos A. et al. (incluye a Peel, Michael W.)
2022A&A...664A..15W

The BINGO Project. III. Optical design and optimization of the focal plane

Abdalla, Filipe B. et al. (incluye a Peel, Michael W.)
2022A&A...664A..16A

The BINGO project. IV. Simulations for mission performance assessment and preliminary component separation steps

Liccardo, Vincenzo et al. (incluye a Peel, Michael W.)
2022A&A...664A..17L

The BINGO project. V. Further steps in component separation and bispectrum analysis

Fornazier, Karin S. F. et al. (incluye a Peel, Michael W.)
2022A&A...664A..18F

The black hole population in low-mass galaxies in large-scale cosmological simulations

Haidar, Houda et al. (incluye a Martin-Navarro, Ignacio)
2022MNRAS.514.4912H

The dark energy survey 5-yr photometrically identified type Ia supernovae

Möller, A. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.514.5159M

The DECam Local Volume Exploration Survey Data Release 2

Drlica-Wagner, A. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022ApJS...261...38D

The Fornax3D project: Discovery of ancient massive merger events in the Fornax cluster galaxies NGC 1380 and NGC 1427

Zhu, Ling et al. (incluye a Falcón-Barroso, Jesús; Martin Navarro, Ignacio)
2022A&A...664A.115Z

The Fornax3D project: intrinsic correlations between orbital properties and the stellar initial mass function

Poci, A. et al. (incluye a Martín-Navarro, I.; Falcón-Barroso, J.)
2022MNRAS.514.3660P

The Gaia EDR3 view of Johnson-Kron-Cousins standard stars: the curated Landolt and Stetson collections

Pancino, E.; Marrese, P. M.; Marinoni, S.; Sanna, N.; Turchi, A.; Tsantaki, M.; Rainer, M.; Altavilla, G.; Monelli, M.; Monaco, L.
2022A&A...664A.109P

The GAPS Programme at TNG. XXXVII. A precise density measurement of the young ultra-short period planet TOI-1807 b

Nardiello, D. et al. (incluye a Boschin, W.)
2022A&A...664A.163N

The HD 260655 system: Two rocky worlds transiting a bright M dwarf at 10 pc

Luque, R. et al. (incluye a Morello, G.; Béjar, V. J. S.; Orell-Miquel, J.; Pallé, E.)
2022A&A...664A.199L

The Hubble Space Telescope UV Legacy Survey of Galactic Globular Clusters. XXIII. Proper-motion Catalogs and Internal Kinematics

Libralato, Mattia et al. (incluye a Aparicio, Antonio)
2022ApJ...934..150L

The impact of filaments on dwarf galaxy properties in the Auriga simulations

Zheng, Haonan; Liao, Shihong; Hu, Jia; Gao, Liang; Grand, Robert J. J.; Gu, Qing; Guo, Qi
2022MNRAS.514.2488Z

The Pristine survey - XVII. The C-19 stream is dynamically hot and more extended than previously thought

Yuan, Zhen et al. (incluye a González Hernández, Jonay I.; Thomas, Guillaume F.)
2022MNRAS.514.1664Y

The Pristine survey - XVIII. C-19: tidal debris of a dark matter-dominated globular cluster?

Errani, Raphaël et al. (incluye a González Hernández, Jonay I.; Thomas, Guillaume F.)
2022MNRAS.514.3532E

The star formation rates of QSOs

Symeonidis, M. et al. (incluye a Shirley, R.)
2022MNRAS.514.4450S

The TESS Grand Unified Hot Jupiter Survey. I. Ten TESS Planets

Yee, Samuel W. et al. (incluye a Barkaoui, Khalid; Murgas, Felipe; Palle, Enric)
2022AJ....164...70Y

The transfer of polarized radiation in resonance lines with partial frequency redistribution, J-state interference, and arbitrary magnetic fields. A radiative transfer code and useful approximations

Alsina Ballester, E.; Belluzzi, L.; Trujillo Bueno, J.
2022A&A...664A..76A

The young HD 73583 (TOI-560) planetary system: two 10-M_J mini-Neptunes transiting a 500-Myr-old, bright, and active K dwarf

Barragán, O. et al. (incluye a Deeg, H. J.; Murgas, F.; Pallé, E.)
2022MNRAS.514.1606B

TOI-2119: a transiting brown dwarf orbiting an active M-dwarf from NASA's TESS mission

Carmichael, Theron W. et al. (incluye a Murgas, Felipe; Pallé, Enric; Esparza-Borges, Emma; Fukui, Akihiko; Narita, Norio; Parviainen, Hannu)
2022MNRAS.514.4944C

Toward excluding a light Z' explanation of b_s → s ℓ⁺ℓ⁻

Crivellin, Andreas; Manzari, Claudio Andrea; Altmannshofer, Wolfgang; Inguglia, Gianluca; Feichtinger, Paul; Martin Camalich, Jorge
2022PhRvD.106c1703C

Transmission spectroscopy of MASCARA-1b with ESPRESSO: Challenges of overlapping orbital and Doppler tracks

Casayas-Barris, N. et al. (incluye a Pallé, E.; Gonzalez Hernandez, J. I.; Orell-Miquel, J.; Stangret, M.; Esparza-Borges, E.; Rebolo, R.; Suárez Mascareño, A.)
2022A&A...664A.121C

Twenty-year monitoring of the surface magnetic fields of chemically peculiar stars

Giarrusso, M.; Cecconi, M.; Cosentino, R.; Munari, M.; Ghedina, A.; Ambrosino, F.; Boschin, W.; Leone, F. 2022MNRAS.514.3485G

Uncovering the true periods of the young sub-Neptunes orbiting TOI-2076

Osborn, H. P. et al. (incluye a Parviainen, H.; Alonso, R.; Pallé, E.)
2022A&A...664A.156O

Unexplored outflows in nearby low luminosity AGNs. The case of NGC 1052

Cazzoli, S.; Hermosa Muñoz, L.; Márquez, I.; Masegosa, J.; Castillo-Morales, Á.; Gil de Paz, A.; Hernández-García, L.; La Franca, F.; Ramos Almeida, C.
2022A&A...664A.135C

Unitarization of infinite-range forces: graviton-graviton scattering

Blas, D.; Martín Camalich, J.; Oller, J. A.
2022JHEP...08..266B

Unravelling UBC 274: A morphological, kinematical, and chemical analysis of a disrupting open cluster

Casamiquela, L. et al. (incluye a Olivares, J.)
2022A&A...664A..31C

Velocity dispersions of clusters in the Dark Energy Survey Y3 redMaPPer catalogue

Wetzell, V. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.514.4696W

Velocity-dependent annihilation radiation from dark matter subhalos in cosmological simulations

Piccirillo, Erin; Blanchette, Keagan; Bozorgnia, Nassim; Strigari, Louis E.; Frenk, Carlos S.; Grand, Robert J. J.; Marinacci, Federico
2022JCAP...08..058P

Warp and flare of the Galactic disc revealed with supergiants by Gaia EDR3

Chrobáková, Ž.; Nagy, R.; López-Corredoira, M.
2022A&A...664A..58C

Westerlund 1 under the light of Gaia EDR3: Distance, isolation, extent, and a hidden population

Negueruela, I.; Alfaro, E. J.; Dorda, R.; Marco, A.; Maíz Apellániz, J.; González-Fernández, C.
2022A&A...664A.146N

XMM-Newton study of six massive, X-ray luminous galaxy cluster systems in the redshift range z = 0.25-0.5

Böhringer, H.; Chon, G.; Ellis, R. S.; Barrena, R.; Laporte, N.
2022A&A...664A..57B

Young, Blue, and Isolated Stellar Systems in the Virgo Cluster. I. 2D Optical Spectroscopy

Bellazzini, Michele et al. (incluye a Battaglia, Giuseppina)
2022ApJ...935...50B

Young, Blue, and Isolated Stellar Systems in the Virgo Cluster. II. A New Class of Stellar System

Jones, Michael G. et al. (incluye a Battaglia, Giuseppina)
2022ApJ...935...51J

A detailed analysis of the Gl 486 planetary system

Caballero, J. A. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; Kraus, S.; Pallé, E.)
2022A&A...665A.120C

A galaxy-driven model of type Ia supernova luminosity variations

Wiseman, P. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.515.4587W

A Mass Model for the Lensing Cluster SDSS J1004+4112: Constraints from the Third Time Delay

Forés-Toribio, R.; Muñoz, J. A.; Kochanek, C. S.; Mediavilla, E.
2022ApJ...937...35F

A Multi-epoch, Multiwavelength Study of the Classical FUor V1515 Cyg Approaching Quiescence

Szabó, Zs. M. et al. (incluye a Acosta-Pulido, J. A.)
2022ApJ...936...64S

Absolute dimensions and apsidal motion of the eclipsing binaries V889 Aquilae and V402 Lacertae

Baroch, D.; Giménez, A.; Morales, J. C.; Ribas, I.; Herrero, E.; Perdelwitz, V.; Jordi, C.; Granzer, T.; Allende Prieto, C.
2022A&A...665A..13B

Asphaltenes as model compounds of the UIBs/AIBs detected in various astrophysical objects. Part 3: Petroleum asphaltenes high energy radiation processed

García-Hernández, Domingo Aníbal; Manchado, Arturo; Cataldo, Franco
2022FNCN...30..923G

BACCHUS Analysis of Weak Lines in APOGEE Spectra (BAWLAS)

Hayes, Christian R. et al. (incluye a Masseron, Thomas; García-Hernández, D. A.; Allende Prieto, Carlos)
2022ApJS..262...34H

Dark energy survey year 3 results: cosmological constraints from the analysis of cosmic shear in harmonic space

Doux, C. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.515.1942D

Dark Energy Survey Year 3 results: Imprints of cosmic voids and superclusters in the Planck CMB lensing map

Kovács, A. et al.
2022MNRAS.515.4417K

Density, not radius, separates rocky and water-rich small planets orbiting M dwarf stars

Luque, Rafael; Pallé, Enric
2022Sci...377.1211L

Development of Fast and Precise Scan Mirror Mechanism for an Airborne Solar Telescope

Oba, Takayoshi et al. (incluye a Hernández Expósito, David)
2022SoPh..297..114O

Discovering vanishing objects in POSS I red images using the Virtual Observatory

Solano, Enrique; Villarroel, B.; Rodrigo, C.
2022MNRAS.515.1380S

Effects of Spectral Resolution on Simple Magnetic Field Diagnostics of the Mg II H and K Lines

Centeno, Rebecca; Rempel, Matthias; Casini, Roberto; del Pino Alemán, Tanausú
2022ApJ...936..115C

Evolution of thermal and non-thermal radio continuum emission on kpc scales - predictions for SKA

Ghasemi-Nodehi, M.; Tabatabaei, Fatemeh S.; Sargent, Mark; Murphy, Eric J.; Khosroshahi, Habib; Beswick, Rob; Bonaldi, Anna; Schinnerer, Eva
2022MNRAS.515.1158G

Extragalactic Magnetism with SOFIA (SALSA Legacy Program). III. First Data Release and On-the-fly Polarization Mapping Characterization

Lopez-Rodriguez, Enrique et al. (incluye a Beckman, John E.)
2022ApJ...936...65L

GJ 3090 b: one of the most favourable mini-Neptune for atmospheric characterisation

Almenara, J. M. et al. (incluye a Murgas, F.)
2022A&A...665A..91A

HD 23472: a multi-planetary system with three super-Earths and two potential super-Mercuries

Barros, S. C. C. et al. (incluye a Suárez Mascareño, A.; Allende Prieto, C.; González Hernández, J. I.; Pallé, E.; Rebolo, R.)
2022A&A...665A.154B

High-z Sudoku: a diagnostic tool for identifying robust (sub)mm redshifts

Bakx, Tom J. L. C.; Dannerbauer, Helmut
 2022MNRAS.515..678B

HORuS transmission spectroscopy and revised planetary parameters of KELT-7 b

Taberner, H. M.; Zapatero Osorio, M. R.; Allende Prieto, C.; González-Álvarez, E.; Sanz-Forcada, J.; López-Gallifa, A.; Montes, D.; del Burgo, C.; González Hernández, J. I.; Rebolo, R.
 2022MNRAS.515.1247T

How to plan your astronomy research paper in ten steps

Chamba, Nushkia; Knapen, Johan H.; Black, Diane
 2022NatAs...6.1015C

How to write and develop your astronomy research paper

Knapen, Johan H.; Chamba, Nushkia; Black, Diane
 2022NatAs...6.1021K

Influence of Thomson Electron Scattering Redistribution on Spectral Line Polarization Formed in Spherically Symmetric Extended and Expanding Atmospheres

Sampoorna, M.; Megha, A.; Supriya, H. D.
 2022ApJ...937...25S

Lessons from the massive relic NGC 1277: Remaining in situ star formation in the cores of massive galaxies

Salvador-Rusiñol, N.; Ferré-Mateu, A.; Vazdekis, A.; Beasley, M. A.
 2022MNRAS.515.4514S

Low-power jet-interstellar medium interaction in NGC 7319 revealed by JWST/MIRI MRS

Pereira-Santaella, M. et al. (incluye a Ramos Almeida, C.)
 2022A&A...665L..11P

Ly α Emitting Galaxies (LAEs) at Cosmic Dawn: Implications and Predictions

Salvador-Solé, Eduard; Manrique, Alberto; Miguel Mas-Hesse, J.; Cabello, Cristina; Gallego, Jesús; Rodríguez-Espinosa, José Miguel; Guzman, Rafael
 2022ApJ...936..178S

Machine learning for galactic archaeology: a chemistry-based neural network method for identification of accreted disc stars

Tronrud, Thorold; Tissera, Patricia B.; Gómez, Facundo A.; Grand, Robert J. J.; Pakmor, Ruediger; Marinacci, Federico; Simpson, Christine M.
 2022MNRAS.515.3818T

MOA-2019-BLG-008Lb: A New Microlensing Detection of an Object at the Planet/Brown Dwarf Boundary

Bachelet, E. et al. (incluye a Bond, Ian A.)
 2022AJ....164...75B

MOA-2020-BLG-135Lb: A New Neptune-class Planet for the Extended MOA-II Exoplanet Microlens Statistical Analysis

Ishitani Silva, Stela et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
 2022AJ....164..118I

Non-LTE abundance corrections for late-type stars from 2000 Å to 3 μ m. I. Na, Mg, and Al

Lind, K.; Nordlander, T.; Wehrhahn, A.; Montelius, M.; Osorio, Y.; Barklem, P. S.; Afşar, M.; Sneden, C.; Kobayashi, C.
 2022A&A...665A..33L

Non-solar abundance ratios trends of dEs in the Fornax Cluster using newly defined high-resolution indices

Şen, Şeyda; Peletier, Reynier F.; Vazdekis, Alexandre
 2022MNRAS.515.3472S

On the accretion of a new group of galaxies on to Virgo - II. The effect of pre-processing on the stellar population content of dEs

Bidaran, Bahar; La Barbera, Francesco; Pasquali, Anna; Peletier, Reynier; van de Ven, Glenn; Grebel, Eva K.; Falcón-Barroso, Jesus; Sybilska, Agnieszka; Gadotti, Dimitri A.; Coccato, Lodovico
 2022MNRAS.515.4622B

Optical observations and dust modelling of comet 156P/Russell-LINEAR

Aravind, K.; Halder, Prithish; Ganesh, Shashikiran; Sahu, Devendra; Serra-Ricart, Miquel; Chambó, José J.; Angchuk, Dorje; Sivarani, Thirupathi
 2022Icar..38315042A

Pegasus V/Andromeda XXXIV-a newly discovered ultrafaint dwarf galaxy on the outskirts of Andromeda

Collins, Michelle L. M.; Charles, Emily J. E.; Martínez-Delgado, David; Monelli, Matteo; Karim, Noushin; Donatiello, Giuseppe; Tollerud, Erik J.; Boschin, Walter
2022MNRAS.515L..72C

Photometric and spectroscopic study of the burst-like brightening of two Gaia-alerted young stellar objects

Nagy, Zsófia et al. (incluye a García-Álvarez, David)
2022MNRAS.515.1774N

Quiet Sun Center to Limb Variation of the Linear Polarization Observed by CLASP2 Across the Mg II h and k Lines

Rachmeler, L. A. et al. (incluye a Trujillo Bueno, J.; Alsina Ballester, E.; del Pino Alemán, T.; Asensio Ramos, A.)
2022ApJ...936...67R

Rapid quasi-periodic oscillations in the relativistic jet of BL Lacertae

Jorstad, S. G. et al. (incluye a Acosta-Pulido, J. A.)
2022Natur.609..265J

Relativistic angular redshift fluctuations embedded in large scale varying gravitational potentials

Lima-Hernández, Adal; Hernández-Monteagudo, Carlos; Chaves-Montero, Jonás
2022JCAP...09..038L

Searching for technosignatures in exoplanetary systems with current and future missions

Haqq-Misra, Jacob et al. (incluye a Socas-Navarro, Hector)
2022AcAau.198..194H

Site selection for the Hayabusa2 artificial cratering and subsurface material sampling on Ryugu

Kikuchi, Shota et al. (incluye a Tatsumi, Eri)
2022P&SS..21905519K

Stellar metallicity gradients of Local Group dwarf galaxies

Taibi, S.; Battaglia, G.; Leaman, R.; Brooks, A.; Riggs, C.; Munshi, F.; Revaz, Y.; Jablonka, P.
2022A&A...665A..92T

TESS Hunt for Young and Maturing Exoplanets (THYME). VII. Membership, Rotation, and Lithium in the Young Cluster Group-X and a New Young Exoplanet

Newton, Elisabeth R. et al. (incluye a Murgas, Felipe; Narita, Norio; Palle, Enric)
2022AJ....164..115N

Testing the role of AGN on the star formation and metal enrichment of ‘twin galaxies’

Angthopo, J.; del Moral-Castro, I.; Ferreras, I.; García-Lorenzo, B.; Ramos Almeida, C.
2022MNRAS.515..378A

The Gaia-ESO survey: A spectroscopic study of the young open cluster NGC 3293

Morel, T. et al. (incluye a Herrero, A.)
2022A&A...665A.108M

The GAPS Programme at TNG XXXIX. Multiple Molecular Species in the Atmosphere of the Warm Giant Planet WASP-80 b Unveiled at High Resolution with GIANO-B

Carleo, Ilaria et al.
2022AJ....164..101C

The IACOB project. VII. The rotational properties of Galactic massive O-type stars revisited

Holgado, G.; Simón-Díaz, S.; Herrero, A.; Barbá, R. H.
2022A&A...665A.150H

The Internal Proper Motion Kinematics of NGC 346: Past Formation and Future Evolution

Sabbi, E.; Zeidler, P.; Marel, R. P. van der; Nota, A.; Anderson, J.; Gallagher, J. S.; Lennon, D. J.; Smith, L. J.; Gennaro, M.
2022ApJ...936..135S

The luminosity of cluster galaxies in the Cluster-EAGLE simulations

Negri, Andrea; Dalla Vecchia, Claudio; Aguerri, J. Alfonso L.; Bahé, Yannic
2022MNRAS.515.2121N

The Open Cluster Chemical Abundances and Mapping Survey. VI. Galactic Chemical Gradient Analysis from APOGEE DR17

Myers, Natalie et al. (incluye a García-Hernández, D. A.)
2022AJ....164...85M

The relic galaxy NGC 1277 rules out intermediate-age stellar populations origin of CO-strong absorptions in massive early-type galaxies

Eftekhari, Elham; La Barbera, Francesco; Vazdekis, Alexandre; Beasley, Michael
2022MNRAS.515L..56E

The Tarantula Massive Binary Monitoring. VI. Characterisation of hidden companions in 51 single-lined O-type binaries: A flat mass-ratio distribution and black-hole binary candidates

Shenar, T. et al. (incluye a Herrero, A.)
2022A&A...665A.148S

The TESS-Keck Survey. XIII. An Eccentric Hot Neptune with a Similar-mass Outer Companion around TOI-1272

MacDougall, Mason G. et al. (incluye a Esparza-Borges, Emma; Fukui, Akihiko; Kawauchi, Kiyoe; Murgas, Felipe; Narita, Norio; Palte, Enric; Parviainen, Hannu)
2022AJ....164...97M

The VLT-FLAMES survey of massive stars. NGC 2004#115: A triple system hosting a possible short period B+BH binary

Lennon, D. J.; Dufton, P. L.; Villaseñor, J. I.; Evans, C. J.; Langer, N.; Saxton, R.; Monageng, I. M.; Toonen, S.
2022A&A...665A.180L

TOI-1452 b: SPIRou and TESS Reveal a Super-Earth in a Temperate Orbit Transiting an M4 Dwarf

Cadieux, Charles et al. (incluye a Narita, Norio; Fukui, Akihiko; Kawauchi, Kiyoe)
2022AJ....164...96C

Warm molecular and ionized gas kinematics in the type-2 quasar J0945+1737

Speranza, G. et al. (incluye a Ramos Almeida, C.; Acosta-Pulido, J. A.)
2022A&A...665A..55S

A 4 Gyr M-dwarf Gyrochrone from CFHT/MegaPrime Monitoring of the Open Cluster M67

Dungee, Ryan; van Saders, Jennifer; Gaidos, Eric; Chun, Mark; García, Rafael A.; Magnier, Eugene A.; Mathur, Savita; Santos, Ângela R. G.
2022ApJ...938..118D

A correlation between H α trough depth and inclination in quiescent X-ray transients: evidence for a low-mass black hole in GRO J0422+32

Casares, J. et al. (incluye a Muñoz-Darias, T.; Torres, M. A. P.; Mata Sánchez, D.; Armas Padilla, M.; Álvarez-Hernández, A.; Cúneo, V. A.; González Hernández, J. I.; Panizo-Espinar, G.; Sánchez-Sierras, J.; Yanes-Rizo, I. V.)
2022MNRAS.516.2023C

A deep survey of short GRB host galaxies over z 0-2: implications for offsets, redshifts, and environments

O'Connor, B. et al. (incluye a González, J. B.)
2022MNRAS.515.4890O

A dense 0.1-solar-mass star in a 51-minute-orbital-period eclipsing binary

Burdge, Kevin B. et al. (incluye a Dhillon, V. S.; Rodríguez-Gil, Pablo)
2022Natur.610..467B

A high angular resolution view of the PAH emission in Seyfert galaxies using JWST/MRS data

García-Bernete, I. et al. (incluye a Ramos Almeida, C.)
2022A&A...666L...5G

A hot sub-Neptune in the desert and a temperate super-Earth around faint M dwarfs. Color validation of TOI-4479b and TOI-2081b

Esparza-Borges, E. et al. (incluye a Parviainen, H.; Murgas, F.; Pallé, E.; Morello, G.; Barkaoui, K.; Narita, N.; Fukui, A.; Oshagh, M.; Fernández, G. E.; Kawauchi, K.; Laza-Ramos, A.; Madrigal-Aguado, A.; Orell-Miquel, J.; Puig-Subirà, M.; Stangret, M.)
2022A&A...666A..10E

A quarter century of spectroscopic monitoring of the nearby M dwarf Gl 514. A super-Earth on an eccentric orbit moving in and out of the habitable zone

Damasso, M. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Suárez Mascareño, A.; Murgas, F.; Béjar, V. J. S.)
2022A&A...666A.187D

A slow lopsided bar in the interacting dwarf galaxy IC 3167

Cuomo, V.; Corsini, E. M.; Morelli, L.; Aguerri, J. A. L.; Lee, Y. H.; Coccato, L.; Pizzella, A.; Buttitta, C.; Gasparri, D.
2022MNRAS.516L..24C

A warm super-Neptune around the G-dwarf star TOI-1710 revealed with TESS, SOPHIE, and HARPS-N

König, P. -C. et al. (incluye a Boschini, W.)
2022A&A...666A.183K

Ambipolar Diffusion in the Lower Solar Atmosphere: Magnetohydrodynamic Simulations of a Sunspot

MacBride, Conor D.; Jess, David B.; Khomenko, Elena; Grant, Samuel D. T.
2022ApJ...938..154M

An Astrophysical Perspective of Life. The Growth of Complexity

Sánchez, F.; Battaner, E.
2022RMxAA...58..375S

Analysing the structure of the bulge with Mira variables

Chrobáková, Ž.; López-Corredoira, M.; Garzón, F.
2022A&A...666L..13C

Automatic model-based telluric correction for the ESPRESSO data reduction software. Model description and application to radial velocity computation

Allart, R. et al. (incluye a Rebolo, R.; González Hernández, J. I.; Suárez Mascareño, A.)
2022A&A...666A.196A

Bocapucheros (Almagro, Ciudad Real): nuevo tipo de enterramiento tumular en la Cultura de las Motillas

Benítez de Lugo Enrich, L.; Mederos Martín, A.; Esteban, C.; Fuentes Sánchez, J. L.; Galindo-Pellicena, M. a.; Menchén Herreros, g.; Moraleda Sierra, J.; Peña Romo, V.
10.12795/spal.2022.i31.19

Characterization of the MASCOT landing area by Hayabusa2

Schröder, Stefan et al. (incluye a Tatsumi, Eri)
2022A&A...666A.164S

Chemical composition of the young massive cluster NGC 1569-B

Gvozdenko, A.; Larsen, S. S.; Beasley, M. A.; Brodie, J.
2022A&A...666A.159G

Constraining the overcontact phase in massive binary evolution. II. Period stability of known O+O overcontact systems

Abdul-Masih, Michael; Escorza, Ana; Menon, Athira; Mahy, Laurent; Marchant, Pablo
2022A&A...666A..18A

Detection of barium in the atmospheres of the ultra-hot gas giants WASP-76b and WASP-121b. Together with new detections of Co and Sr+ on WASP-121b

Azevedo Silva, T. et al. (incluye a Esparza-Borges, E.; Palles, E.; Rebolo, R.; González Hernández, J. I.; Suárez Mascareño, A.)
2022A&A...666L..10A

Euclid preparation. XXI. Intermediate-redshift contaminants in the search for $z > 6$ galaxies within the Euclid Deep Survey

van Mierlo, S. E. et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.; Colodro-Conde, C.; Huertas-Company, M.)
2022A&A...666A.200V

Fundamental physics with ESPRESSO: Constraining a simple parametrisation for varying α

da Fonseca, Vitor et al. (incluye a González Hernández, Jonay I.; Palles, Enric; Rebolo, Rafael; Mascareño, Alejandro Suárez)
2022A&A...666A..57D

Hubble constant and nuclear equation of state from kilonova spectro-photometric light curves

Pérez-García, M. A. et al. (incluye a Jones, D.)
2022A&A...666A..67P

J-PLUS: a catalogue of globular cluster candidates around the M 81/M 82/NGC 3077 triplet of galaxies

Chies-Santos, Ana L. et al. (incluye a Hernández-Monteagudo, Carlos)
2022MNRAS.516.1320C

J-PLUS: Discovery and characterisation of ultracool dwarfs using Virtual Observatory tools. II. Second data release and machine learning methodolog

Mas-Buitrago, P. et al. (incluye a Martín, E. L.)
2022A&A...666A.147M

KMT-2021-BLG-0171Lb and KMT-2021-BLG-1689Lb: two microlensing planets in the KMTNet high-cadence fields with followup observations

Yang, Hongjing et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022MNRAS.516.1894Y

Launching the VASCO Citizen Science Project

Villarroel, Beatriz et al. (incluye a Comerón, Sébastien; Geier, Stefan; Prieto, Almudena)
2022Univ....8..561V

Measuring Cosmological Parameters with Type Ia Supernovae in redMaGiC Galaxies

Chen, R. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022ApJ...938...62C

Multicolour optical light curves of the companion star to the millisecond pulsar PSR J2051-0827

Dhillon, V. S. et al.
2022MNRAS.516.2792D

Noble gases and nitrogen in samples of asteroid Ryugu record its volatile sources and recent surface evolution

Okazaki R. et al; Tatsumi E.
10.1126/science.abo0431

Polarization Accuracy Verification of the Chromospheric LAYer SpectroPolarimeter

Song, Donguk et al. (incluye a Trujillo Bueno, Javier; Asensio Ramos, Andrés; del Pino Alemán, Tanausú)
2022SoPh..297..135S

Precise mass determination for the keystone sub-Neptune planet transiting the mid-type M dwarf G 9-40

Luque, R. et al. (incluye a Nowak, G.; Pallé, E.; Morello, G.; Deeg, H. J.; Esparza-Borges, E.; Fukui, A.; Kawauchi, K.; Murgas, F.; Narita, N.; Parviainen, H.)
2022A&A...666A.154L

SPECULOOS Northern Observatory: Searching for Red Worlds in the Northern Skies

Burdanov, Artem Y. et al. (incluye a Rebolo, Rafael; Alonso, Roi; Barkaoui, Khalid; Chinchilla, Patricia)
2022PASP..134j5001B

StraKLIP: A Novel Pipeline for Detection and Characterization of Close-in Faint Companions through the Karhunen-Loève Image Processing Algorithm

Strampelli, Giovanni M.; Pueyo, Laurent; Aguilar, Jonathan; Aparicio, Antonio; Duchêne, Gaspard; Robberto, Massimo
2022AJ....164..147S

Studying a precessing jet of a massive young stellar object within a chemically rich region

Paron, S.; Mast, D.; Fariña, C.; Areal, M. B.; Ortega, M. E.; Martínez, N. C.; Celis Peña, M.
2022A&A...666A.105P

Sub-stellar companions of intermediate-mass stars with CoRoT: CoRoT-34b, CoRoT-35b, and CoRoT-36b

Sebastian, D. et al. (incluye a Deeg, H. J.; Alonso, R.; Nespral, D.)
2022MNRAS.516..636S

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Stable radial-velocity variations at the rotation period of AD Leonis: A test case study of current limitations to treating stellar activity

Kossakowski, D. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2022A&A...666A.143K

The EURONEAR Lightcurve Survey of Near Earth Asteroids 2017-2020

Vaduvescu, O. et al. (incluye a Pérez Toledo, F. M.; de Burgos, A.; Nespral, D.; Galera-Rosillo, R.; Serra-Ricart, M.; Licandro, J.)
2022EM&P..126....6V

The European Solar Telescope

Quintero Noda, C. et al. (incluye a Khomenko, E.; Kuckein, C.; González Manrique, S. J.; Alsina Ballester, E.; Asensio Ramos, A.; Barreto Cabrera, M.; Belío-Asín, M.; Bienes Pérez, J.; Bonaque-González, S.; Burgos Martín, J.; Calvo Tovar, J.; Carballo-Martín, Y.; Carlin, E. S.; Chulani, H. M.; Cózar-Castellano, J.; del Pino Alemán, T.; Díaz-García, J. J.; Escobar Rodríguez, A.; Esteban Pozuelo, S.; Felipe, T.; Feijoo Amoedo, N.; Femenía Castellá, B.; Ferro Rodríguez, I.; Franco Ordovas, A.; González, F.; González-Cava, J. M.; Gracia, F.; Hernández-Delgado, A.; Hernández Suárez, E.; Hidalgo, S. L.; Jiménez Mejías, D.; López López, R.; Marco de la Rosa, J.; Martín Gálvez, A.; Martín Hernando, Y.; Martínez González, M.; Matta-Gómez, A.; Mato, A.; Merlos García, F.; Montilla, I.; Montoya, L. M.; Núñez Cagigal, M.; Padilla-Hernández, C.; Paéz Mañá, E.; Peñate, J.; Pérez de Taoro, A.; Quintero Nehr Korn, J.; Ramos Sapena, Y.; Rasilla, J. L.; Rebolo, R.; Regalado Olivares, S.; Reyes García-Talavera, M.; Rodríguez Delgado, H.; Rodríguez González, N.; Rodríguez-Losada, J. A.; Rodríguez Ramos, L. F.; Ruiz de Galarreta, C.; Sánchez-Capuchino, J.; Sánchez Rodríguez, M. L.; Sangiorgi, M.; Socas-Navarro, H.; Sola La Serna, P.; Soler Trujillo, M.; Sosa Méndez, A.; Tenegí, F.; Trujillo Bueno, J.; Vega Reyes, N.; Vitas, N.; Collados, M.)
2022A&A...666A..21Q

The Gaia-ESO Public Spectroscopic Survey: Implementation, data products, open cluster survey, science, and legacy

Randich, S. et al. (incluye a Allende Prieto, C.; Masseron, T.; Gonzalez Hernandez, J. I.; Herrero, A.)

2022A&A...666A.121R

The Gaia-ESO Public Spectroscopic Survey: Motivation, implementation, GIRAFFE data processing, analysis, and final data products

Gilmore, G. et al. (incluye a Allende Prieto, C.; Gonzalez Hernandez, J. I.; Herrero, A.; Masseron, T.)

2022A&A...666A.120G

The polarization signals of the solar K I D lines and their magnetic sensitivity

Alsina Ballester, E.

2022A&A...666A.178A

The Pristine dwarf galaxy survey - IV. Probing the outskirts of the dwarf galaxy Boötes I

Longeard, Nicolas et al. (incluye a Thomas, Guillaume F.)

2022MNRAS.516.2348L

The relation between optical and γ -ray emission in BL Lac sources

La Mura, G.; Becerra Gonzalez, J.; Chiaro, G.; Ciroi, S.; Otero-Santos, J.

2022MNRAS.515.4810L

The stable climate of KELT-9b

Jones, K. et al. (incluye a Parviainen, H.; Alonso, R.; Pallé, E.)

2022A&A...666A.118J

TOI-1468: A system of two transiting planets, a super-Earth and a mini-Neptune, on opposite sides of the radius valley

Chaturvedi, P. et al. (incluye a Morello, G.; Pallé, E.; Lodieu, N.; Béjar, V. J. S.; Esparza-Borges, E.; Fukui, A.; Murgas, F.; Narita, N.; Nowak, G.; Parviainen, H.)

2022A&A...666A.155C

TOI-2196 b: Rare planet in the hot Neptune desert transiting a G-type star

Persson, Carina M. et al. (incluye a Carleo, Ilaria; Deeg, Hans J.; Orell-Miquel, Jaume; Narita, Noria; Palte, Enric)

2022A&A...666A.184P

Validation and atmospheric exploration of the sub-Neptune TOI-2136b around a nearby M3 dwarf

Kawauchi, K. et al. (incluye a Murgas, F.; Palte, E.; Narita, N.; Fukui, A.; Parviainen, H.; Esparza-Borges, E.; Orell-Miquel, J.; Laza-Ramos, A.; Madrigal-Aguado, A. Morello, G.; Rodríguez, G. E. F.; Sánchez-Benavente, M.; Stangret, M.)

2022A&A...666A...4K

White Dwarf Binaries across the H-R Diagram

Anguiano, Borja; Majewski, Steven R.; Stassun, Keivan G.; Badenes, Carles; Daher, Christine Mazzola; Dixon, Don; Allende Prieto, Carlos; Schneider, Donald P.; Price-Whelan, Adrian M.; Beaton, Rachael L.

2022AJ....164..126A

99 oscillating red-giant stars in binary systems with NASA TESS and NASA Kepler identified from the SB9-Catalogue

2022A&A...667A..31B

A census of OBe stars in nearby metal-poor dwarf galaxies reveals a high fraction of extreme rotators

Schootemeijer, A.; Lennon, D. J.; Garcia, M.; Langer, N.; Hastings, B.; Schürmann, C.

2022A&A...667A.100S

A deep learning approach to infer galaxy cluster masses from Planck Compton- y parameter maps

de Andres, Daniel et al. (incluye a Vega-Ferrero, Jesús)

2022NatAs...6.1325D

A detailed study of the barium central star of the planetary nebula Abell 70

Jones, David; Boffin, Henri M. J.; Brown, Alex J.; Zak, Jiri; Hume, George; Munday, James; Miszalski, Brent

2022MNRAS.516.4833J

A new reference catalogue for the very metal-poor Universe: +150 OB stars in Sextans A

Lorenzo, M.; Garcia, M.; Najarro, F.; Herrero, A.; Cerviño, M.; Castro, N.

2022MNRAS.516.4164L

A refined dynamical mass for the black hole in the X-ray transient XTE J1859+226

Yanes-Rizo, I. V. et al. (incluye a Torres, M. A. P.; Casares, J.; Muñoz-Darias, T.; Rodríguez-Gil, P.; Armas Padilla, M.)

2022MNRAS.517.1476Y

AIH lines in the blue spectrum of Proxima Centauri

Pavlenko, Yakiv V.; Tennyson, Jonathan; Yurchenko, Sergei N.; Schmidt, Mirek R.; Jones, Hugh R. A.; Lyubchik, Yuri; Suárez Mascareño, A.
2022MNRAS.516.5655P

Anisotropic satellite accretion on to the Local Group with HESTIA

Dupuy, Alexandra et al. (incluye a Grand, Robert J. J.)
2022MNRAS.516.4576D

Black hole mass and spin measurements through the relativistic precession model: XTE J1859+226

Motta, S. E.; Belloni, T.; Stella, L.; Pappas, G.; Casares, J.; Muñoz-Darias, A. T.; Torres, M. A. P.; Yanes-Rizo, I. V.
2022MNRAS.517.1469M

Brown dwarf companions in microlensing binaries detected during the 2016-2018 seasons

Han, Cheongho et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2022A&A...667A..64H

Comparative study of Shack-Hartmann configurations for atmospheric turbulence reconstructions in solar adaptive optics

Riesgo, Francisco García; Gómez, Sergio Luis Suárez; Rodríguez, Jesús Daniel Santos; Gutiérrez, Carlos González; Martín Hernando, Yolanda; Montoya Martínez, Luz María; Asensio Ramos, Andrés; Collados Vera, Manuel; Núñez Cagigal, Miguel; Juez, Francisco Javier De Cos
2022OptLE.15807157R

Confirmation and characterisation of three giant planets detected by TESS from the FIES/NOT and Tull/McDonald spectrographs

Knudstrup, Emil et al. (incluye a Nowak, Grzegorz; Deeg, Hans J.; Barkaoui, Khalid; Murgas, Felipe; Palle, Enric)
2022A&A...667A..22K

Cosmological gas accretion history onto the stellar discs of Milky Way-like galaxies in the Auriga simulations - (I) Temporal dependency

Iza, Federico G.; Scannapieco, Cecilia; Nuza, Sebastián E.; Grand, Robert J. J.; Gómez, Facundo A.; Springel, Volker; Pakmor, Rüdiger; Marinacci, Federico
2022MNRAS.517.832I

Dark Energy Survey Year 3 results: Cosmological constraints from galaxy clustering and galaxy-galaxy lensing using the MAGLIM lens sample

Porredon, A. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022PhRvD.106j3530P

Detection of Na and K in the Atmosphere of the Hot Jupiter HAT-P-1b with P200/DBSP

Chen, Guo; Wang, Hongchi; van Boekel, Roy; Pallé, Enric
2022AJ....164..173C

Development of Al-Nb Hybrid Lumped-Element Kinetic Inductance Detectors for Infrared Photon Detection

Terasaki, Tomoki; Kiuchi, Kenji; Honda, Shunsuke; Oguri, Shugo; Nishinomiya, Yume; Kusaka, Akito
2022JLTP..209..441T

Dipolar dark matter simulations on galaxy scales with the RAMSES code

Stahl, Clément; Famaey, Benoit; Thomas, Guillaume; Dubois, Yohan; Ibata, Rodrigo
2022MNRAS.517..498S

Dwarf Galaxies with Central Cores in Modified Newtonian Dynamics Gravity

Sánchez Almeida, J.
2022ApJ...940...46S

EMIR, the near-infrared camera and multi-object spectrograph for the GTC. EMIR at GTC

Garzón, F. et al. (incluye a Balcells, M.; Herrero, A.; Muñoz-Tuñón, C.; Prieto, M.; Patrón, J.; Streblyanska, A.)
2022A&A...667A.107G

Estimating the atmospheric properties of 44 M dwarfs from SPIRou spectra

Cristofari, P. I. et al. (incluye a Masseron, T.)
2022MNRAS.516.3802C

Euclid: Cosmological forecasts from the void size function

Contarini, S. et al. (incluye a Kovacs, A.)
2022A&A...667A.162C

Evidence of a flare ignited above a low-latitude spotted active region in the ultrafast rotator HK Aqr

Martínez González, María Jesús; Asensio Ramos, Andrés; González-Fernández, Carlos; del Pino Alemán, Tanausú; Montes, David; Luna, Manuel; Felipe, Tobías; Esteban Pozuelo, Sara; Leitzinger, Martin
2022MNRAS.517..744M

FarNet-II: An improved solar far-side active region detection method

Broock, E. G.; Asensio Ramos, A.; Felipe, T.
2022A&A...667A.132B

First asteroid gas sample delivered by the Hayabusa2 mission: A treasure box from Ryugu

Okazaki R. et al; Tatsumi E.
10.1126/sciadv.abo7239

First asteroid gas sample delivered by the Hayabusa2 mission: A treasure box from Ryugu

Okazaki R. et al; Tatsumi E.
10.1126/sciadv.abo7239

Gaia Early Data Release 3. The celestial reference frame (Gaia-CRF3)

Gaia Collaboration et al. (incluye a Hidalgo, S. L.)
2022A&A...667A.148C

Hunting for anti-solar differentially rotating stars using the Rossby number. An application to the Kepler field

Noraz, Q.; Breton, S. N.; Brun, A. S.; García, R. A.; Strugarek, A.; Santos, A. R. G.; Mathur, S.; Amand, L.
2022A&A...667A..50N

Information content of BP/RP spectra in Gaia DR3

Witten, Callum E. C.; Aguado, David S.; Sanders, Jason L.; Belokurov, Vasily; Evans, N. Wyn; Koposov, Sergey E.; Allende Prieto, Carlos; De Angeli, Francesca; Irwin, Mike J.
2022MNRAS.516.3254W

Laser Guide Star uplink beam: scattering and Raman emission measurements with the 10.4m Gran Telescopio CANARIAS

Lombardi, G.; Bonaccini Calia, D.; Centrone, M.; de Ugarte Postigo, A.; Geier, S.
2022MNRAS.517..201L

Linking star formation thresholds and truncations in the thin and thick disks of the low-mass galaxy UGC 7321

Díaz-García, S.; Comerón, S.; Courteau, S.; Watkins, A. E.; Knapen, J. H.; Román, J.
2022A&A...667A.109D

Long-term photometric monitoring and spectroscopy of the white dwarf pulsar AR Scorpii

Pelisolí, Ingrid et al. (incluye a Dhillon, V. S.; Shahbaz, T.)
2022MNRAS.516.5052P

Non-detection of He I in the Atmosphere of GJ 1214b with Keck/NIRSPEC, at a Time of Minimal Telluric Contamination

Spake, Jessica J.; Oklopčić, A.; Hillenbrand, L. A.; Knutson, Heather A.; Kasper, David; Dai, Fei; Orell-Miquel, Jaume; Vissapragada, Shreyas; Zhang, Michael; Bean, Jacob L.
2022ApJ...939L..11S

Non-Gaussianity of optical emission lines in SDSS star-forming galaxies and its implications on galactic outflows

Yu, B. P. Brian; Anghopo, James; Ferreras, Ignacio; Wu, Kinwah
2022PASA...39...54Y

Observational and numerical characterization of a recurrent arc-shaped front propagating along a coronal fan

Sieyra, M. V.; Krishna Prasad, S.; Stenborg, G.; Khomenko, E.; Van Doorselaere, T.; Costa, A.; Esquivel, A.; Riedl, J. M.
2022A&A...667A..21S

On the Characterization of GJ 504: A Magnetically Active Planet-host Star Observed by the Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS)

Di Mauro, Maria Pia et al. (incluye a Mathur, Savita; González Cuesta, Lucía)
2022ApJ...940...93D

Optical Characterization of OMT-Coupled TES Bolometers for LiteBIRD

Hubmayr, J. et al. (incluye a Diaz Garcia, J. J.; Genova-Santos, R. T.; Gonzalez Gonzales, R.; Rubiño-Martin, J.)
2022JLTP..209..396H

Orphan optical flare as SOSS emission afterglow, localization in time

Lipunov, V. et al. (incluye a Serra-Ricart, M.)
2022MNRAS.516.4980L

Overview of the Instrumentation for the Dark Energy Spectroscopic Instrument

2022AJ...164..207A

Revealing the structure of the lensed quasar Q 0957+561. II. Supermassive black hole mass via gravitational redshift

Fian, C.; Mediavilla, E.; Jiménez-Vicente, J.; Motta, V.; Muñoz, J. A.; Chelouche, D.; Hanslmeier, A. 2022A&A...667A..67F

SALT3-NIR: Taking the Open-source Type Ia Supernova Model to Longer Wavelengths for Next-generation Cosmological Measurements

2022ApJ...939...11P

Solar-like oscillations and ellipsoidal variations in TESS observations of the binary 12 Boötis

Ball, Warrick H. et al. (incluye a González-Cuesta, Lucia; Mathur, Savita)
2022MNRAS.516.3709B

Spinning up the Surface: Evidence for Planetary Engulfment or Unexpected Angular Momentum Transport?

Tayar, Jamie et al. (incluye a Mathur, Savita)
2022ApJ...940...23T

The 700 ks Chandra Spiderweb Field. II. Evidence for inverse-Compton and thermal diffuse emission in the Spiderweb galaxy

Tozzi, P. et al. (incluye a Dannerbauer, H.)
2022A&A...667A.134T

The Circular Polarization of the Mn 1 Resonance Lines around 280 nm for Exploring Chromospheric Magnetism

del Pino Alemán, Tanausú; Alsina Ballester, Ernest; Trujillo Bueno, Javier
2022ApJ...940...78D

The edges of galaxies: Tracing the limits of star formation

Chamba, Nushkia; Trujillo, Ignacio; Knapen, Johan H.
2022A&A...667A..87C

The GLEAMing of the first supermassive black holes: II. A new sample of high-redshift radio galaxy candidates

Broderick, J. W. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.; Dannerbauer, H.; Gutiérrez, C. M.)
2022PASA...39...61B

The HD 93963 A transiting system: A 1.04 d super-Earth and a 3.65 d sub-Neptune discovered by TESS and CHEOPS

2022A&A...667A...1S

The impact of two massive early accretion events in a Milky Way-like galaxy: repercussions for the buildup of the stellar disc and halo

Orkney, Matthew D. A.; Laporte, Chervin F. P.; Grand, Robert J. J.; Gómez, Facundo A.; van de Voort, Freeke; Marinacci, Federico; Fragkoudi, Francesca; Pakmor, Ruediger; Springel, Volker
2022MNRAS.517L.138O

The Pristine survey - XVI. The metallicity of 26 stellar streams around the Milky Way detected with the STREAMFINDER in Gaia EDR3

Martin, Nicolas F. et al. (incluye a González Hernández, Jonay I.; Thomas, Guillaume F.)
2022MNRAS.516.5331M

TOI-3884 b: A rare 6-RE planet that transits a low-mass star with a giant and likely polar spot

Almenara, J. M. et al. (incluye a Murgas, F.)
2022A&A...667L..11A

Torus and polar dust dependence on active galactic nucleus properties

García-Bernete, I. et al. (incluye a Ramos Almeida, C.; Acosta-Pulido, J. A.)
2022A&A...667A.140G

Two temperate super-Earths transiting a nearby late-type M dwarf

Delrez, L. et al. (incluye a Narita, N.; Barkaoui, K.; Fukui, A.; Kawauchi, K.; Murgas, F.; Pallé, E.)
2022A&A...667A..59D

Unravelling the nature of the dual AGN in the galaxy pair system IRAS 05589+2828 and 2MASX J06021107 + 2828382

Benítez, E. et al. (incluye a Rodríguez-Espinosa, J. M.)
2022MNRAS.516.5270B

A CHEOPS-enhanced view of the HD 3167 system

Bourrier, V. et al. (incluye a Alonso, R.; Lorenzi, V.; Pallé, E.)
2022A&A...668A..31B

A dehydrated space-weathered skin cloaking the hydrated interior of Ryugu

Noguchi T. et al.; Tatsumi E.
10.1038/s41550-022-01841-6

A Long Time Ago in a Galaxy Far, Far Away: A Candidate z 12 Galaxy in Early JWST CEERS Imaging

Finkelstein, Steven L. et al. (incluye a Huertas-Company, Marc; Vega-Ferrero, Jesús)
2022ApJ...940L..55F

A New Era of Intracluster Light Studies with JWST

Montes, Mireia; Trujillo, Ignacio
2022ApJ...940L..51M

A probabilistic deep learning model to distinguish cusps and cores in dwarf galaxies

Expósito-Márquez J.; Brook C.B.; Huertas-Company M; Di Cintio A.; Macciò A.V; Grand R.J.J.; Battaglia G.; Arjona-Gálvez E.
10.1093/mnras/stac3799

An extreme blue nugget, UV-bright starburst at $z = 3.613$ with 90 per cent of Lyman continuum photon escape

Marques-Chaves, R. et al. (incluye a Pérez-Fournon, I.)
2022MNRAS.517.2972M

Asymmetrical tidal tails of open star clusters: stars crossing their cluster's práht challenge Newtonian gravitation

Kroupa, Pavel et al. (incluye a Thomas, Guillaume)
2022MNRAS.517.3613K

Atmospheric characterization of the ultra-hot Jupiter WASP-33b. Detection of Ti and V emission lines and retrieval of a broadened line profile

Cont, D. et al. (incluye a Pallé, E.; Morello, G.)
2022A&A...668A..53C

Characterization of the HD 108236 system with CHEOPS and TESS Confirmation of a fifth transiting planet

Hoyer, S. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.)
2022A&A...668A.117H

CHEOPS finds KELT-1b darker than expected in visible light. Discrepancy between the CHEOPS and TESS eclipse depths

Parviainen, H. et al. (incluye a Pallé, E.; Alonso, R.)
2022A&A...668A..93P

Cloud-scale radio surveys of star formation and feedback in Triangulum Galaxy M 33: VLA observations

Tabatabaei, F. S. et al. (incluye a Beckman, J. E.; Knapen, J. H.; Camps Fariña, A.)
2022MNRAS.517.2990T

CO in the ALMA Radio-source Catalogue (ARC): The molecular gas content of radio galaxies as a function of redshift

Audibert, A.; Dasyra, K. M.; Papachristou, M.; Fernández-Ontiveros, J. A.; Ruffa, I.; Bisigello, L.; Combes, F.; Salomé, P.; Gruppioni, C.
2022A&A...668A..67A

Constraints on primordial magnetic fields from their impact on the ionization history with Planck 2018

Paoletti, D.; Chluba, J.; Finelli, F.; Rubiño-Martín, J. A.
2022MNRAS.517.3916P

Dark Energy Survey Year 3 results: Measurement of the baryon acoustic oscillations with three-dimensional clustering

Chan, K. C. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022PhRvD.106I3502C

Detection of the Irregular Shape of the Southern Limb of Menoetius from Observations of the 2017-2018 Patroclus-Menoetius Mutual Events

Pinilla-Alonso, Noemí; Popescu, Marcel; Licandro, Javier; Fernández-Valenzuela, Estela; Grundy, Will M.; Duffard, Rene; Cabrera-Lavers, Antonio; Hidalgo Soto, Diego; Rizos, Juan Luis; Morate, David
2022PSJ.....3..267P

ESPRESSO observations of HE 0107-5240 and other CEMP-no stars with $[\text{Fe}/\text{H}] \leq -4.5$

Aguado, D. S. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Allende Prieto, C.; Rebolo, R.; Suárez Mascareño, A.)
2022A&A...668A..86A

Fast Multipole Method for Gravitational Lensing: Application to High-magnification Quasar Microlensing

Jiménez-Vicente, J.; Mediavilla, E.
2022ApJ...941...80J

Forecasting the success of the WEAVE Wide-Field Cluster Survey on the extraction of the cosmic web filaments around galaxy clusters

Cornwell, Daniel J.; Kuchner, Ulrike; Aragón-Salamanca, Alfonso; Gray, Meghan E.; Pearce, Frazer R.; Aguerri, J. Alfonso L.; Cui, Weiguang; Méndez-Abreu, J.; Peralta de Arriba, Luis; Trager, Scott C.
2022MNRAS.517.1678C

Fossil group origins. XII. The large-scale environment around fossil systems

Zarattini, S.; Aguerri, J. A. L.; Calvi, R.; Girardi, M.
2022A&A...668A..38Z

Gamma-ray observations of MAXI J1820+070 during the 2018 outburst

Abe, H. et al. (incluye a Acciari, V. A.; Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Nievas Rosillo, M.; Njoh Ekoume, T.; Otero-Santos, J.; Vazquez Acosta, M.)
2022MNRAS.517.4736A

HD 20329b: An ultra-short-period planet around a solar-type star found by TESS

Murgas, F. et al. (incluye a Nowak, G.; Masseron, T.; Parviainen, H.; Pallé, E.; Carleo, I.; Esparza-Borges, E.; Deeg, H. J.; Orell-Miquel, J.; Puig-Subirà, M.; Stangret, M.; Fukui, A.; Narita, N.)
2022A&A...668A.158M

Hubble Space Telescope Observations of Tadpole Galaxies Kiso3867, SBS0, SBS1, and UM461

Elmegreen, Debra Meloy et al. (incluye a Sánchez Almeida, Jorge; Muñoz-Tuñón, Casiana; Caon, Nicola)
2022ApJ...941..157E

Hubble tensions: a historical statistical analysis

López-Corredoira, Martín
2022MNRAS.517.5805L

Hydrogenation of [Li@C60]PF6: A comparison with fullerenes derived from C60

García-Hernández, D. Aníbal; Manchado, Arturo; Cataldo, Franco
2022FNCN...30.1245G

Is binning always sinning? The impact of time-averaging for exoplanet phase curves

Morello, Giuseppe; Dyrek, Achène; Changeat, Quentin
2022MNRAS.517.2151M

Is the Core-cusp Problem a Matter of Perspective? Jeans Anisotropic Modeling against Numerical Simulations

Wang, Wenting et al. (incluye a Grand, Robert J. J.)
2022ApJ...941..108W

J-PLUS: Uncovering a large population of extreme [OIII] emitters in the local Universe

Lumbreras-Calle, A. et al. (incluye a Hernández-Monteaigudo, C.)
2022A&A...668A..60L

Kinematics of the Local Group gas and galaxies in the HESTIA simulations

Biaus, Luis et al. (incluye a Grand, Robert J. J.)
2022MNRAS.517.6170B

Large Ion-neutral Drift Velocities and Plasma Heating in Partially Ionized Coronal Rain Blobs

Martínez-Gómez, David; Oliver, Ramón; Khomenko, Elena; Collados, Manuel
2022ApJ...940L..47M

Lower-than-expected flare temperatures for TRAPPIST-1

Maas, A. J. et al. (incluye a Oshagh, M.; Pallé, E.; Parviainen, H.; Esparza-Borges, E.; Murgas, F.; Béjar, V. J. S.; Narita, N.)
2022A&A...668A.111M

On the use of field RR Lyrae as galactic probes - VI. Mixed mode RR Lyrae variables in Fornax and in nearby dwarf galaxies

Braga, V. F. et al.
2022MNRAS.517.5368B

Particle size distributions inside and around the artificial crater produced by the Hayabusa2 impact experiment on Ryugu

Ogawa, K. et al. (incluye a Tatsumi, E.)
2022EP&S...74..153O

Phase curve and geometric albedo of WASP-43b measured with CHEOPS, TESS, and HST WFC3/UVIS

Scandariato, G. et al. (incluye a Alonso, R.; Pallé, E.; Parviainen, H.)
2022A&A...668A..17S

Photometric Properties of Jupiter Trojans Detected by the Dark Energy Survey

Pan, Jiaming et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022PSJ.....3..269P

Searching for the next Galactic Luminous red nova

Addison, Harry; Blagorodnova, Nadejda; Groot, Paul J.; Erasmus, Nicolas; Jones, David; Mogawana, Orapeleng
2022MNRAS.517.1884A

The Cavity of 3CR 196.1: H α Emission Spatially Associated with an X-Ray Cavity

Jimenez-Gallardo, A. et al. (incluye a Prieto, M. A.)
2022ApJ...941..114J

The Fourth Catalog of Active Galactic Nuclei Detected by the Fermi Large Area Telescope: Data Release 3

Ajello, M. et al. (incluye a Becerra Gonzalez, J.)
2022ApJS..263...24A

The homogeneity of chemical abundances in H II regions of the Magellanic Clouds

Domínguez-Guzmán, G.; Rodríguez, M.;
García-Rojas, J.; Esteban, C.; Toribio San
Cipriano, L.
2022MNRAS.517.4497D

The JCMT BISTRO Survey: A Spiral Magnetic Field in a Hub-filament Structure, Monoceros R2

Hwang, Jihye et al. (incluye a Poidevin,
Frédéric)
2022ApJ...941...51H

The JCMT BISTRO-2 Survey: Magnetic Fields of the Massive DR21 Filament

Ching, Tao-Chung et al. (incluye a Poidevin,
Frédéric)
2022ApJ...941..122C

The messy death of a multiple star system and the resulting planetary nebula as observed by JWST

De Marco, Orsola et al. (incluye a Corradi,
Romano L. M.; García-Hernández, D. A.;
García-Rojas, Jorge; Gómez-Llanos, Veronica;
Jones, David; Machado, Arturo)
2022NatAs...6.1421D

The Pristine Inner Galaxy Survey (PIGS) - IV. A photometric metallicity analysis of the Sagittarius dwarf spheroidal galaxy

Vitali, Sara et al. (incluye a González
Hernández, Jonay I.)
2022MNRAS.517.6121V

The SAMI-Fornax Dwarfs Survey - II. The Stellar Mass Fundamental Plane and the dark matter fraction of dwarf galaxies

Eftekhari, F. Sara et al. (incluye a Falcón-
Barroso, Jesús)
2022MNRAS.517.4714E

The stellar populations of quiescent ultra-diffuse galaxies from optical to mid-infrared spectral energy distribution fitting

Buzzo, Maria Luisa et al. (incluye a Ferré-
Mateu, Anna)
2022MNRAS.517.2231B

The survival of stellar discs in Fornax-like environments, from TNG50 to real galaxies

Galán-de Anta, Pablo M. et al. (incluye a
Falcón-Barroso, J.; Martín-Navarro, I.)
2022MNRAS.517.5992G

The uncertain interstellar medium of high-redshift quiescent galaxies: Impact of methodology

Gobat, R.; D'Eugenio, C.; Liu, D.; Caminha, G.
B.; Daddi, E.; Blázquez, D.
2022A&A...668L...4G

The VLT-FLAMES Tarantula Survey. Observational evidence for two distinct populations of massive runaway stars in 30 Doradus

Sana, H. et al. (incluye a Herrero, A.; Lennon, D.
J.)
2022A&A...668L...5S

Ultraviolet spectropolarimetry with Polstar: using Polstar to test magnetospheric mass-loss quenching

Shultz, M. E. et al. (incluye a del Pino
Alemán, T.)
2022Ap&SS.367..120S

Ultraviolet spectropolarimetry: investigating stellar magnetic field diagnostics

Folsom, C. P. et al. (incluye a del Pino
Alemán, T.)
2022Ap&SS.367..125F

Unveiling the past evolution of the progenitor of the Helmi streams

Ruiz-Lara, T.; Helmi, A.; Gallart, C.; Surot, F.;
Cassisi, S.
2022A&A...668L..10R

Using host galaxy spectroscopy to explore systematics in the standardization of Type Ia supernovae

Dixon, M. et al. (incluye a Carnero Rosell, A.)
2022MNRAS.517.4291D

Virial theorem in clusters of galaxies with MOND

López-Corredoira, M.; Betancort-Rijo, J. E.;
Scarpa, R.; Chrobáková, Ž.
2022MNRAS.517.5734L

On the origin and evolution of the asteroid Ryugu: A comprehensive geochemical perspective

Nakamura, E. et al.; Tatsumi E.
10.2183/pjab.98.015

Samples returned from the asteroid Ryugu are similar to Ivuna-type carbonaceous meteorites

Yokoyama, T.; Tatsumi, E.
10.1126/science.abn7850

Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned samples

Nakamura T. et al.; Tatsumi, E.
10.1126/science.abn8671

Identification of carbon dioxide in an exoplanet atmosphere

Eva-Maria Ahreret al. (Incluye Giuseppe Morello), Nature
10.1038/s41586-022-05269-w

ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS (INVITED REVIEWS)

Ramos Almeida C. “From the ground to space: an infrared view of active galactic nuclei” en “IR2022: An Infrared Bright Future for Ground-based IR Observatories in the Era of JWST Dates”, 14-18 febrero, Online.

Esteban C. “Precise radial abundance gradients and abundance variations in the Galactic Disk en “Abundance Gradients to Trace Galaxy Formation and Evolution”, 21-25 marzo, Sesto, Italia.

Martínez Gómez D. “The PIP side of the Sun” en “PIPA2022-Partially Ionised Plasmas in Astrophysics”, 5-11 junio, Budapest, Hungría.

Thomas G. “Subhalo-induced stellar gaps and epicyclic motion in streams: a review” en “NFTD”, 15-17 junio, Montpellier, Francia.

Jones D. “Wide binary central stars of planetary nebulae” en “EAS2022”, 26 junio-2 julio, Valencia.

Suárez Mascareño A. “RV searches with high-resolution spectrographs: From CORAVEL to ESPRESSO” en “EAS2022”, 26 junio-2 julio, Valencia.

Suárez Mascareño A. “RV searches with high-resolution spectrographs: From CORAVEL to ESPRESSO” en “Cool Stars 2022”, 4-9 julio, Toulouse, Francia.

Khomenko E. “Coupling between different atmospheric layers: waves and energy transfer” en “COSPAR 2022”, 18-21 julio, Atenas, Grecia.

Socas Navarro H. “The search for transit technosignatures” en “COSPAR 2022”, 18-21 julio, Atenas, Grecia.

Becerra González J. “Searching for transitional very-high” en “Texas Symposium” 12-16 septiembre. Praga, República Checa.

Trujillo Bueno J. “Ultraviolet Spectropolarimetry” en “High Precision Solar Polarimetry” 13-16 octubre, Lorcano, Suiza.

Trujillo Bueno J. “Highlights of observational and theoretical high-precision spectropolarimetry” en “Solar Polarization Workshop 10 (SPW10)”, 7-11 noviembre, Kyoto, Japón.

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

“DART Investigation Team Meeting”, 18-21 enero. Virtual

de León Cruz, J. “Characterization WG: Summary of observations proposed/approved around the impact -2022” (CO).

“Fifty Years of the Skumanich Relations”, 8-11 marzo. Boulder, Colorado, EEUU

Godoy-Rivera, D. “Novel gyrochronology tests with wide-separation binaries” (CO).

Mathur, S. “*Magnetic activity evolution on the main sequence from the Kepler observations*” (CO).

“COSMIC-A feast of compact and massive galaxies across the Universe”, 14-18 marzo. Sesto, Italia

Ferré Mateu, A. “A review in massive relic galaxies” (IT).

Huertas-Company, M. “Simulations: from blue to red nuggets” (IT).

Martín Navarro, I. “Stellar populations properties of red nuggets” (CO).

Yearly meeting of the ERC Synergy Grant “The Whole Sun”, 15 marzo. París, Francia

Nobrega-Siverio, D. “Solar surges related to UV bursts: characterization through k-means, inversions, and density diagnostics.” (CO).

“@FlipPhysics Workshop”, 21-25 marzo. Valencia

Terol Calvo, J. “Searching for dark-matter waves with pulsar polarimetry” (CO).

“2nd Machine Learning in Heliophysics Boulder”, 21-25 marzo. Boulder, Colorado, EEUU

García Broock, E. “Farnet-II: application of Convolutional LSTM and attention mechanisms to solar far-side activity detection” (CO).

“Synergies at new frontiers at Gamma-rays, Neutrinos and Gravitational Waves”, 24-25 marzo. Tokyo, Japón

López Oramas, A. “Galactic transients at very high energies” (IT).

“GPRV workshop”, 28-31 marzo. Oxford, Reino Unido

Suárez Mascareño, A. “V1298 Tau-Extracting planetary signals in extreme stellar activity” (CO).

“International School of Space Science”, 14 abril. L´Aquila, Italia

Nobrega-Siverio, D. “Simulations of flux emergence events” (IT).

“Galaxy Clusters 2022: Challenging Our Cosmological Perspectives”, 25-29 abril. Virtual

Calvi, R. “Probing the existence of a rich, complex galaxy overdensity at $z=5.2$ ” (P).

“ICTSs and its applications in Research and Innovation”, 27-29 abril. Las Palmas de G/C

Oscosz, A. “Earth observation using small satellites” (IT).

“Intermediate-Mass Black Holes: New Science from Stellar Evolution to Cosmology”, 30 abril-03 mayo. San Juan, Puerto Rico

Sánchez Almeida, J. “Discovery of faint double-peak Ha emission in the halo of low redshift galaxies: is it produced by rogue IMBHs?” (CO).

“AASTCS 9: Exoplanets IV”, 1-6 mayo. Las Vegas, Nevada, EEUU

Benneke, Björn et al. (Incluye Pallé E.) “*A temperate Earth-sized planet with tidally-heated interior transiting an M6 star*” 2022BAAS...54e4002B

Esparza-Borges, Emma; Pallé, Enric; Casasayas-Barris, Núria; Oshagh, Mahmoudreza “*Let’s have CHOCOLATE: An alternative technique for broadband transmission spectroscopy*” 2022BAAS...54e.123E

Hooton, Matthew J. et al. (Incluye Pallé E., Oshagh M., Allende Prieto C.) “*TOI-178: a window into the formation and evolution of planetary systems*” 2022BAAS...54e.394H

Kawauchi, K., Murgas F., Pallé E. et al. (Incluye Esparza-borges E., Orell-Miquel J. “*TOI-2136b: a sub-Neptune planet around a nearby M3 dwarf*” (P). 2022BAAS...54e.355K

Lam, Kristine W. F. et al. (Incluye Murgas, F., Mathur S., Luque R., Pallé E.) “*GJ 367b: A dense, ultrashort-period sub-Earth planet transiting a nearby red dwarf star*” 2022BAAS...54e1402L

Luque, R., Pallé, E. “*An observational test to planet formation theories around low-mass stars*” 2022BAAS...54e2701L

Morello, Giuseppe; Casasayas-Barris, Nuria; Orell-Miquel, Jaume; Palle Bago, Enric; Cracchiolo, Gianluca; Micela, Giusi “*Revised chemistry of HD209458 b*” 2022BAAS...54e.209M

Orell-Miquel, Jaume; Murgas, Felipe; Palle Bago, Enric; Esparza-Borges, Emma; Stangret, Monika “*Tentative detection of atmospheric evaporation in GJ1214b*” 2022BAAS...54e.083O

Palle, Enric; Carmanes Consortium “*The CARMENES TESS followup program: uncovering the most promising rocky worlds for JWST characterization*” 2022BAAS...54e1702P

Rackham, Benjamin V. et al. (Incluye Oshagh M.) “*Making the Most of Transmission Spectra in Light of Stellar Activity: Needs Identified by ExoPAG’s Study Analysis Group 21*” 2022BAAS...54e4404R

Stangret, Monika B.; Palle Bago, Enric; Orell-Miquel, Jaume; Esparza-Borges, Emma; Casasayas-Barris, Núria “*High-resolution transmission spectroscopic studies of hot and ultra-hot Jupiters*” (P) 2022BAAS...54e.304S

Suárez Mascareño, A. “*A short-period sub-Earth orbiting Proxima Centauri*” (CO) 2022BAAS...54e1102S

Suárez Mascareño, A. “*V1298 Tau - Rapid contraction of giant planets?*” 2022BAAS...54e.096S

Wittrock, Justin M. et al. (Incluye Pallé E.) “*Transit Timing Variations for AU Microscopii b & c*” 2022BAAS...54e.275W

“Inward bound - bulges from high redshifts to the Milky Way”, 2-6 mayo. Virtual

de Lorenzo-Cáceres, A. “*Galaxy’s anatomy: witnessing the growth of dissected bulges*” (CO).

“Cosmoglobe Workshop 2022”, 2-6 mayo. Virtual

Génova Santos, R. “*Observations of the full Northern sky at 10-20 GHz with the QUIJOTE experiment*” (CO).

Peel M. “*GroundBIRD status*” (CO).

“IAUS 361: Massive Stars near and far”, 8-13 mayo. Cavan, Irlanda

de Burgos Sierra, A. “*The largest and most ambitious Quantitative Spectroscopic Analysis of B-type supergiants in the Milky Way*” (P).

Simón Díaz, S. “*Mind the gaps: a massive connection between IACOB and stellar evolution (with the aid of Gaia, TESS and WEAVE-SCIP)*” (P).

“VII Science with GTC meeting”, 9-13 mayo. Virtual

Calvi, R. “*Probing the existence of a rich, complex galaxy overdensity at z=5.2*” (CO).

de León Cruz, J. “*Characterizing NEAs in the frame of NHATS program using the 10.4m Gran Telescopio Canarias*” (CO).

García Rojas, J. “*The most luminous planetary nebulae in M31 unravelled through deep GTC-OSIRIS spectroscopy*” (CO).

Mata, D. “*A cold wind during the discovery outburst of the black-hole MAXI J1803-298*” (CO).

Rodríguez Gil, P. “*White dwarfs and close friends: From tight binary orbits to exo-worlds Type of contribution*” (IT).

“ETD 2022 Kick-off Meeting (Exoplanet Transit Database community meeting for exoplanet transit observers)”, 13 mayo. Virtual

Deeg, H. “*Photometric follow-up of space-based transit detections: Why and how*” (CO).

“DART Investigation Team Meeting”, 19 mayo. Virtual

de León Cruz, J. “*Didymos observations around the impact using VLT (& TNG)*” (CO).

“MW-Gaia WG5 workshop. Breaking Barriers: Inspiring the Next Generation”, 23-25 mayo. Santiago de Compostela

Zerjal M. “*A website dedicated to the nearby young open clusters as seen by Gaia*” (CO).

“From Planck to the future of CMB”, 23-27 mayo. Ferrara, Italia

Fernández Torreiro, M. “AME Spatial Variations along the Galactic Plane” (P).

González, R. “New constraint on the AME polarization with QUIJOTE in bright Galactic molecular complexes (P).

Rubiño Martín, J.A. “The QUIJOTE MFI wide survey: A northern sky survey in intensity and polarization at 10–20GHz” (CO).

“European Geosciences Union (EGU) General Assembly in 2022”, 23-27 mayo. Viena, Austria

Castro Almazán, J., García-Lorenzo, Begoña; Muñoz-Tuñón, Casiana; Romero, Ignacio “The Precipitable Water Vapour GNSS monitors at the Canary Islands Astronomical Observatories: towards an optimization of the final accuracy” (CO). 2022EGUGA..2413374C

Castro Almazán, J. “Impact at the astronomical Observatory of Roque de los Muchachos from the Cumbre Vieja 2021 volcanic eruption at La Palma.” (CO).

Eff-Darwich, Antonio; González, Pablo J.; García-Lorenzo, Begoña; Castro-Almazán, julio; Pérez-Arencibia, Juan Carlos; Rodríguez-Losada, Jose Antonio “Geological risk at Roque de los Muchachos astronomical observatory: lessons learned from Cumbre Vieja eruption.” 2022EGUGA..2412449E

Joshi, Reetika; Luna, Manuel; Schmieder, Brigitte; Moreno-Insertis, Fernando; Chandra, Ramesh “Large Amplitude Oscillations in Solar Filaments Caused by Solar Jets” 2022EGUGA..24.5443J

Pérez-Arencibia, Juan Carlos; Castro-Almazán, julio A.; Eff-Darwich, Antonio; García-Álvarez, David; Vilches-Sarasate, Jon; Gallo-Acosta, Víctor; García-Lorenzo, Begoña; Muñoz-Tuñón, Casiana “Impact at the astronomical Observatory of Roque de los Muchachos from the Cumbre Vieja 2021 volcanic eruption at La Palma.” 2022EGUGA..2412852P

“Loca Sacra. II Curso Internacional de Antropología y Arqueología Mediterránea”, 27-29 mayo. Santomera, Murcia

Esteban, C. “Tiempo y espacio en la religión ibérica. Perspectiva desde la arqueoastronomía” (IT).

“Hera International Workshop”, 30 mayo-3 junio. Niza, Francia

de León Cruz, J. “Hera WG4 Data Analysis and Exploitation: Composition and Space Weathering”, (IT).

“ATLAS Science Team Meeting”, 31 mayo-2 junio. Belfast, Irlanda

Rodríguez Alarcón, M. “ATLAS-Teide: QHY600 cameras” (CO).

“PIPA2022-Partially Ionised Plasmas in Astrophysics”, 6-10 junio. Budapest, Hungría

Khomenko, E. “Convergence study of non-ideal effects of partial ionization in realistic simulations of magneto-convection”, (CO).

Modestov, M. “MANCHA: behind the scenes” (CO).

Navarro Noguera, A.M. “Modeling the thermal conductivity in the solar atmosphere with MANCHA code” (CO).

“ISSI: The Role of Partial Ionization”, 5-17 junio. Budapest, Hungría

Khomenko, E. “Two-fluid RTI simulations in solar prominences” (CO).

“Hack100: Past, present and future of astrophysical spectroscopy”, 6-10 junio. Trieste, Italia

González Hernández, J. “Early phases of the Galaxy from the chemical imprint on iron-poor stars” (CO).

Herrero, A. “Spectroscopy of massive stars across ages” (IT).

“SF2A”, 7-10 junio. Besancon, Francia

Thomas G. “Subhalo-induced stellar gaps and epicyclic motion in streams: a review” (IT)

“NOT: a telescope for the future”, 7-10 junio. La Palma

Falcón Barroso, J. “Past, present and future of NOT from the IAC perspective” (IT).

Simón Díaz, S. “FIES@NOT: a crucial workshop for the new era of study of Galactic massive OB stars (CO).

“Centre for mathematical Plasma-Astrophysics (CmPA) seminars”, 9 junio. Virtual

Nobrega-Siverio, D. “Simulations of flux emergence events” (IT).

“240th American Astronomical Society Meeting, 12-16 junio. Pasadena, California, EEUU

Stephenson, M., Sterling, N., Dinerstein et al. (Incluye Garcia-Rojas, J. “Heavy Element Abundances in Magellanic Cloud Planetary Nebulae” 2022AAS...24035103S

“Astrophysics with Radioactive Isotopes”, 12-17 junio. Budapest. Hungría

Brauner, M. “Chemical abundance study on a large set of P-rich stars” (CO).

“XMM-Newton Workshop 2022: Black Hole Accretion under The X-Ray Microscope”, 14-17 junio. Madrid

Esparza Arredondo, D. “The X-ray reflector as signature of the AGN torus and its connection with mid-infrared dust emission” (CO).

Vincentelli, F. “IR quasi periodic oscillations from black hole X-ray binaries” (CO).

“XVII Congresso Nazionale di Scienze Planetarie”, 20-24 junio. Nápoles, Italia

Carleo, I. “Understanding the evolution of planetary systems with gaps2” (CO).

“Physics of Eclipsing Binaries IV”, 20-24 junio. Villanova, Pensilvania EEUU

Jones D. “Model atmospheres, limb-darkening, extinction and reflection” (IT).

“Second Annual CAVITY Meeting”, 23-24 junio. Granada

Román, J. “Deep optical observations of CAVITY galaxies” (CO).

“European Astronomical Society Annual Meeting (EAS2022)”, 26 junio-2 julio. Valencia

S4: Satellite galaxies and tidal streams in the framework of cosmological models”

Trujillo I. “New results from the LIGHTS survey. A preview of the low surface brightness Universe to be unveiled by LSST” (CO).

“10th Coronal Loops Workshop”, 28 junio-1 julio. París, Francia

Arregui, I. “On the assessment of the damping mechanism for transverse coronal loop oscillations” (CO).

“ITISE2022”, 27-30 junio. Las Palmas de G/C

Hidalgo Rodríguez, S. “Using regional climate reanalysis for astronomical site-testing” (CO).

“EAS22: European Astronomical Society Annual Meeting”, 27 junio-1 julio. Valencia

Angeloudi E. “Simulation-based inference of the stellar mass assembly history of galaxies from IFU observations” (P).

Afonso Delgado, D. “Is the weak field approximation suitable for the Mg II h & k lines?” (CO).

Arjona Gálvez, E. “The impact of AGN feedback in AURIGA dwarf galaxies” (P).

Balaguera Antolinez, A. “Mock catalogs with learning algorithms: the Bias Assignment Methods (CO).

Cardona Barrero, S. “Metallicity gradients of Ultra Diffuse Galaxies in NIHAO Simulations” (P).

Chrobakova Z. “Warp and flare of the Galactic disc revealed with supergiants by Gaia” (P).

Clavero, R. “Update of Fastcam, the lucky imaging instrument at the Observatorios de Canarias” (P).

Dannerbauer, H. “Exploring galaxy evolution through wide, deep near-infrared imaging via the ESO Public Survey SHARKS (CO).

Deeg, H. “Circumbinary planet detection with the PLATO mission” (P).

del Moral-Castro, I. (Incluye B. García Lorenzo) “Are active galaxies different at large-scale than their non-active twin galaxies?” (CO).

Esteban, C. “Spatial variations of metallicity determined from ionized gas in the Galactic Disk” (IT).

Fernández Torreiro, M. “Anomalous Microwave Emission (AME) spatial variations along the Galactic Plane with QUIJOTE-MFI (10-20 GHz)” (P).

Ferré Mateu, A. “On the search for IMBHs (and SMBHs) in low-mass galaxies” (CO).

García Lorenzo, B. “Observing barred early-type spiral galaxies around cosmic noon with ELT/HARMONI” (CO).

Chaffari, Z. “SHARKS survey: The first near-infrared survey optimised for low surface brightness science” (P).

Cómez Míguez, M. “Propagation of magnetoacoustic waves in the chromosphere: comparison of the 1F and 2F models” (CO).

Hernández Monteagudo C. “Angular redshift fluctuations: Post-Newtonian and fully relativistic description of a new cosmological observable” (CO).

- Hernández Monteagudo C. "Towards the Cosmological Exploitation of J-PAS" (IT)
- Hernández Sánchez, M. "Reconstruction of the primordial density field from galaxy catalogs with higher order hamiltonian monte carlo sampling" (P).
- Iglesias Groth, S. "Evidence for amino acids in the gas phase of the 348 star cluster of the Perseus molecular cloud" (P).
- Khomenko, E. "Non-ideal effects of partial ionization in realistic simulations of solar magneto-convection" (P).
- Knapen, J. "Writing papers in astronomy" (IT).
- Kovacs, A. "Cosmology with the largest cosmic structures: high-z ISW anomalies in the eBOSS quasar data set" (CO).
- López Carballo, C.H. "Characterization of Large Supernova Remnants with the QUIJOTE-MFI wide survey (10-20 GHz)" (P).
- Mallorquín Díaz, M. "Dynamical masses of two young transiting Neptune-size planets in the young 400 Myr Ursa Major Group" (P).
- Montes, M. "An (almost) dark galaxy with the mass of the Small Magellanic Cloud" (P).
- Peralta, L. (Incluye B García Lorenzo) "Resolving the ionized outflows in GATOS Seyfert galaxies with GTC/MEGARA" (P).
- Perdomo García, E. "Optimized opacities for realistic near-surface convection simulations" (P).
- Otero Santos, J. "Systematic search of periodic emission in blazars within a multi-wavelength context" (CO).
- Ramos Almeida, C. "The diverse cold molecular gas contents, morphologies, and kinematics of type-2 quasars as seen by ALMA" (CO).
- Rodríguez Beltrán, P. "Towards gradient detection of Surface Brightness Fluctuations" (P).
- Rodríguez Espinosa, J.M. "Measuring Ionised bubbles" (CO).
- Román, J. "Deep optical observations of CAVITY galaxies" (CO).
- Sánchez Alarcón, P.M. "Fully Adaptive Bayesian Algorithm for Data Analysis, FABADA. & Tidal" (P).
- Sánchez Alarcón, P.M. "Tidal streams and disk breaks in the radial profiles of isolated galaxies" (P).
- Sarmiento, R. "Deep Learning and numerical simulations to infer the evolution of MaNGA galaxies" (P).
- Scholz, L. "Stellar probes of dark matter halo evolution" (CO).
- Scholz, L. "An archaeological approach: The role of dark matter halos in shaping galaxy star formation histories as told by absorption spectra" (P).
- Sharbaf, S. "Ultra-deep imaging of M33: exploring its stellar halo with broad-band imaging for the first time" (P).
- Sharbaf, S. "A variance analysis of galaxy spectra" (P).
- Socas Navarro, H. "Mapping the Sun's upper photosphere with artificial neural networks" (CO).
- Speranza, G. "The role of AGN feedback in six local Type-2 Quasars" (CO).
- Thomas, G. "Stellar streams" (P).
- Trujillo Bueno, J. "Highlights of the CLASP space experiments" (CO).
- Vega, J. "Self-supervised learning for unveiling high-redshift galaxy structure" (CO).
- Vicente Arévalo, A. "Accelerating non-LTE synthesis and inversions with graph neural networks" (CO).
- "7th Heidelberg International Symposium", 4-8 julio. Barcelona**
- López Oramas, A. "Gamma-ray emission of hadronic origin from nova RS Oph revealed the MAGIC telescopes" (CO).
- Nievas Rosillo, M. "A multi-wavelength view of gamma-ray emitting extreme BL Lacertae blazar candidates hidden within Fermi-LAT data" (CO).
- Otero Santos, J. "1ES 0647+250: 10 years of multiwavelength observations" (CO).
- "Rocky Worlds II", 4-8 julio. Oxford, Reino Unido**
- Pallé, E. "Formation and composition of small planets orbiting M dwarfs" (CO).
- "Cool Stars 21 and XXXVIII Biennial of Physics of the Spanish Royal Physics Society", 4-9 julio. Toulouse, Francia**
- Asensio Ramos, A. "Machine Learning in Solar Spectroscopy" (IT).
- Béjar, V.S. "Search for wide ultracool companions around young nearby stars" (P).
- Godoy D. "Wide binaries as co-eval probes of the rotational evolution of low-mass stars" (CO).

Khomenko, E. "Non-ideal effects of partial ionization in realistic simulations of solar magneto-convection" (P).

Vitas, N. "Equation of state for cool stellar atmospheres" (P).

Zerjal, M. "Associations and young stars near the Sun" (IT).

Zerjal, M. "Kinematic age of the Scorpius-Centaurus association" (P).

Zerjal, M. "Luminosity functions of nearby young open clusters" (P).

"Cambridge Workshops of Cool Stars, Stellar Systems and the Sun (CS 21)", 4-9 julio. Virtual

Passenger, V. "Limiting NLTE effects on photospheric parameters of CARMENES target stars using PHOENIX model atmospheres" (P).

"ICHEP2022", 6-13 julio. Bolonia, Italia

Molero González, M. "Anisotropy of Positron and Electron Fluxes Measured with the Alpha Magnetic Spectrometer on the ISS" (CO).

Molero González, M. "Anisotropy of Positron and Electron Fluxes Measured with the Alpha Magnetic Spectrometer on the ISS" (P).

"TASC6/KASC13 Workshop", 11-15 julio. Leuven, Bélgica

de Burgos Sierra, A. "TESS photometry and ground-based spectroscopy to study the nature of Blue Supergiants" (CO).

Godoy D. "Wide binaries as co-eval probes of the rotational evolution of low-mass stars using TESS" (CO).

"XXXVIII Biennial of Physics of the Spanish Royal Physics Society (R.S.E.F.)", 11-15 julio. Murcia

Béjar, V.S. "Dynamical masses of brown dwarfs and planets" (IT).

Zerjal, M. "Nearby young open clusters and their luminosity functions" (CO).

"UK National Astronomy Meeting, 11-15 julio. Virtual

Peel, M. "GroundBIRD: mapping the largest angular scales of the CMB from the ground" (CO).

Peel M. "The impact of satellite constellations on Cosmic Microwave Background experiments" (CO).

"CLUES 2022- Constrained Local Group Simulations", 12 julio. Virtual

Di Cintio, A. "Diving into galaxy formation with simulations: the predictive power of LG and zoom-in suites" (IT).

"The National Astronomy Meeting (NAM)", 13-15 julio. Warwinck, Reino Unido

Arregui, I. "A probability distribution for the amplitude of Solar Cycle 25" (CO).

Arregui, I. "Turbulent damping of MHD kink waves" (CO).

Suárez Mascareño, A. "A short-period sub-Earth orbiting Proxima Centauri" (CO)

Suárez Mascareño, A. "V1298 Tau: Rapid contraction of giant planets?" (P)

"VEGAS collaboration meeting", 13-15 julio. Nápoles, Italia

Montes, M. "The IntraCluster Light with HST" (IT).

Trujillo Cabrera, I. "Deep imaging of stellar halos and UDGs with GTC and Gemini telescopes" (IT).

"Hot Topics in Astrophysics", 15-19 julio. Sesto Italia

Dannerbauer, H. "Impact of environment on molecular gas reservoirs" (IT).

"COSPAR 2022: 44th Scientific Assembly", 16-24 julio. Atenas, Grecia

Cabello, I. "A textbook example of magnetic flux emergence leading to EBs, V bursts, surges and EUV signatures" (CO).

Guglielmino S. L., Romano P., Ruiz-Cobo B., Zuccarello F., Murabito M. "The umbral filament of active region NOAA 12529". (CO).

López Oramas, A. "Transient and multi-messenger astrophysical phenomena with Cherenkov" (IT).

Martínez Gómez, D. "Transverse kink oscillations of inhomogeneous prominence threads" (CO).

Nóbrega Siverio, D. "Solar surges related to UV bursts: characterization through k-means, inversions, and density diagnostics" (CO).

Panizo-Espinar G. "Accretion disc winds from X-ray transients" (CO).

Sánchez Sierras, J. "Wind-type outflows from black hole X-ray binaries: the near infrared view" (CO).

Socas-Navarro H. "The search for transit technosignatures" (IT).

Vincentelli, F. "Subsecond IR/X-ray variability from accreting Neutron stars" (CO).

"SPIE Astromical Telescopes + Instrumentation", 17-22 julio. Montreal, Canadá

Atkins, Carolyn et al. (Incluye Tenegi-Sanginés, Fabio, Vega-Moreno, Afrodisio) "The OPTICON A2IM Cookbook: an introduction to additive manufacture for astronomy" 2022SPIE12188E..0WA

Belío-Asin, M.; Sánchez-Capuchino, J.; Mato, A.; González-Cava, J. M.; Cozar-Castellano, J.; Soler, M.; Ferro, I.; Núñez Cagigal, M.; Barreto, M. "Active optics strategy for the alignment and operation of the European Solar Telescope" 2022SPIE12188E..3EB

Bento, Joao; Arnold, Doug M.; Smith, Robert J.; Fernández-Valdivia, Juan J.; León Gil, Javier; Barrera Martín, Josué; Torres Gill, Miguel A. "Experience of utilising CI/CD practices in the development of software for a modern astronomical observatory" 2022SPIE12189E..05B

Bento, Joao; Smith, Robert J.; Arnold, Doug M.; Fernandez-Valdivia, J. J.; León Gil, Javier; Barrera Martín, Josué; Torres, Miguel "Software architecture and development plan for a 4m fully autonomous observatory (New Robotic Telescope)" 2022SPIE12189E..0CB

Bianco, Andrea et al. (Incluye Garzon, Francisco, Insausti, Maider) "VPHGs for astronomy: what we learnt in OPTICON EU and manufacturing perspectives" 2022SPIE12188E..23B

Cagigal, Manuel P.; Valle, Pedro J.; Canales, Vidal F.; Castellanos, O.; Cagigas, M. A.; Montilla, I. "Optical-component-only adaptive optics improved setup" 2022SPIE12185E..77C

Chhabra, Sorabh; Frangiamore, Michele; Kraus, Stefan; Bianco, Andrea; Garzon, Francisco; Monnier, John; Mortimer, Daniel "Spectrograph design for the Asgard/BIFROST spectro-interferometric instrument for the VLT" 2022SPIE12183E..0MC

Claudi, R. et al. (Incluye Carleo, I.) "The absorbing cells for the NIR spectrograph GIANO-B@TNG" 2022SPIE12184E..4WC

Content, Robert et al. (Incluye Jones, David) "Optical design of MAAT: an IFU for the GTC OSIRIS spectrograph" 2022SPIE12184E..65C

Cortina, Juan et al. (Incluye Acciari V.A.) "First measurements and upgrade plans of the MAGIC intensity interferometer" 2022SPIE12183E..0CC

Costille, Anne et al. (Incluye Menendez Mendoza, Saul) "HARMONI at ELT: designing a laser guide star wavefront sensors for the ELT" 2022SPIE12185E..4LC

Cozar-Castellano, J., Núñez Cagigal, M., Vega, N., Mato, Á., Barreto, M., Belío-Asin, M., Carballo Martín, Y., Collados, M., Feijoo Amoedo, N., Femenía, B., González-Cava, J. M., Padilla-Hernández, C., Sánchez-Capuchino, J., Soler, M. "Overview of telescope structure, enclosure, and pier preliminary design of the European Solar Telescope" 2022SPIE12187E..1LC

Dyer, Martin J. et al. (Incluye Pallé E.) "The Gravitational-wave Optical Transient Observer (GOTO)" 2022SPIE12182E..1YD

Feijóo Amoedo, N.; Quintero Noda, C.; Cozar-Castellano, J.; Sánchez-Capuchino, J.; Ferro Rodríguez, I.; Sola La Serna, P.; Nuñez Cagigal, M.; Barreto, M.; Bonaque-González, S.; Ruiz de Galarreta, C. "Design of the Coudé Light Distribution for the European Solar Telescope" 2022SPIE12188E..4OF

Feijóo, Noelia, González, Francisco, Montoya, Luzma, Quintero, Jorge, Rodríguez Delgado, Horacio, Martín, Yolanda, González-Cava, José M., Núñez Cagigal, Miguel, Femenía, Bruno, Chulani, Haresh, Mato, Ángel, Gracia, Félix, Quintero Noda, Carlos "Optomechanical integration of the MCAO prototype testbed for EST" 2022SPIE12185E..6CF

Femenía-Castella, B et al. (Incluye Núñez Cagigal M., Barreto Cabrera M., Belío-Asin M., Bienes J. Bonaque González, S., Collados M., Cozar-Castellano J., Chulani H., Feijoo Amoedo N., González Cava J.M., Martín Hernando Y., Mato A., Montilla I., Montoya L.M., Padilla C., Quintero Nehr Korn J., Quintero Noda C., Rodríguez Delgado H., Sánchez-Capuchino J., Soler Trujillo M., Vega Reyes N.) "Adaptive Optics at the European Solar Telescope: status and future developments" 2022SPIE12185E..1ZF

Femenía-Castellá, Bruno; Devaney, Nicholas; Núñez Cagigal, Miguel; Bonaque-González, Sergio "Chromaticity in solar adaptive optics: a case study for the European Solar Telescope" 2022SPIE12185E..5NF

Fernández Izquierdo, Patricia; Lizon, Jean Louis "First Attempts To Push LN2 Continuous Flow Cryostat Below 77K" 2022SPIE12188E..47F

Fernández-Valdivia, J. J.; Barrera Martín, Josué; Torres, M.; León Gil, J.; Arnold, D. M.; Smith, R. J.; Rodríguez Herreros, Víctor "Challenges of containerization and robotization the telescope control system for large robotic telescope" 2022SPIE12189E..0SF

Ferro Rodríguez, I.; Collados, M.; Sánchez-Capuchino, J.; Quintero Noda, C.; Barreto Cabrera, M. "Polarimetric performance of the European Solar Telescope" 2022SPIE12182E..34F

Frensch, Yolanda G. C.; Bouchy, François; Blind, Nicolas; Rasilla, José Luis; Baron, Frédérique; Doyon, René; Gracia, Félix; Lo Curto, Gaspare; Malo, Lison; Wildi, François "NIRPS fiber-link design, performances and modal noise mitigation performances tested on sky" 2022SPIE12184E..51F

Garcia, M. A.; Fenés, E. G.; Belenguer, T.; Alonso, A.; García-Lorenzo, B.; Regalado, S. "HARMONI - the Extremely Large Telescope first light integral field spectrograph: pre-optics: stray light analysis" 2022SPIE12184E..2TG

González-Carretero, Eduardo D. et al. (Incluye González-Carretero, Eduardo D., Canto-Cañón, Verónica, Moreno-Martín, Antonio F., Delgado-Hernández, José M., Reyes García-Talavera, Marcos, Acosta-Pulido, José A., Fernández-Izquierdo, Patricia, Joven-Álvarez, Enrique, López-López, Roberto, Moreno-Arce, Heidy, Patrón-Recio, Jesús, Béjar, Victor J.S., Tenegi-Sangines, Fabio) "GRANCAIN: the first light infrared camera for the adaptive optics of GTC: optical and mechanical design status" 2022SPIE12188E..1QG

Gonzalez-Cava, Jose M. et al. (Incluye Gonzalez-Cava, Jose M., Chulani, Haresh, Martín, Yolanda, Feijóo, Noelia, Montoya, Luzma, Rodríguez Delgado, Horacio, Quintero, Jorge, González, Francisco, Hernández, Ángela, Núñez Cagigal, Miguel) "Laboratory results of SCAO: getting ready for the EST MCAO" 2022SPIE12185E..42G

Harvey, Éamonn J. et al. (Incluye Torres, Miguel, Gutiérrez de la Cruz, Carlos M., Escriche, Marta, Insausti, Maider) "New Robotic Telescope optical design" 2022SPIE12182E..1ZH

Hernández, Elvio; Luján, Alejandro; Martín, Yolanda; Alonso, Ángel; García-Lorenzo, Begoña.; Thatte, Niranján; Schnetler, Hermine "HARMONI at ELT: mechanisms of the pre-optics at CDR" 2022SPIE12184E..2LH

Hernández, Elvio; Hernández, Alberto; Alonso, Ángel; García-Lorenzo, Begoña.; Schnetler, Hermine; Thatte, Niranján "HARMONI at ELT: opto-mechanics of the IFS pre-optics at CDR" 2022SPIE12184E..2JH

Hoyland, Roger J. et al. (Rubiño-Martín, José Alberto, Aguiar-Gonzalez, Marta, Alonso-Arias, Paz, Fernández-Torreiro, Mateo, Fuerte-Rodríguez, Pablo A., Génova-Santos, Ricardo T., Gómez-Reñasco, María F., González-Carretero, Eduardo D., González-González, Raul, Guidi,

Frederica, Hernández-Monteagudo, Carlos, López-Caraballo, Carlos H., Oria-Carreras, Asier, Peel, Michael W., Pérez-de-Taoro, Angeles, Rebolo, Rafael, Rodríguez-Díaz, Jesús Salvador, Vega-Moreno, Afrodísio, Zamora-Jimenez, Antonio) "The new multi-frequency instrument (MFI2) for the QUIJOTE facility in Tenerife" 2022SPIE12190E..33H

Hughes S. et al. (Incluye Aguerri J.A.L.) "Calibration at elevation of the WEAVE fibre positioner" 2022SPIE12184E..6JH

Hughes, Sarah et al. (Incluye Aguerri, J.A. L., Balcells, M.) "Optimisation of the WEAVE target assignment algorithm" 2022SPIE12184E..6IH

Janout, Petr et al. (Incluye Garcia Talavera M. R.) "CaNaPy facility: opto-mechanical design and requirements for optimal visible systems LGS-AO" 2022SPIE12182E..26J

Jenkins, David R. et al. (Incluye Reyes, Marcos) "The real-time computing and instrument control software for CaNaPy" 2022SPIE12185E..6FJ

Jermak, Helen et al. (Incluye Rodríguez-Gil, Pablo, Gutiérrez, Carlos M.) "Optimising rapid autonomous transient classifications with the New Robotic Telescope" 2022SPIE12182E..4GJ

Kuhn, Jeff et al. (Incluye Lodieu N., Rebolo R.) "The small-ELF project: toward an ultra-large coronagraphic optical receiver" 2022SPIE12182E..0GK

Kuiper, Stefan et al. (Incluye Femenía-Castella, Bruno, Núñez Cagigal, Miguel, Bienes Pérez, Jonai, Cózar-Castellano, Juan, González-Cava, Jose Manuel, Mato, Angel, Mahy Soler Trujillo, Alejandro, Vega Reyes, Nauzet) "Preliminary design of the Adaptive Secondary Mirror for the European Solar Telescope" 2022SPIE12185E..28K

Lizon, J. L.; Castillo, R.; Fernandez Izcarido, P. "Performance of LN2 transfer lines" 2022SPIE12188E..48L

Lizon, Jean-Louis; Fernandez Izquierdo, Patricia; Hinterschuster, Renate; Klein, Barbara "Connection of cryogenic fluid transfer lines" 2022SPIE12188E..4AL

Maciaszek, T. et al. (Incluye Díaz J.J.) "Euclid near infrared spectrometer and photometer instrument flight model presentation, performance, and ground calibration results summary" 2022SPIE12180E..1KM

Marconi, A. et al. (Incluye Allende-Prieto C., Amate M., Pallé E., Peñate-Castro J., Rebolo R., Tenegi-Sanginés F.) "ANDES, the high resolution spectrograph for the ELT: science case,

baseline design and path to construction" 2022SPIE12184E..24M

Marín-Franch, A. et al. (Incluye Cepa J) "Commissioning, on sky performance and first operations of JPCam, a 1.2 Gpixel camera for the wide-field 2.6m Javalambre Survey Telescope" 2022SPIE12184E..0MM

Marquis, Lucas; Kulcsár, Caroline; Montilla, Icíar; Raynaud, Henri-François; de la Rosa, José Marco; Tubío Araújo, Óscar; Basden, Alastair; Reyes García-Talavera, Marcos "Linear quadratic Gaussian predictive control for the Gran Telescopio Canarias AO system: design issues and first bench results" 2022SPIE12185E..2RM

Mato, Angel, Vega, Nauzet, Soler, Mahy, Cozar-Castellano, Juan, Gonzalez-Cava, Jose M., Núñez Cagigal, Miguel, Sánchez-Capuchino, Jorge, Barreto, Mary et al. "M1 Assembly for the EST: selection of the most promising baseline configuration for the preliminary design" 2022SPIE12188E..0CM

Montilla, I., de la Rosa, J. Marco, Tubío Araújo, O., Rosich, J., Reyes García-Talavera, M., Aznar, M. Luis, González, E., López, R., Simoes, R. Luis, Patrón Recio, J., Puga Antolín, M., Béjar, V.S. "Laboratory acceptance and telescope integration readiness of the Gran Telescopio Canarias adaptive optics system" 2022SPIE12185E..23M

Moretto, Gil et al. (Incluye Rebolo R., Lodieu N.) "An emerging hybrid technology toward ultra-light and self-correcting, "live" mirrors" 2022SPIE12188E..0DM

Morris K. et al. (Incluye Vega Moreno A., Tenegi F.) "Additively manufactured flexure for astronomy instrumentation" 2022SPIE12188E..0ZM

Quintero Noda, C., Collados, M., Barreto Cabrera, M., Núñez Cagigal, M., Belío-Asín, M., Bienes, J., Bonaque-González, S., Carballo-Martín, Y., Cózar-Castellano, J., Chulani, H. M., Feijóo Amoedo, N., Femenía Castellá, B., Ferro Rodríguez, I., Gonzalez-Cava, J. M., González, F., Hernández-Delgado, A., López López, R., Martín Hernando, Y., Mato, A., Matta-Gómez, A., Merlos García, F., Montilla, I., Montoya, L. M., Padilla-Hernández, C., Quintero Nehrkorn, J., Ramos Sapena, Y., Regalado Olivares, S., Reyes García-Talavera, M., Rodríguez Delgado, H., Rodríguez Ramos, L. F., Ruiz de Galarreta, C., Sangiorgi, M., Sánchez Capuchino, J., Sánchez Rodríguez, M. L., Sola La Serna, P., Soler Trujillo, M., Vega Reyes, N. "Overview of the status of the European Solar Telescope" 2022SPIE12182E..15Q

Quintero Nehrkorn, J.; Rodriguez Delgado, H.; Matta Gómez, A.; Vaz Cedillo, J. J.; Collados,

M.; Quintero Noda, C.; Dominguez Tagle, C. "Synchronized observations with multiple detectors in GRIS: a demonstrator of an instrument for the European Solar Telescope (EST)" 2022SPIE12189E..21Q

Quintero Noda, Carlos, Collados, Manuel, Regalado Olivares, Silvia, González, Francisco, Quintero Nehrkorn, Jorge, Rodríguez Delgado, Horacio, López López, Roberto, Dominguez-Tagle, Carlos, Mato, Ángel, Vaz Cedillo, Jacinto Javier, Barreto Cabrera, Mary "The upgraded GREGOR infrared spectrograph" 2022SPIE12184E..0UQ

Regalado Olivares, Silvia; López López, Roberto; Collados, Manuel; Dominguez-Tagle, Carlos; Pérez-García, Álvaro; Quintero Noda, Carlos; Suematsu, Yoshinori; Barreto, Mary "Development of a 35-micron slicer-based Integral Field Unit for high-resolution 2D solar spectroscopy" 2022SPIE12188E..55R

Regalado Olivares, Silvia, López López, Roberto, González, Francisco, Collados, Manuel, Dominguez-Tagle, Carlos, Mato Martínez, Ángel, Quintero Noda, Carlos, Quintero Nehrkorn, Jorge, Rodriguez Delgado, Horacio, Barreto, Mary "Optical and mechanical updates in the GREGOR Infrared Spectrograph for simultaneous spectral observations" 2022SPIE12188E..5BR

Regalado Olivares, Silvia; López López, Roberto; Collados, Manuel; Quintero Noda, Carlos; Martínez González, María. Jesús; Esteban Pozuelo, Sara; Gelly, Bernard "Optical design of an image slicer-based integral field unit for the THEMIS solar telescope" 2022SPIE12188E..57R

Rodríguez-López E. et al (Incluye Cózar-Castellano J., Mato Martínez A., Vega Reyes N., Esteves Pérez M.A., Collados M.) "Advances on the telescope structure conceptual design of the European Solar Telescope" 2022SPIE12182E..3QR

Rodríguez Pereira, César et al. (Incluye Torres Gil, Miguel A., Oria, Asier) "Update and preliminary performance analysis of the New Robotic Telescope structure" 2022SPIE12182E..3RR

Sanquirce, Rubén. et al. (Incluye Cozar, Juan, Nuñez, Miguel, Vega, Nauzet, Mato, Ángel, Soler, Mahy, González, Jose Manuel, Padilla, Cristina, Belío, Marta, Sánchez, Jorge, Carballo, Yanira, Barreto, Mary, Collados, Manuel) "The European Solar Telescope mount preliminary design" 2022SPIE12182E..1HS

Schnetler, Hermine et al. (Incluye Chulani, Hareesh, Delgado Garcia, Graciela, Delgado, Jose Miguel, Joven, Enrique, Martin Hernando, Yo-

landa, Menendez-Mendoza, Saul, Rodriguez Ramos, Luis Fernando, Viera, Teodora) "HAR-MONI- the Extremely Large Telescope first light integral field spectrograph: a novel control architecture to integrate the science instrument control system with that of adaptive optics" 2022SPIE12187E..07S

Simoës, R.; Puga, M.; Reyes García-Talavera, M.; Patrón, J.; Tubío, O.; Montilla, I.; Tenegi, F.; Sánchez-Capuchino, J.; Béjar, Víctor J. S. "Final design of the GTC laser guide star wavefront sensor" 2022SPIE12185E..43S

Simoës, R.; Sánchez-Capuchino, J.; Hernández, E.; Tenegi, F.; Reyes García-Talavera, M.; Patrón, J.; Tubío, O.; Montilla, I.; Puga, M.; Béjar, Víctor J. S. "GTC Laser Guide Star Facility thermal design" 2022SPIE12185E..7ES

Soler, M.; Cózar-Castellano, J.; Mato, A.; Ferrero, I.; Sánchez-Capuchino, J.; Núñez-Cagigal, M.; Barreto, M. "Structural analysis for the EST preliminary design specifications" 2022SPIE12187E..17S

Soria Hernández, Esther; López López, Roberto; Oscoz, Alejandro; Nespral, David "The evolution of the ALIOLI instrument" 2022SPIE12185E..49S

Tenegi, F.; Chazelas, B.; González Hernández, J. I.; Rebolo, R.; Amate, M. "ANDES, the high resolution spectrograph for the ELT: visible arm optical bench and opto-mechanics phase-A status and update to phase-B" 2022SPIE12188E..34T

Thatte, Niranjana A. et al. (Incluye Alonso-Sánchez, Ángel, Battaglia, Giuseppina, Cagigas, Miguel, Chulani, Haresh, Delgado García, Graciela, Fernandez Izquierdo, Patricia, Frago López, Ana Belén, García-Lorenzo, Begoña, Hernández González, Alberto, Hernandez Suarez, Elvio, Herreros Linares, Jose Miguel, Joven, Enrique, López López, Roberto, Lujan Gonzalez, Alejandro Antonio, Martín Hernandez, Yolanda, Mediavilla, Evencio, Menéndez Mendoza, Saúl, Montoya Martínez, Luz Maria, Peñate Castro, José, Pérez, Álvaro, Rasilla, Jose Luis, Rebolo, Rafael, Rodríguez Ramos, Luis Fernando, Vega-Moreno, Afrodiseo, Viera, Teodora, Zanon Dametto, Natacha) "HAR-MONI at ELT: overview of the capabilities and expected performance of the ELT's first light, adaptive optics assisted integral field spectrograph" 2022SPIE12184E..20T

Tomás, A. et al. (Incluye Mato, A., Vega, N., Soler, M., Cozar-Castellano, J., Gonzalez-Cava, J. M., Núñez Cagigal, M., Sánchez-Capuchino, J., Barreto, M.) "The preliminary design of the M1 assembly for the European Solar Telescope" 2022SPIE12188E..10T

Torres, M.; Fernández Valdivia, J. J.; Oria, A.; Insausti, M.; Gutiérrez de la Cruz, C. M.; Harvey, E. J.; Fuerte, P.; Escriche, M. "Model-based optics and optomechanics for the New Robotic Telescope (NRT) design" 2022SPIE12187E..0XT

Vaz-Cedillo, Jacinto Javier et al. (Incluye Torres-Gil, Miguel Ángel, Fernández-Izquierdo, Patricia, Quintero-Nehrkorn, Jorge, Martín Hernando, Yolanda, Núñez-Cagigal, Miguel, Merlos García, Fernando, Ruiz de Galarreta, Claudia, Cózar-Castellano, Juan, Mato Martínez, Ángel, González-Cava, José Manuel, Femenia-Castella, Bruno, Padilla-Hernández, Cristina, Carballo-Martín, María. Yanira, González-Pérez, Francisco) "CosmoSys-Req: a free open-source requirements management tool" 2022SPIE12187E..1KV

Vaz-Cedillo, Jacinto Javier et al. (Incluye Joven, Enrique, Fernández-Izquierdo, Patricia, Torres-Gil, Miguel Ángel, Quintero-Nehrkorn, Jorge) "PORIS toolkit DSL applied to instrument development and implementation" 2022SPIE12187E..0BV

Watson, Alan M. et al. (Incluye Acosta-Pulido, José A., Aguiar, Marta, Sánchez-Béjar, Víctor J., Díaz García, José Javier, Garzón López, Francisco, Joven Álvarez, Enrique, Patrón Recio, Jesús, Prieto, Almudena) "FRIDA: diffraction-limited imaging and integral-field spectroscopy for the GTC" 2022SPIE12184E..0CW

Wildi, François et al. (Incluye Rasilla, Jose Luis, Gracia Temich, Felix) "First light of NIRPS, the near-infrared adaptive-optics assisted high resolution spectrograph for the ESO 3.6m20" 2022SPIE12184E..1HW

Zhou, Ye et al. (Incluye Lodieu N., Rebolo R.) "Small-ELF Telescope: opto-mechanical design and application of tensegrity" 2022SPIE12182E..2JZ

"A comprehensive view of galaxy evolution from the milky way to I ZWIC", 18-22 julio. Sesto, Italia

Battaglia, G. "A Gaia-aided view of the properties of Local Group dwarf galaxies" (CO).

Fernández Alvar, E. "Understanding the Milky Way disc formation with a chemo-dynamical analysis" (CO).

Gallart, C. "The evolutionary history of the Milky Way disk(s) and halo from Gaia color-magnitude diagram fitting." (CO).

“Astronomy for a Sustainable Development (AEACI 2022)”, 24-29 julio. La Laguna, S/C de Tenerife

Barrena R. “Making plans for a more sustainable IAC” (IT)

“27th ECRS”, 27-29 julio. Nijmegen, Países Bajos

Molero González, M. “Anisotropy of Positron and Electron Fluxes Measured with the Alpha Magnetic Spectrometer on the ISS (CO).

Molero González, M. “Anisotropy of Protons and Light Primary Nuclei in Cosmic Rays Measured with the Alpha Magnetic Spectrometer on the ISS” (P).

“IAU General Assembly 2022”, 2-11 agosto. Busan, Corea

Chrobáková Z. “Warp and flare of the Galactic disc revealed with Gaia” (P).

Manchado, A. “On the making of a PN: the interaction of a multiple stellar wind with the ISM” (IT).

Sánchez Alarcón P.M. “Fully Adaptive Bayesian Algorithm for Data Analysis. FABADA” (P).

Sánchez Alarcón P.M. “Disk breaks as evidence for past star formation in the radial profiles of isolated galaxies” (P).

Varela, A.M. “Starlight Foundation: preserving the skies and socio.economic development” (IT).

Varela, A.M. “Starlight Network and the need of ProAm cooperation” (IT).

Zamora O. “The brightness and colors of Oneweb satellites” (IT).

“TeV Particle astrophysics (TeVPA 2022)”, 8-12 agosto. Kingston, Canadá

Nievas, M. “A multi-wavelength spectral characterization of gamma-ray emitting extreme BL Lacertae blazar candidates hidden in Fermi-LAT data.” (CO).

Nievas, M. “Cosmology and Fundamental Physics with (Extreme) Blazars” (CO).

“Santa Cruz Galaxy Workshop 2022”, 8-26 agosto. California, EEUU

Huertas-Company, M. “Deep learning and galaxy formation” (IT).

Sarmiento, R. “MaNGA, TNG simulations and Deep Learning to infer the evolution of galaxies” (CO)

“Rencontres du Vietnam-Vietnam Flavour Physics Conference 2022”, 13-22 agosto. Vietnam

Martín Camalich, J. “Dark sector and flavor physics” (IT).

“HAO Spectropolarimetry Summer School”, 22 agosto-2 septiembre. Boulder, Colorado, EEUU

Quintero Noda, C. “Introduction to the SIR and DeSIRe numerical codes” (IT).

“COMO’22”, 22-26 agosto. Rio de Janeiro, Brasil

Hernández Monteagudo C. “Indiscriminate R~50 spectroscopy in the entire footprint: the spectro-photometric approach of J-PAS” (IT).

“Astrophysical Polarimetry in the Time-Domain Era” 28 agosto-1 septiembre. Lecco, Italia

Otero Santos J. “Polarization variability in a sample of gamma-ray blazars” (CO).

“EREP 2022: Spanish and Portuguese Relativity Meetings”, 29 agosto-2 septiembre. Salamanca

González Hernández, J “The solar gravitational redshift from HARPS-LFC high-precision spectroscopy as a test of general theory of relativity” (CO).

“28th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists (EAA)”, 31 agosto-3 septiembre. Budapest, Hungría

Urrutia, M.” Can we rely on data obtained solely through ML? An archaeoastronomical approach to the prehistoric tombs of North Western Arabia” (CO).

“Challenges to Lambda-CDM”, 4-7 septiembre. Thessaloniki, Grecia

Kovacs, A. “The enigma of the largest cosmic structures: new ISW and lensing tensions from DES and eBOSS” (CO).

“Epoch of Galaxy Quenching”, 4-9 septiembre. Cambridge, Reino Unido

Bessiere, P. “QSOFEED: A multi-wavelength study of the impact of quasar feedback on galaxies” (CO).

“Puzzles of the Galactic Center”, 5-7 septiembre. Heidelberg, Alemania

de Lorenzo-Caceres, A “Puzzling! No bulge(s) in the center of our Milky Way” (IT).

“SEA 2022: Sociedad Española de Astronomía”, 5-9 septiembre. S/C de Tenerife

Afonso Delgado D., del Pino Alemán T., Trujillo Bueno J. “The intensity and polarization of the Mg II h & k lines in a magneto-hydrodynamical model of a solar plage” (P).

Alonso, R. “Searching for a second occultation in EPIC 204376071” (P).

Arjona Gálvez, E. “The impact of AGN feedback in AURIGA dwarf galaxies” (P).

Arregui I. “A probability distribution for the amplitude of Solar Cycle 25” (CO).

Asensio Ramos, A., “Learning to do multiframe blind deconvolution unsupervised” (CO).

Battaglia, G. “A Gaia-aided view of the properties of Local Group dwarf galaxies” (CO).

Béjar, V.S. “The GTC Adaptive Optics and Laser Guide Star system and GRANCAIN, the first scientific AO camera” (CO).

Belmonte J.A. “Michael Hoskin y la puesta en valor del patrimonio astronómico más antiguo de España” (CO).

Brauner M. “Correlations between elemental abundances in a large sample of P-rich stars” (CO).

Calvi R. “Probing the existence of a rich, complex galaxy overdensity at $z=5.2$ ” (CO).

Cardona S. “Metallicity Profiles of Ultra Diffuse Galaxies in NIHAO simulations” (CO).

Chrobáková Z. “Warp and flare of the Galactic disc revealed with supergiants by Gaia EDR3” (CO).

Cúneo, V. “Optical accretion disc winds in accreting white dwarfs” (CO).

de Burgos Sierra, A. “The largest and most ambitious Quantitative Spectroscopic Analysis of B-type supergiants in the Milky Way.” (P).

de León Cruz, J. “Solar System Science with the ELT” (IT).

de Lorenzo Cáceres, A. “Retos y proyectos para el avance hacia la igualdad de género en la Astronomía española” (IT).

del Pino T. “Inferring and measuring the Sun’s global magnetic field using the Hanle effect” (CO).

Duque-Arribas, C. et al. (Incluye Marfil E.) “Photometric calibrations of M dwarf metallicity using Bayesian” (P).

Esteban Pozuelo, S.: “The physical properties of light bridges depending on the geometric height” (CO)

Fernández Torreiro M. “Component separation analysis along the Galactic Plane: Anomalous Microwave Emission spatial variations” (CO).

Fernández Torreiro M. “QUIJOTE Thirty and Forty Gigahertz Instrument (TFGI): commissioning and first preliminary results” (P).

Ferre Mateu, A. “On the search for IMBHs (and SMBHs) in compact galaxies” (CO).

García-Lorenzo B. “The participation of the Instituto de Astrofísica de Canarias in HARMONI/ELT” (CO).

García-Lorenzo B. “Observing type I AGN around Cosmic noon with ELT/HARMONI” (P).

García Rojas J. “High-ADF planetary nebulae through the eyes of a MUSE” (CO).

Godoy D. “Gyrochronology under inspection: wide binaries as co-eval probes of age-rotation relations” (P).

Golini, G. “Ultra-deep imaging of the galaxies lacking dark matter to unravel their origins” (CO).

Gómez Llanos, V. “Ad-hoc Ionization Correction Factors from Machine Learning Algorithms for PN PC 22” (CO).

González, R. “New constraint on the AME polarization with QUIJOTE in bright Galactic molecular complexes (P).

González Hernández, J. “ANDES: the Amazonas high Dispersion Echelle Spectrograph for the ELT” (CO).

Grand, R. “Clues to the formation of Galactic structure from Cosmological Hydrodynamical Simulations” (CO).

Hernández Monteagudo C. “J-PLUS DR2: Systematics correction and clustering analyses” (CO).

Jones, D. “Post-red-giant-branch planetary nebulae” (CO).

Jones, D. “Per aspera ad astra simul: ERASMUS+ Strategic Partnerships for international education and outreach” (CO).

Kuckein C. “Atmospheric properties inferred from high-resolution Ca II 854.2 nm intensity inversions in an M-class flare” (CO).

López-Oramas A. for the CTA consortium “Transient and multi-messenger astrophysics with the Cherenkov Telescope Array” (CO).

- Mallorquín Díaz M. "Dynamical masses of two young transiting Neptune-size planets in the young 400 Myr star Ursa Major Group" (P).
- Marfil E. et al. "Written in the stars: spectral synthesis on CARMENES GTO M-dwarf spectra" (P).
- Martínez, D. "Transverse kink oscillations of inhomogeneous prominence threads" (P).
- Mata, D. "A cold wind during the discovery outburst of the black-hole MAXI J1803-298" (CO).
- Molero González M. "Measurement of the Positron, Electron and Proton Anisotropy with AMS-02 on the ISS" (CO).
- Montes, M. "Intracluster light: A luminous tracer for dark matter in clusters of galaxies" (CO).
- Nievas, M. "A model-driven search for gamma-ray emitting extreme BL Lacertae blazar candidates with Fermi-LAT" (CO).
- Nóbrega, D. "A 2D model for Coronal Bright Points: Association with spicules, UV bursts, surges, and EUV coronal jets." (CO).
- Otero Santos J. "Reconstructing the optical spectral variability of gamma-ray blazars" (P).
- Panizo-Espinar G. "Accretion disc winds from X-ray transients" (P).
- Pérez Fournon I. "Supernovae in the Infrared avec Hubble (SIRAH), an HST WFC3/IR-only Hubble diagram" (CO).
- Poidevin F. "H-poor Superluminous Supernovae surveys" (P).
- Ramos Almeida, C. "Investigating nuclear activity and its role in galaxy evolution." (IT).
- Ramos Chernenko, C. "On the quest of galaxy protoclusters with SHARKS." (CO).
- Rodríguez Beltrán, P. "Towards gradient detection of Surface Brightness Fluctuations" (P).
- Rodríguez Espinosa, J. M. "Measuring Ionised bubbles" (P).
- Sánchez Alarcón P.M. "Fully Adaptive Bayesian Algorithm for Data Analysis. FABADA" (CO).
- Sánchez Alarcón P.M. "Disk breaks as evidence for past star formation in the radial profiles of isolated galaxies" (P).
- Sánchez Sierras, J. "Wind-type outflows from the black hole X-ray binary MAXI J1820+070: the near infrared view" (P).
- Sarmiento, R. "Simulation based inference with deep learning to constrain the evolution of MaNGA galaxies" (CO).
- Sharbaf, Z. "A variance analysis of galaxy spectra" (P).
- Speranza, G. "The role of AGN feedback in six local Type-2 Quasars" (CO).
- Suárez Mascareño, A. "A short-period sub-Earth orbiting Proxima Centauri" (P).
- Suárez Mascareño, A. "V1298 Tau: Extracting planetary signals buried in extreme stellar activity" (P).
- Zanon, N. "A panchromatic study of the stellar populations in NGC4303" (P).
- "Alvio@80", 5-9 septiembre. Creta, Grecia**
- Gallart, C. "The evolutionary history of the Milky Way disk(s) and halo from Gaia color-magnitude diagram fitting" (CO).
- "29th Conference of the European Society for Astronomy in Culture on Signs and Symbols: Above and below", 5-9 septiembre. Rumanía**
- Belmonte J.A. "A very personal semblance of archaeoastronomy pioneer Professor Michael Hoskin, a colleague, a mentor, and beyond all a friend." (CO).
- Urrutia, M. "When do ad orientem tradition cease to be relevant? The paradigm of the cathedrals in the Iberian Peninsula and beyond" (CO).
- "RICAP 2022", 6-9 septiembre. Roma, Italia**
- Becerra González, J. "VHE extragalactic results and perspectives from ground based instruments" (CO).
- "Origin, growth and feedback of black holes in dwarf galaxies" 12-16 septiembre. San Sebastián**
- Ferre Mateu, A. "On the search for IMBHs (and SMBHs) in dwarf galaxies" (CO).
- Prieto, M. A. "Star formation next to BH", (CO).
- Sánchez Almeida, J. "Discovery of faint double-peak H α emission in the halo of low redshift galaxies: is it produced by rogue IMBHs?" (CO).
- "Yearly meeting of the ISSI team: Unraveling surges", 12-16 septiembre. Bern, Suiza**
- Nóbrega, D. "Unraveling surges" (CO).

“31st Texas Symposium on Relativistic Astrophysics”, 12-16 septiembre. Praga, República Checa

Otero Santos J. “Long-term studies of IES 0647+250: 11 years of multiwavelength observations” (CO).

“16th Europlanet Science Congress 2022 (EPSC2022)”, 18-23 septiembre. Granada

Adibekyan, Vardan et al. (Incluye Israelian G., Osagh, M.) “Diversity of terrestrial planets: a link to the chemical makeup of their host stars” 2022EPSC...16...74A

Alexandru Mansour, Jad et al. (Incluye de León, Julia, Morate, David, Văduvescu, Ovidiu, Licandro, Javier) “Physical characterization of asteroid (4660) Nereus” 2022EPSC...16..984A

Arcoverde, Plicida et al. (Incluye Medeiros, Hissa) “Physical properties of NEOs derived from their phase curves” 2022EPSC...16..746A

Bouchy, Francois, Wildi, Francois, González Hernández, Jonay I. “The new Near-Infrared Adaptive-Optics assisted high-resolution NIRPS spectrograph on the ESO 3.6m” 2022EPSC...16..937B

Gherase, Radu; Văduvescu, Ovidiu; Wilson, Thomas; Popescu, Marcel; de León, Julia; Lorenzi, Vania; Licandro, Javier; Morate, David; Aznar, Amadeo; Simion, Gabriel “The Physical Properties of the Near Earth Asteroids 2005 UD and 2001 SG286” 2022EPSC...16.1056G

González Hernández, Jonay I. “The planetary system of Proxima Centauri seen with ESPRESSO” 2022EPSC...16.1214G

Guilluy, Gloria; Carleo, Ilaria; Giacobbe, Paolo; Sozzetti, Alessandro; Bonomo, Aldo “The rich chemistry of two warm-giant planets” 2022EPSC...16..325G

Hernández Bernal, Jorge et al. (Incluye Burgos Sierra, Abel) “The Visual Monitoring Camera on Mars Express: calibrating a new science instrument made from an old webcam orbiting Mars

2022EPSC...16..684H

Kabath, Petr; Jones, David; Garcia Rojas, Jorge et al. “Per Aspera ad Astra Simul - ERASMUS+ program supporting mobilities of young astronomers from Spain, Czechia and Slovakia” 2022EPSC...16..314K

Licandro, Javier; Tonry, John; Serra-Ricart, Miquel; Alarcon, Miguel R.; Denneau, Larry “ATLAS-Teide: the next generation of ATLAS units for the Teide Observatory” 2022EPSC...16..634L

Lodieu, Nicolas; Kuhn, Jeff; Moretto, Gil; Rebolo, Rafael; Zhou, Ye; Langlois, Maud; Lewis, Kevin “Small-ELF: a prototype for the future ExoLife Finder hybrid optical telescope” 2022EPSC...16..510L

López-Puertas, M. et al. (Incluye Orell-Miquel, Jaume) “On the study of atmospheric escape of exoplanets using the new window of the He 10830 line” 2022EPSC...16.1011L

Luque, R., Pallé, E. “On the nature of small planets orbiting low-mass stars” 2022EPSC...16...89L

Medeiros, Hissa; de León, Julia; Licandro, Javier; Popescu, Marcel; Morate, David; Pinilla-Alonso, Noemi “NEOROCKS characterization programme of near-Earth asteroids previously observed with radar” 2022EPSC...16..570M

Monteiro, Filipe et al. (Incluye Medeiros, Hissa) “Physical characterization of near-Earth objects from the IMPACTON project” 2022EPSC...16..767M

Morate, David; Popescu, Marcel; De León, Julia; Licandro, Javier “Mineralogical analysis of 14 PHAs from VINOS data” 2022EPSC...16..722M

Morello, Giuseppe; Pallé, Enric; Orell-Miquel, Jaume; Masseron, Thomas; Esparza-Borges, Emma “Synergies between low- and high-resolution spectroscopy of exoplanet atmospheres” 2022EPSC...16.1233M

Munaretto, Giovanni et al. (Incluye Boschin, Walter) “Production rates of comet C2020/F3 (NEOWISE) from high resolution spectroscopy” 2022EPSC...16..360M

Oszkiewicz, Dagmara et al. (Incluye Geier, Stefan) “Spins and shapes of V-type asteroids outside the dynamical Vesta family” 2022EPSC...16..340O

Popescu, Marcel; de la Fuente Marcos, Carlos; Văduvescu, Ovidiu; de la Fuente Marcos, Raul; Bus, Schelte; de León, Julia; Licandro, Javier; Tatsumi, Eri; Simion, Gabriel N. “New near-infrared spectra of (594913) ‘Aylo’chaxnim, the first known asteroid orbiting inside Venus orbit” 2022EPSC...16..804P

Tatsumi, Eri; de León, Julia; Vilas, Faith; Popescu, Marcel; Hiroi, Takahiro; Hasegawa, Sunao; Morate, David; Tinnaut-Ruano, Fernando; Licandro, Javier “Internal compositional structure of large primitive asteroids based on the photometric surveys” 2022EPSC...16..175T

Tinnaut-Ruano, Fernando; Tatsumi, Eri; de León, Julia; Morate, David “Exploring the near-UV for primitive asteroids using ground-based observations, space telescopes, a survey-li-

ke catalog, and following up with Gaia" 2022EPSC...16.1049T

"The Joint Hinode-15 / IRIS-12 Meeting", 19-23 septiembre. Praga, República Checa

Nobrega Siverio, D. "Solar surges related to UV bursts: Characterization through k-means, inversions, and density diagnostics" (CO).

Cabello, I. "A textbook example of magnetic flux emergence leading to EBs, UV bursts, surges and EUV signatures" (CO).

"Stellar evolution along the HR diagram with Gaia", 20-23 septiembre. Napoles, Italia

Simón Díaz, S. "Mind the gaps: a massive empirical approach to high-mass stellar evolution with the aid of IACOB, WEAVE, Gaia and TESS" (CO).

"International Conference Cosmology on Small Scales 2022", 21-24 septiembre. Praga, República Checa

López Corredoira, M. "Fundamental Ideas in Cosmology. Scientific, philosophical and sociological critical perspectives" (CO).

López Corredoira, M. "Fitting of supernovae without dark energy" (CO).

González Morán, A.L. "Determination of the local value of Hubble constant and cosmological constraints with local giant HII regions and high-redshift HII galaxies" (CO).

"Conference of Japanese Society of Planetary Science and Planetary Exploration", 21-24 septiembre. Japón

Tatsumi, E. "Thus spoke Ryugu" (CO).

Tatsumi, E. "What we learnt from Ryugu and scope of the next generation sample return mission" (CO).

"RR Lyrae & Cepheid Stars Conference", 26-30 septiembre. La Palma

Braga V. "A multifaceted overlook of the galactic Halo through RR Lyrae" (IT).

Battaglia, G. "WEAVE and its impact on galactic and extragalactic studies of variable stars" (IT).

Gallart, C. "The evolutionary history of the Milky Way disk(s) from Gaia color-magnitude diagram fitting and variable stars" (P).

"COST MW-Gaia WG1/WG4 Workshop Gaia-Beyond the Milky Way", 27-29 septiembre. Atenas, Grecia

Thomas, G. "The Milky Way dwarf galaxies view through Gaia" (IT).

"CNOX XII", 27-30 septiembre. Cefalú, Italia

Muñoz Darias, T. "Accretion disc winds from low-mass X-ray binaries" (CO).

Vincentelli, F. "Unified disk-jet instability for black holes and neutron stars" (CO).

"ISAS Planetary Exploration Workshop 2022", 28-30 septiembre. Japón

Tatsumi, E. "What we learnt from Ryugu and scope of the next generation sample return mission" (CO).

"Investigating the roots: How our perception of the Milky Way System is shaped by our knowl workshop", 3-7 octubre. Heidelberg, Alemania

Simón Díaz, S. "Getting ready for a reliable abundance analysis of a sample of more than 1500 Galactic OB-type stars: motivations and first results" (CO).

"Fermi Symposium", 9-15 octubre. Johannesburg, Sur Africa

Nievas, M. "A multi-wavelength spectral characterization of extreme BL Lacertae blazar candidates hidden in the 4FGL catalog" (CO).

"Young Astronomers on Galactic Nuclei", 17-19 octubre. San Sebastian

Esparza Arredondo, D. "Decoupling QSO and host galaxy spectra in seeing-limited integral field data" (CO)

"LSST@Europe4", 24-28 octubre. Roma, Italia

Montes, M. "Unveiling the (optical) low surface brightness Universe with LSST: The Intracluster Light" (CO)

Poidevin F. "H-poor superluminous supernovae surveys" (P).

"Oxford XII Conference", 31 octubre-5 noviembre. La Plata, Argentina

Belmonte, J.A. "What equinox? ... and Beyond. Excursus in Homage to Prof. Micahel Hoskin." (CO).

Muratore, M.F.; Gangui, A.; Belmonte, J.A.; Cabrera, C. "Comparing land- and skylines in the three main manorial-conquered lands of the Canary Islands" (CO).

Shady, R.; Ricra, J.; Crispín, A.; González-García, C.; Belmonte, J.A.; Criado-Boado, F. "Astronomical knowledge of 4200 B.P. applied by specialists from the Caral Civilization, north-central coast of Peru" (CO).

Urrutia-Aparicio, M.; Belmonte, J.A.; González-García, A.C. "Astronomy and Culture on the Way of St. James" (CO).

"8th Meeting on Fundamental Cosmology", 2-4 noviembre. Granada

Génova-Santos R. "QUIJOTE: mapping low-frequency CMB foregrounds in polarisation to unveil inflationary B-modes" (CO).

López Corredoira, M. "Fundamental Ideas in Cosmology. Scientific, philosophical and sociological critical perspectives" (CO).

"Solar Polarization Workshop 10 (SPW10)", 7-11 noviembre. Kyoto, Japón

Afonso Delgado D., del Pino Alemán T., Trujillo Bueno J. "Exploring the UV solar spectrum: the polarization of Fe II lines between 250-280 nm." (CO)

Alsina Ballester E. "Modeling the polarization of the Na I and K I D lines" (IT)

del Pino Alemán T. "Magnetic field diagnostics with UV spectropolarimetry" (IT)

Hebbur Dayananda S. "P-CORONA: A new forward modeling code to study the polarization of solar coronal lines" (CO)

Vicente Arevalo A. "Formation of the polarized solar He I 10830 Å line" (CO)

"4th Solarnet forum for telescopes and databases", 29 noviembre. Virtual

Asensio Ramos, A., "Real-time image reconstruction using deep learning"

"Galactic Science and CMB Foregrounds", 12-15 diciembre. S/C de Tenerife

Rubiño-Martín J.A. "The QUIJOTE MFI wide survey: A northern sky survey in intensity and in polarization at 10–20GHz" (IT).

López-Caraballo C. H. "Latest results with QUIJOTE: the microwave spectra of Galactic supernova remnants" (CO).

González González R. "New constraints on the AME polarisation with QUIJOTE MFI in bright Galactic molecular complexes" (CO)

Poidevin F. "Galactic AME sources in the QUIJOTE-MFI Northern Hemisphere Wide-Survey" (CO).

Fernández-Torreiro M. "Spatial variations of Anomalous Microwave Emission along the Galactic Plane" (CO)

"American Geophysical Union Fall Meeting", 12-16 diciembre. Virtual.

Tatsumi, E. "Pieces of the Solar System puzzle obtained from the carbonaceous asteroid Ryugu"

"Torus 2022 workshop: Smooke and Mirrors", 13-15 diciembre. Leiden, Países Bajos

Esparza Arredondo, D., "The connection between mid-infrared dust emission and the X-ray reflector component in AGNs" (IT).

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

“SINERGIAS SEA - El impacto de la Inteligencia Artificial en astrofísica”, 9 febrero. Virtual

Asensio Ramos, A., “Impact of machine learning on solar & stellar physics”

“Encuentro RIA-Tec2Space: Instrumentación Astronómica en España”, 9-22 abril. Madrid

Gutiérrez, C.M. “Estado actual y retos del proyecto NRT” (CO).

Licandro, J. “The next generation ATLAT unit for the Teide Observatory” (CO).

Nespral, D. “Commissioning and First Observations with FASTCAM” (P).

Suarez Mascareño, A. “IACSAT-1: the first space observatory of the IAC” (CO).

“XIII Estallidos Workshop”, 18-20 mayo. Madrid

Calhau, J. “Searching for Ha emission in the outskirts of galaxies” (CO).

Sánchez Almeida, J.F. “The physical origin for the faint double-peak Ha emission detected in the halo of low redshift galaxies” (CO).

“MW-Gaia WG5 workshop Breaking Barriers: Inspiring the Next Generation”, 23-25 mayo. Santiago de Compostela

Zerjal, M. “A website dedicated to the nearby young open clusters as seen by Gaia” (CO).

“V Encuentro de Egiptología Complutense”, 30 mayo-1 junio. Madrid

Belmonte, J.A. “A la luz de Ra: un viaje a los solsticios del Egipto antiguo” (IT).

“Día de Nuestra Ciencia”, 2 junio. S/C de Tenerife

Angeloudi E. “Simulation-based inference of the stellar mass assembly history of galaxies from IFU observations” (CO).

Arjona Gálvez, E. “The impact of AGN feedback in AURIGA dwarf galaxies” (P).

Cardona S. “Metallicity Profiles of Ultra Diffuse Galaxies in NIHAO simulations”

Castillo Ramírez, A “Search for ALPs dark matter using PPTA & QUIJOTE” (CO).

López Oramas, A. “Proton acceleration in thermonuclear nova explosions revealed by gamma rays” (IT).

Urrutia, M. “Applying machine learning to Archaeoastronomy: the prehistoric tombs of North-Western Arabia” (CO).

Vega, J. “Unveiling galaxy structure at $z>3$ with JWST and self-supervised learning” (CO).

“New Space España 2022”, 27-28 octubre. Vigo

Oscos, A. “Actores públicos del New Space Español” (IT).

“IV Congreso de Jóvenes por la Investigación de Canarias y II Congreso Internacional de Jóvenes por la Investigación”, 17-18 noviembre. La Laguna, S/C de Tenerife

Panizo-Espinar G. “Vientos en binarias de rayos X” (CO).

“El legado amazige y el patrimonio mundial”, 22-25 noviembre. Las Palmas de G/C

Belmonte J.A. ““El patrimonio del cielo amazige: paisajes y celajes del norte de África” (CO).

“Seminario científico RitualPaths. Análisis de la movilidad ritual en los paisajes religiosos de época ibérica”, 30 noviembre - 1 diciembre. Jaén

Esteban, C. “Marcadores solares, espacio sagrado y calendario entre los iberos” (IT).

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS

Simpson, Jordan; Jones, David; Wesson, Roger; García-Rojas, Jorge
“Abundance Analysis of the J4 Equatorial Knot of the Born-again Planetary Nebula A30”
2022RNAAS...6....4S

Hume, George; Yarker, Paige; Jones, David
“On the Detectability of Post-common-envelope Binary Central Stars of Planetary Nebulae”
2022RNAAS...6...67H

Peel et al. “Fastcc: Fast Colour Corrections for Broadband Radio Telescope Data”
RNAAS, 6, 252.

Dannerbauer, H., Carnero, A., Cross, N., Gutierrez, C. M.,
“Exploring the Universe via the Wide, Deep Near-infrared Imaging ESO Public Survey SHARKS”
The Messenger, vol. 187, p. 12-15

Murphy et al. (Incluye Genova Santos R., Rebolo R., Amate M., Gonzlaez Hernandez J. I., Suarez Mascareño A.)
“ESPRESSO Probes the Fine-structure Constant”
The Messenger, vol. 188, p. 15-19

Gravity collaboration (Incluye Prieto Escudero A.)
“The Core of the Matter - Spatially Resolving Active Galactic Nuclei with GRAVITY”
2022Msngr.188...20S

Fasano et al., (Incluye Peel M.)
“Observations with KIDs Interferometer Spectrum Survey”, NIKA2 conference proceedings
EPJ Web of Conferences 257, 00017.

Simpson, Jordan; Jones, David; Wesson, Roger; García-Rojas, Jorge
“Abundance Analysis of the J4 Equatorial Knot of the Born-again Planetary Nebula A30”
Research Notes of the AAS, Volume 6, Issue 1, id.4

Hume, George; Yarker, Paige; Jones, David
“On the Detectability of Post-common-envelope Binary Central Stars of Planetary Nebulae”
Research Notes of the AAS, Volume 6, Issue 3, id.67

Peel, Mike W., Genova-Santos, Ricardo; Dickinson, C.; Leahy, J. P.; López-Caraballo, Carlos; Fernández-Torreiro, M.; Rubiño-Martín, J. A.; Spencer, Locke D.
“Fastcc: Fast Color Corrections for Broadband Radio Telescope Data”
Research Notes of the AAS, Volume 6, Issue 12, id.252.

Sugita, S., Honda, R., Morota, T., et al. (Incluye a Tatsumi, E.)
“Hayabusa2 Optical Navigation Camera (ONC) Bundle. This PDES4 bundle collects all the operational data products produced by the Hayabusa2 ONC instrument.”
JAXA Data Archives and Transmission System, 2022: urn:jaxa:darts:hyb2_onc.

Adibekyan V. et al. (Incluye Israelian G.)
“Diversity of terrestrial planets: a link to the chemical makeup of their host stars”
EPSC 2022, Vol. 16, 74

Acosta Pulido, J. A.; Nievas Rosillo, M.; Becerra Gonzalez, J.; Carnerero, M. I.
“An exceptionally optical flare of BL Lac”
The Astronomer’s Telegram, No. 15725

ARTÍCULOS EN REVISTAS NACIONALES

Esteban C.

“Navegación y astronomía en Europa y Oceanía en la época de la expedición Magallanes-Elcano”

Revista ICE, n° 927 (2022), 43-57.

Urrutia-Aparicio, M.; Belmonte, J.A.; González-García, A.C.

“El Camino de Santiago: astronomía, cultura y patrimonio”

Boletín SEA 47 Invierno (2022), 38-43.

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

Socas-Navarro H., Sallmen S., Korpela E., Angerhausen D.

“Technosignatures in Time-Series Photometry 85”. Technosignatures for Detecting Intelligent Life in Our Universe: A Research Companion

Ed. A Berea, Scrivener Publishing, ISBN: 978-1-119-64040-0 (2022).

Belmonte, J.A.

“Nefertiti strikes back! A comprehensive multidisciplinary approach for the end of the Amarna Period. The star who appears in Thebes: studies in Honour of Jiro Kondo, (2022)

Edited by nozomu Kawai and Benedit G. Davies, pp 54-86. Abercombry Presss: Wallasey.

Belmonte J.A.; Bilić, T.

“Essay review on ‘Land of the Solstices: myth, geography and astronomy in ancient Greece”

Book Review. Journal for the History of Astronomy 53 (2022), 233-234.

TESIS DOCTORALES

del Moral Castro, Ignacio.

“A 3D view of AGN Triggering”.

Directoras: Dra. Cristina Ramos Almeida y Dra. Begoña García Lorenzo.

Izquierdo Sánchez, Paula.

“Evolved planetary systems around white dwarfs: probing into the ultimate fate of the Solar System”

Directores: Dr. Pablo Rodríguez Gil y Dr. Boris T. Gänsicke

Reina Conde, Alejandro.

“Measurement of Boron, Carbon and Oxygen Fluxes as Function of Time with the Alpha Magnetic Spectrometer”

Directores: Prof. Ramón J. García López y Dr. Alberto Oliva

Cardona Guillén, Carlos.

“Radial velocity search for exoplanets around stars in clusters”

Directores: Dr. Víctor J. Sánchez Bejar y Dr. Nicolas Cédric Lodieu

Oria Carrera, Asier.

“Opto-Mechanical Systems Design for the 4-m New Robotic Telescope”

Director: Dr. Carlos Gutiérrez de la Cruz

Esteban Gutiérrez, Ana.

“Cosmology from Quasar Microlensing”

Director: Prof. Evencio Mediavilla Gradolph

Trelles Arjona, Juan Carlos.

“On the nature of quiet Sun magnetic fields”

Directores: Dra. M. Jesús Martínez González y Dr. Basilio Ruiz Cobo

Méndez Delgado, José Eduardo.

“Ionised gas flows in the Orion Nebula: properties and environmental dependences”

Directores: Dr. César Esteban López y Dr. Jorge García Rojas

Alonso Arias, Paz.

“Instrumentation for the Tenerife Microwave Spectrometer”

Directores: Dr. Roger J. Hoyland y Dr. José Alberto Rubiño Martín

Walo Martín, Daniel.

“Spatially Resolved Kinematic properties of galaxies: an insight from simulations”

Directores: Dr. Jesús Falcon Barroso y Dra. Isabel Pérez Martín

Jaume Bestard, Jaume.

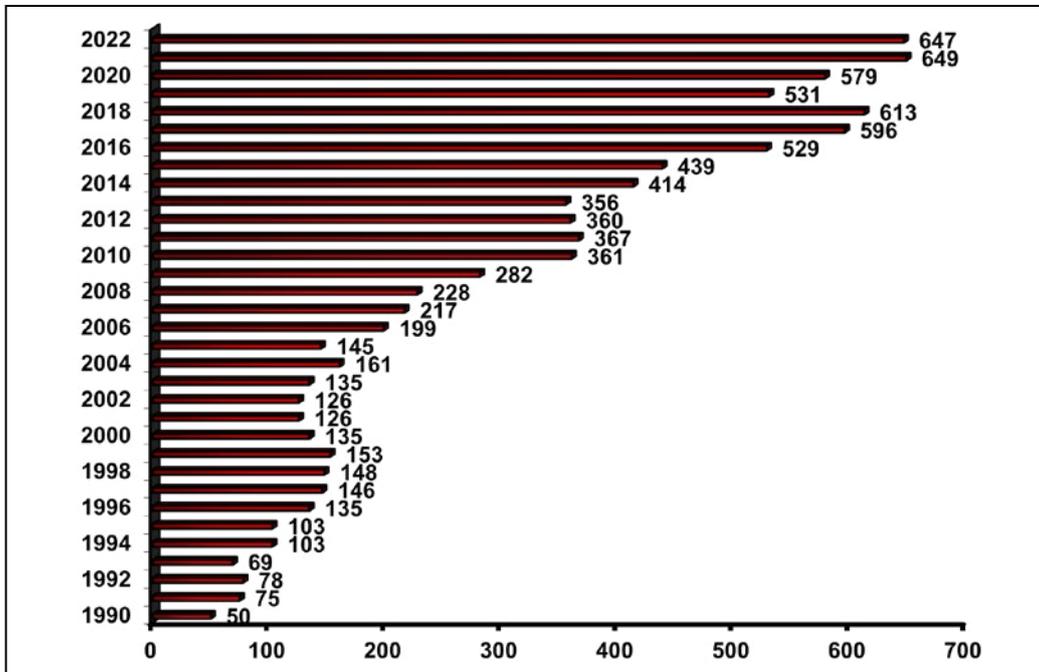
“Three-dimensional simulations of the generation and transfer of spectral line polarization in the solar chromosphere”

Directores: Prof. Javier Trujillo Bueno y Dr. Jiri Sepan

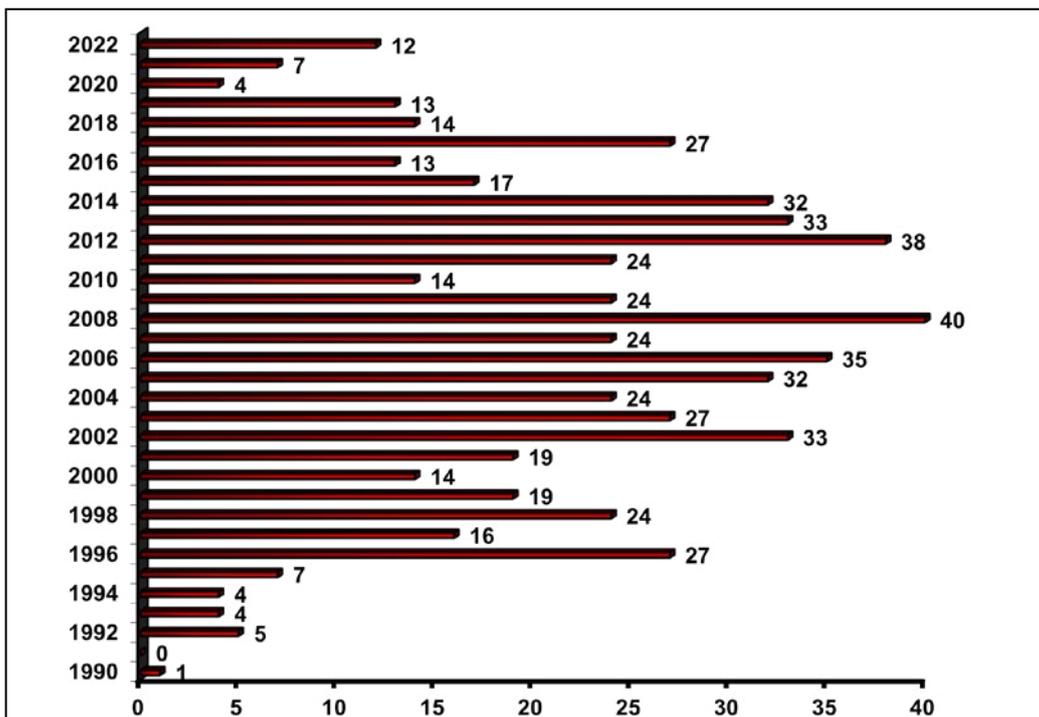
TOTALES

647	<i>Artículos en revistas internacionales con árbitro</i>
12	<i>Invited Reviews (Conferencias invitadas) y Invited Talks (Charlas invitadas)</i>
380	<i>Comunicaciones a Congresos Internacionales</i>
21	<i>Comunicaciones a Congresos Nacionales</i>
13	<i>Artículos en revistas internacionales sin árbitro y comunicaciones cortas</i>
2	<i>Artículos en revistas nacionales</i>
3	<i>Libros y capítulos de libros</i>
11	<i>Tesis doctorales</i>

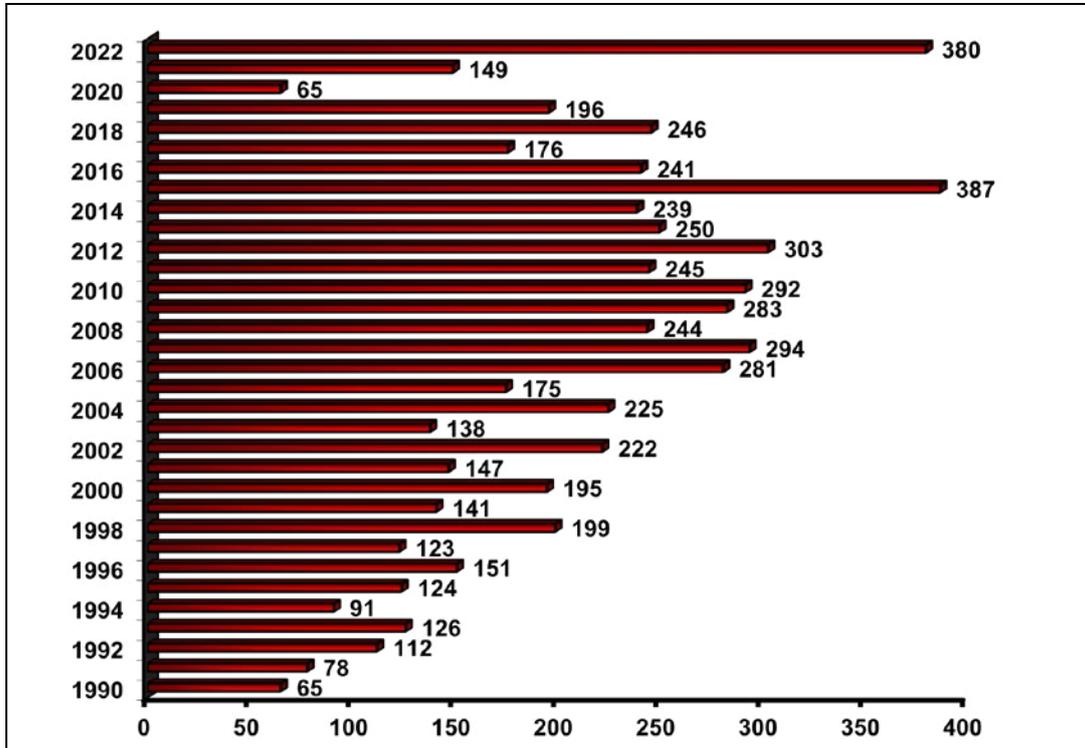
Artículos en revistas internacionales con árbitros



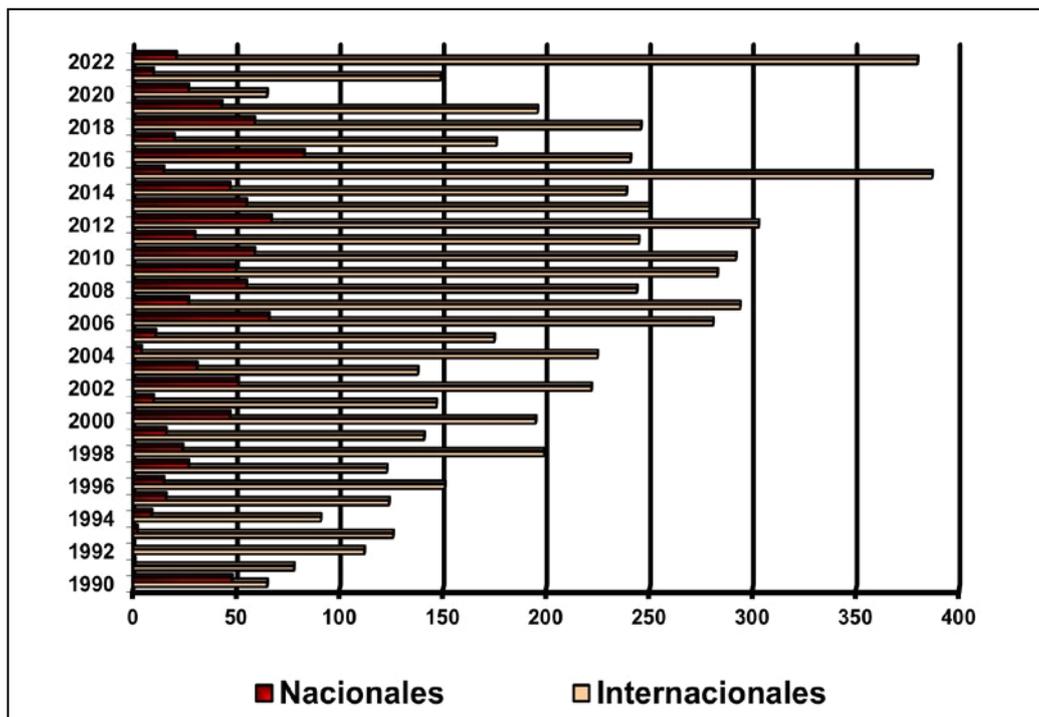
Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)



Comunicaciones a congresos internacionales



Comunicaciones a congresos



REUNIONES CIENTÍFICAS



REUNIONES CIENTÍFICAS

“DART Investigation Team Meeting”

Enero. Virtual.

“SINERGIAS SEA - El impacto de la Inteligencia Artificial en astrofísica”

Febrero. Virtual

“Fifty Years of the Skumanich Relations”

Marzo. Boulder, Colorado, EEUU

“COSMIC-A feast of compact and massive galaxies across the Universe”

Marzo. Sesto, Italia

Yearly meeting of the ERC Synergy Grant “The Whole Sun”

Marzo. París, Francia

“@FlipPhysics Workshop”

Marzo. Valencia

“2nd Machine Learning in Heliophysics Boulder”

Marzo. Boulder, Colorado, EEUU

“Synergies at new frontiers at Gamma-rays, Neutrinos and Gravitational Waves”

Marzo. Tokyo, Japón

“GPRV workshop”

Marzo. Oxford, Reino Unido

“Encuentro RIA-Tec2Space: Instrumentación Astronómica en España”

Abril. Madrid

“International School of Space Science”

Abril. L'Aquila, Italia

“Galaxy Clusters 2022: Challenging Our Cosmological Perspectives”

Abril. Virtual

“ICTSs and its applications in Research and Innovation”

Abril. Las Palmas de G/C

“Intermediate-Mass Black Holes: New Science from Stellar Evolution to Cosmology”

Abril-mayo. San Juan, Puerto Rico

“AASTCS 9: Exoplanets IV”

Mayo. Las Vegas, Nevada, EEUU

“Inward bound - bulges from high redshifts to the Milky Way”

Mayo. Virtual

“Cosmoglobe Workshop 2022”

Mayo. Virtual

“IAUS 361: Massive Stars near and far”

Mayo. Cavan, Irlanda

“VII Science with GTC meeting”

Mayo. Virtual

“ETD 2022 Kick-off Meeting (Exoplanet Transit Database community meeting for exoplanet transit observers)”

Mayo. Virtual

“XIII Estallidos Workshop”

Mayo. Madrid

“DART Investigation Team Meeting”

Mayo. Virtual

“MW-Gaia WG5 workshop Breaking Barriers: Inspiring the Next Generation”

Mayo. Santiago de Compostela

“MW-Gaia WG5 workshop. Breaking Barriers: Inspiring the Next Generation”

Mayo. Santiago de Compostela

“From Planck to the future of CMB”

Mayo. Ferrara, Italia

“European Geosciences Union (EGU) General Assembly in 2022”

Mayo. Viena, Austria

“Loca Sacra. II Curso Internacional de Antropología y Arqueología Mediterránea”

Mayo. Santomera, Murcia

“V Encuentro de Egiptología Complutense”

Mayo-junio. Madrid

“Hera International Workshop”

Mayo-junio. Niza, Francia

“ATLAS Science Team Meeting”

Mayo-junio. Belfast, Irlanda

“Día de Nuestra Ciencia”

Junio. S/C de Tenerife

“PIPA2022-Partially Ionised Plasmas in Astrophysics”

Junio. Budapest, Hungría

“ISSI: The Role of Partial Ionization”

Junio. Budapest, Hungría

“Hack100: Past, present and future of astrophysical spectroscopy”

Junio. Trieste, Italia

“SF2A”

Junio. Besancone, Francia

“NOT: a telescope for the future”

Junio. La Palma

“Centre for mathematical Plasma-Astrophysics (CmPA) seminars”

Junio. Virtual

“240th American Astronomical Society Meeting

Junio. Pasadena, California, EEUU

“Astrophysics with Radioactive Isotopes”

Junio. Budapest, Hungría

“XMM-Newton Workshop 2022: Black Hole Accretion under The X-Ray Microscope”

Junio. Madrid

“XVII Congresso Nazionale di Scienze Planetarie”

Junio. Nápoles, Italia

“Physics of Eclipsing Binaries IV”

Junio. Villanova, Pensilvania, EEUU

“Second Annual CAVITY Meeting”

Junio. Granada

“ITISE2022”

Junio. Las Palmas de G/C

“European Astronomical Society Annual Meeting (EAS2022)”

Junio-julio. Valencia

“10th Coronal Loops Workshop”

Junio-julio. París, Francia

“EAS22: European Astronomical Society Annual Meeting”

Junio-julio. Valencia

“7th Heidelberg International Symposium”

Julio. Barcelona

“Rocky Worlds II”

Julio. Oxford, Reino Unido

“Cool Stars 21 and XXXVIII Biennial of Physics of the Spanish Royal Physics Society”

Julio. Toulouse, Francia

“Cambridge Workshops of Cool Stars, Stellar Systems and the Sun (CS 21)”

Julio. Virtual

“ICHEP2022”

Julio. Bolonia, Italia

“TASC6/KASC13 Workshop”

Julio. Leuven, Bélgica

“XXXVIII Biennial of Physics of the Spanish Royal Physics Society (R.S.E.F.)”

Julio. Murcia

“UK National Astronomy Meeting”

Julio. Virtual

“CLUES 2022- Constrained Local Group Simulations”

Julio. Virtual

“The National Astronomy Meeting (NAM)”

Julio. Warwinck, Reino Unido

“VEGAS collaboration meeting”

Julio. Nápoles, Italia

“Hot Topics in Astrophysics”

Julio. Sesto, Italia

“COSPAR 2022: 44th Scientific Assembly”

Julio. Atenas, Grecia

“SPIE Astromical Telescopes + Instrumentation”

Julio. Montreal, Canadá

“A comprehensive view of galaxy evolution from the milky way to I ZWIC”

Julio. Sesto, Italia

“Astronomy for a Sustainable Development (AEACI 2022)”

Julio. La Laguna, S/C de Tenerife

"27th ECRS"

Julio. Nijmegen, Países Bajos

"IAU General Assembly 2022"

Agosto. Busan, Corea

"TeV Particle astrophysics (TeVPA 2022)"

Agosto. Kingston, Canadá

"Santa Cruz Galaxy Workshop 2022"

Agosto. California, EEUU

"Rencontres du Vietnam-Vietnam Flavour Physics Conference 2022"

Agosto. Vietnam

"HAO Spectropolarimetry Summer School"

Agosto-septiembre. Boulder, Colorado, EEUU

"COMO'22"

Agosto. Rio de Janeiro, Brasil

"Astrophysical Polarimetry in the Time-Domain Era"

Agosto-septiembre. Lecco, Italia

"EREP 2022: Spanish and Portuguese Relativity Meetings"

Agosto-septiembre. Salamanca

"28th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists (EAA)"

Agosto-septiembre. Budapest, Hungría

"Challenges to Lambda-CDM"

Septiembre. Thessaloniki, Grecia

"Epoch of Galaxy Quenching"

Septiembre. Cambridge. Reino Unido

"Puzzles of the Galactic Center"

Septiembre. Heidelberg, Alemania

"SEA 2022: Sociedad Española de Astronomía"

Septiembre. S/C de Tenerife

"Alvio@80"

Septiembre. Creta, Grecia

"29th Conference of the European Society for Astronomy in Culture on Signs and Symbols: Above and below"

Septiembre. Rumanía

"RICAP 2022"

Septiembre. Roma, Italia

"Origin, growth and feedback of black holes in dwarf galaxies"

Septiembre. San Sebastián

"Yearly meeting of the ISSI team: Unraveling surges"

Septiembre. Bern, Suiza

"31st Texas Symposium on Relativistic Astrophysics"

Septiembre. Praga, República Checa

"16th Europlanet Science Congress 2022 (EPSC2022)"

Septiembre. Granada

"The Joint Hinode-15 / IRIS-12 Meeting"

Septiembre. Praga, República Checa

"Stellar evolution along the HR diagram with Gaia"

Septiembre. Nápoles, Italia

"International Conference Cosmology on Small Scales 2022"

Septiembre. Praga, República Checa

"Conference of Japanese Society of Planetary Science and Planetary Exploration"

Septiembre. Japón

"RR Lyrae & Cepheid Stars Conference"

Septiembre. La Palma

"COST MW-Gaia WG1/WG4 Workshop Gaia-Beyond the Milky Way"

Septiembre. Atenas, Grecia

"CNOC XII"

Septiembre. Cefalú, Italia

"ISAS Planetary Exploration Workshop 2022"

Septiembre. Japón

"Investigating the roots: How our perception of the Milky Way System is shaped by our knowl workshop"

Octubre. Heidelberg, Alemania

"Fermi Symposium"

Octubre. Johannesburg, Sur Africa

"Young Astronomers on Galactic Nuclei"

Octubre. San Sebastian

"LSST@Europe4"

Octubre. Roma, Italia

“New Space España 2022”

Octubre. Vigo

“Oxford XII Conference”

Octubre-noviembre. La Plata, Argentina

“8th Meeting on Fundamental Cosmology”

Noviembre. Granada

“Solar Polarization Workshop 10 (SPW10)”

Noviembre. Kyoto, Japón

“IV Congreso de Jóvenes por la Investigación de Canarias y II Congreso Internacional de Jóvenes por la Investigación”

Noviembre. La Laguna, S/C de Tenerife

“El legado amazigo y el patrimonio mundial”

Noviembre. Las Palmas de G/C

“4th Solarnet forum for telescopes and databases”

Noviembre. Virtual

“Seminario científico RitualPaths. Análisis de la movilidad ritual en los paisajes religiosos de época ibérica”

Noviembre-diciembre. Jaén

“Galactic Science and CMB Foregrounds”

Diciembre. S/C de Tenerife

“American Geophysical Union Fall Meeting”

diciembre. Virtual

“Torus 2022 workshop: Smooke and Mirrors”

Diciembre. Leiden, Países Bajos

NOMBRAMIENTOS Y DISTINCIONES



Premio L'Oréal-Unesco For Women in Science para Beatriz Villarroel

Beatriz Villarroel, investigadora de NORDITA-IAC, a la que le ha concedido La Fundación L'Oréal y la Unesco, entre cinco científicas eminentes de los cinco continentes, en la categoría International Rising Talents por el proyecto Vanishing & Appearing Sources during a Century of Observations (VASCO). El Proyecto VASCO es una iniciativa que trata de identificar objetos astronómicos que han desaparecido del cielo actual comparando datos de distintas épocas. En sus conclusiones el jurado destaca a Beatriz Villarroel como una reconocida experta en el descubrimiento de objetos exóticos que pueden arrojar nueva luz sobre los misterios del Universo. Beatriz Villarroel ya recibió el Premio L'Oréal-Unesco For Women in Science en el año 2021 en Suecia.



Beatriz Villarroel. Créditos Edgar Magdalena.



Lanzamiento de CLASP2.1. Crédito de la foto: US Army, White Sands Missile Range.

La NASA premia al equipo de la misión CLASP2.1

El equipo internacional de las misiones espaciales "Chromospheric LAYER Spectro-Polarimeter" (CLASP), que incluye a tres investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) son Ernest Alsina Ballester, Tanausú del Pino Alemán y Javier Trujillo Bueno, ha sido galardonado con el premio Group Achievement Honor Award de la agencia espacial norteamericana por el éxito de la reciente misión CLASP2.1 cuyo objetivo es cartografiar el campo magnético del Sol en una amplia región de la cromosfera.

“ERC Advanced Grants” al proyecto SUBSTELLAR del IAC

El Consejo Europeo de Investigación (European Research Council, ERC) ha concedido al proyecto SUBSTELLAR (“Substellar Science with the Euclid Space Mission”) del IAC, una de sus prestigiosas “ERC Advanced Grant”, programa de financiación para el desarrollo de proyectos de investigación en la frontera del conocimiento, al profesor del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Eduardo L. Martín Guerrero de Escalante que desarrolla su actividad investigadora en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). El proyecto tiene como uno de sus principales objetivos la explotación de los datos del telescopio espacial EUCLID para ampliar la comprensión de los objetos de masa subestelar (enanas marrones y exoplanetas) y sus conexiones con la evolución de la Vía Láctea.



Eduardo L. Martín, profesor de investigación del CSIC en el IAC, que ha recibido el ERC Advanced Grant. Crédito: Inés Bonet (IAC).

PERSONAL



DIRECCIÓN	
Director	
Rafael Rebolo López (AD)	
Secretaría	
Julia G. Lecuona Allende (CLT)	M. Nieves Villoslada Dionis (CLF)
Asesor Relaciones Institucionales	
* Emilio García García (FUNC)	
IAC TECNOLOGÍA (IACTEC)	
Responsable técnico	
Pablo G. Redondo Caicoya (CLT)	
Responsable legal y económico	
* Antonio Maudes Gutiérrez (FUNC)	
Secretaría	
Demelsa Ramos Gil (CLT)	
Mantenimiento general	
Ignacio del Rosario Pérez (CLF)	
ESPACIO	
Gestores	
José Alonso Burgal (CLT)	Luis Guirado Fuentes (CLT)
Ingenieros/as	
Patricia Chinchilla Gallego (CLIDF)	Carlos Colodro Conde (CLT)
Pablo González de Chaves Fernández (CLT)	David Rodríguez Muñoz (CLT)
Xana Delpueyo Español (CLT)	Ignacio Sidrach-Cardona Martínez (CLT)
José Carlos Sanluis Leal (CLT)	Samuel Sordo Ibáñez (CLT)
Samuel Santana Tschudi (CLT)	Alfonso Ynigo Rivera (CLT)
Alba Eva Peláez Santos (CLT)	
TECNOLOGÍA MÉDICA	
Gestora	
Gara Ramos Rodríguez (CLT)	
Ingenieros/as	
Natalia Arteaga Marrero (CLT)	Robabeh Salehiozoumchelouei (CLT)
Jordan Ortega Rodríguez (CLT)	

CSOA	
Ingeniera	
Ana Marcos Martín (CLT)	
FSOC	
Ingenieros/as	
Jorge Socas Negrín (CLT)	Joan Torras Estruch (CLT)
CTA	
Gestor	
Javier Herrera Llorente (CLT)	
Secretaría	
M. Cristina Castro González (CLT)	Víctor López Molina (CLT)
Ingenieros/as	
Francisco J. Aragunde Gutiérrez (CLT)	Roberto J. Pérez López (CLT)
Ruggero Piazzolla (CLT)	
EST	
Secretaría	
Natividad Padrón Armas (CLT)	
Ingenieros/as	
Francisco Yeray Ramos Sapena (CLT)	Francisco González Pérez (CLT)
Marta Belio Asín (CLT)	Ángela Hernández Delgado (CLT)
Jonai Bienes Pérez (CLT)	Antonio A. Matta Gómez (CLT)
Sergio Bonaque González (CLT)	Fernando Merlos García (CLT)
María Yanira Carballo Martín (CLT)	Cristina Padilla Hernández (CLT)
Juan Cozar Castellano (CLT)	Claudia Itziar Ruiz de Galarreta Fajul (CLT)
Noelia Feijoo Amoedo (CLT)	Alejandro Mahy Soler Trujillo (CLT)
Irene M. Ferro Rodríguez (CLT)	Nauzet Vega Reyes (CLT)
NRT	
Ingenieros/as	
Josue Barrera Martín (CLT)	Javier León Gil (CLT)
Marta Escribhe Velilla (CLT)	Miguel ángel Torres Gil (CLT)
Juan José Fernández Valdivia (CLT)	

UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA	
Secretaría	
Ana M. Quevedo González (CLF)	
Gestión Administrativa	
Elena González Álvarez (CLT)	
Web	
Concepción Anguita Fontecha (CLF)	
Astrofísicos/as divulgadores	
Nayra Rodríguez Eugenio (CLT)	Alfred Rosenberg González (CLF)
Diseño gráfico y audiovisual	
Inés Bonet Márquez (CL)	
Documentalista	
Lara M. Infante Fernández (CLT)	
Periodistas	
Iván Jiménez Montalvo (CLT)	Nira Dácil Llarena Alberto (CLT)
OFICINA DE TRANSFERENCIA Y ACCIONES INSTITUCIONALES	
Gerente	
Anselmo C. Sosa Méndez (CLT)	
Ingenieros/as	
Elizabeth Carrillo Padrón (CLT)	Jonatan Martínez Pérez (CLT)
Alberto M. Escobar Rodríguez (CLT)	Rosa Elvira Pereyra Acosta (CLT)
Alfredo García Piñero (CLF)	Victor Manuel Quintero León (CLT)
M. Alejandra Martín Gálvez (CLF)	

SUBDIRECCIÓN	
Subdirectora	
* Casiana Muñoz-Tuñón (FUNC)	
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)	
Administrador	
Juan Carlos Pérez Arencibia (CLF)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Aytami Y. Peñate Rodríguez (CLF)	
Gestión Administrativa	
Ana Luisa Lozano Pérez (CLF)	Nieves Gloria Pérez Pérez (CLF)
Eva María Martín Cruz (CLF)	
Mantenimiento	
Joaquín Arce Costa (CLF)	Jesús M. Mendoza González (CLF)
Jorge Gmelch Ramos (CLF)	Alfredo Pérez Concepción (CLF)
Darío Hernández Cabrera (CLT)	
Conductor	
José Adelto Hernández Sánchez (CLF)	
OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)	
Administrador	
Miquel Serra Ricart (CLF)	
Gestión Administrativa	
F. Javier Cosme Morán (CLF)	
Periodista	
Alejandra Rueda Moral (CLT)	
Mantenimiento	
M. Ángel Ginovés Bethencourt (CLF)	Rafael A. Ramos Medina (CLF)
Samuel Lemes Perera (CLT)	Carlos Quintana González de Chaves (CLT)
OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS	
Jefe	
Alejandro Oscoz Abad (CLF)	
Astrónomo de soporte	
Matteo Monelli (CLT)	
Observador	
Antonio Pimienta de la Rosa (CLF)	

Operadores/as	
Leticia Álvarez Hernández (CLT)	Beatriz Varona Fernández (CLT)
Andrés Laza Ramos (CLT)	Juan Villefañé Calvo (CLT)
CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS	
Julio A. Castro Almazán (CLF)	Jesús Alberto Prieto Antúnez (CLT)
* Sebastián Hidalgo Rodríguez (FUNC)	Antonia M. Varela Pérez (CLF)
MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL	
Técnicos	
Pedro A. Ayala Esteban (CLF)	José Julio González Nóbrega (CLF)
Jesús E. García Velázquez (CLF)	Javier Hernández Vera (CLT)
OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)	
Jefe	
Francisco Javier Díaz Castro (CLF)	
Técnico	
J. Federico de la Paz Gómez (CLF)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS (SI)	
Responsable Científico	
* Carlos Allende Prieto (FUNC)	
Gerente	
Carlos A. Martín Galán (CLF)	
Jefe de Departamento	
Antonio J. Díaz Chinaea (CLF)	
Secretaría	
M. Adela Rivas Fortuna (CLF)	
GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIÓN (GSC)	
Ingenieros	
Ubay Dorta Guerra (CLF)	Francisco Orta Soler (CLF)
Jorge Goya Pérez (CLF)	Diego M. Sierra González (CLF)
Justo Luna López (CLF)	
GRUPO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO (GAD)	
Ingenieros/as	
Susana Delgado Marante (CLF)	Estrella Zatón Martín (CLF)
Ricardo Díaz Campos (CLF)	
Técnico	
José Manuel Ramos Aguilar (CLF)	

GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP + CAU)	
Encargados	
Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CLF)	Francisco J. López Molina (CLF)
Técnicos/as	
Irene Corona Hernández (CLF)	Isabel M. Plasencia García (CLF)
Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CLF)	Héctor Rodríguez Rodríguez (CLF)
Víctor Plasencia Darías (CLF)	

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	
Coordinador	
* Jesús Falcón Barroso (FUNC)	
Gerente	
Irene Fernández Fuarrós (CLF)	
Secretaría	
Judith de Araoz Vigil (CLF)	Sara Martín Rodríguez (CLT)
Eva Patricia Bejarano Padrón (CLF)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Jefe	
Nicola Caon (CLF)	
Soporte	
Maximiliano Hernández Gil (CLT)	Carlos Westendorp Plaza (CLF)
* Jorge Andrés Pérez Prieto (FUNC)	
SERVICIO MULTIMEDIA (SMM)	
Gabriel A. Pérez Díaz (CLF)	
SERVICIO DE CORRECCIÓN LINGÜÍSTICA (SCL)	
Terence John C. Mahoney (CLF)	
PERSONAL INVESTIGADOR	
Astrofísicos/as	
* José Antonio Acosta Pulido (V)	* Antonio Jiménez Mancebo (FUNC)
* Isaac Alonso Asensio (FUNC)	* Olena Khomenko (FUNC)
* Roi Alonso Sobrino (FUNC)	* Johan Knapen Koelstra (FUNC)
* Antonio Aparicio Juan (ULL)	* Carlos Lázaro Hernando (ULL)
* M. Jesús Arévalo Morales (ULL)	Daniel Lennon (V)
* Carlos Arregui Uribe-Echevarria (FUNC)	* Javier Licandro Goldaracena (FUNC)
* Andrés Asensio Ramos (FUNC)	* Nicolas Cedric Lodieu (FUNC)
* Giuseppina Battaglia (FUNC)	* Martín L. López Corredoira (FUNC)
Josefa Becerra González (CLF)	* Antonio Mampaso Recio (FUNC)
John E. Beckman (V)	* Arturo Manchado Torres (CSIC)
* Juan A. Belmonte Avilés (FUNC)	* Eduardo Martín Guerrero de Escalante (FUNC)
* Juan E. Betancort Rijo (ULL)	* Valentín Martínez Pillet (FUNC)
Chris Brook (ULL)	* Evencio Mediavilla Gradolph (ULL)
* Jorge Casares Velázquez (FUNC)	* Fernando Moreno Insertis (ULL)
* Jordi Cepa Nogué (ULL)	* Enric Pallé Bagó (FUNC)
* Manuel Collados Vera (ULL)	* Pere Lluís Pallé Manzano (FUNC)

* Helmut Dannerbauer (FUNC)	* Ismael Pérez Fournon (ULL)
Julia de León Cruz (CLF)	* Fernando Pérez Hernández (ULL)
* Ángel Manuel de Vicente Garrido (FUNC)	* Almudena Prieto Escudero (FUNC)
* Hans Deeg (FUNC)	* Cristina Diosco Ramos Almeida (FUNC)
* César Esteban López (ULL)	* José Miguel Rodríguez Espinosa (FUNC)
* Ignacio Alfonso Ferreras Páez ((FUNC)	* Pablo Rodríguez Gil (ULL)
* M. Carmen Gallart Gallart (FUNC)	* José Alberto Rubiño Martín (FUNC)
* Aníbal García Hernández (FUNC)	* Jorge F. Sánchez Almeida (FUNC)
* Ramón J. García López (ULL)	* Víctor Sánchez Bejar (FUNC)
* Begoña García Lorenzo (FUNC)	Francisco Sánchez Martínez (V)
* Francisco Garzón López (ULL)	* Tariq Shahbaz (FUNC)
Ricardo Tanausú Génova Santos (CLF)	Sergio Simón Díaz (CLF)
* Jonay Isai González Hernández (FUNC)	* Héctor Socas Navarro (FUNC)
* Ignacio González Martínez-Pais (ULL)	* Javier Trujillo Bueno (CSIC)
* Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (FUNC)	* Ignacio Trujillo Cabrera (FUNC)
* Carlos Hernández Monteagudo (FUNC)	* Alejandro Vazdekis Vazdekis (FUNC)
* Artemio Herrero Davó (ULL)	* Mónica L. Vázquez Acosta (FUNC)
* Garik Israelian Shatinyan (FUNC)	* Olga M. Zamora Sánchez (FUNC)
Becarios/as y contratados/as	
Ernest Alsina Ballester (CLT)	Carlos Hugo López Caraballo (CLIDF)
Montserrat Armas Padilla (CLT)	David López Fernández-Nespral (CLT)
Anelise Audibert (CLT)	Alicia López Oramas (CLT)
Andrés Balaguera Antolínez (CLT)	Hissa Maria Lucio Medeiros (CLT)
Rafael D. Barrena Delgado (CLT)	Jorge Martín Camalich (CLT)
Rancel Bargaza Guzmán (CLT)	Ignacio Martín Navarro (CLT)
Andrew M. Beasley (CLT)	David Martínez Gómez (CLT)
Patricia Sonia B. Bessiere (CLIDF)	M. Jesús Martínez González (CLT)
Alina Boecker (CLIDF)	Thomas Masseron (CLT)
Alice Borghese (CLIDF)	Daniel Mata Sánchez (CLIDF)
Ilaria Carleo (CLT)	Savita Mathur (CLT)
Edgar Samuel Carlín Ramírez (CLT)	Athira Ashokan Menon (CLT)
Aurelio Carnero Rosell (CLT)	Mijhail Modestov (CLT)
Andrés F. Castillo Ramírez (CLT)	Mireia Montes Quiles (CLT)
Rosa Clavero Jiménez (CLT)	David Morate González (CLT)
Virginia Anahi Cuneo (CLT)	Giuseppe Morello (CLT)
Pratik Dabhade (CLIDF)	Teodoro Muñoz Darías (CLT)
Claudio Dalla Vecchia (CLT)	Felipe Andrés Murgas Alcaíno (CLIDF)
Chiara D´Eugenio (CLT)	Ana María Navarro Noguera (CLT)
Adriana de Lorenzo-Cáceres Rodríguez (CLT)	Mireia Nievas Rosillo (CLT)

Ángel Manuel de Vicente Garrido (CLT)	Daniel Elias Nobrega Siverio (CLT)
Tanausú del Pino Alemán (CLT)	Hannu Parviainen (CLT)
Sara Esteban Pozuelo (CLT)	Vera Maria Passegger (CLT)
Joao Jose Feio Calhau (CLT)	Michael Peel (CLT)
Tobías Felipe García (CLT)	Manuel Ángel Pérez Torres (CLT)
Anna Ferre Mateu (CLT)	Frederic Nicolas D. Poidevin (CLT)
Jorge Enrique García Farieta (CLIDF)	Carlos Cristo Quintero Noda (CLT)
Jorge García Rojas (CLT)	Emmanuel Ríos López (CLT)
Zohreh Ghaffari (CLT)	Javier Román García (CLT)
Diego Orlando Godoy Rivera (CLT)	José Carlos Ruiz Luque (CLT)
Verónica Gómez Llanos Sandoval (CLT)	Elham Saremi (CLT)
Emilio Gómez Marfil (CLT)	Alina Streblyanska (CLIDF)
Marco Antonio Gómez Muñoz (CLIDF)	Alejandro Suárez Mascareño (CLT)
Ana Luisa González Moran (CLT)	Andrii Sukhorokov (CLT)
Robert John J. Grand (CLT)	Natalia Shchukina (CLIDF)
Supriya Hebbur Dayananda (CLT)	Javed Rana Sk (CLT)
Marc Huertas-Portocarrero Company (CLT)	Eri Tatsumi (CLIDF)
Peter Hunana (CLT)	Guillaume Thomas (CLT)
Susana Iglesias Groth (CLT)	Jesús Vega Ferrero (CLT)
David Jones (CLT)	Federico M. Vincentelli (CLT)
Adam Thomas Knowles (CLIDF)	Nikolas Vitas (CLT)
Andras Kovacs (CLT)	Natacha Zanon Dametto (CLT)
Christoph A. Kuckein (CLT)	Stefano Zarattini (CLIDF)
Hao Li (CLT)	
Afiliados/as	
Marc Ballcels Comas (V)	David García Álvarez (V)
Walter Boschín (V)	Stefan Geier (V)
Antonio Luis Cabrera Lavers (V)	Gabriel Gómez Velarde (V)
Nieves Dolores Castro Rodríguez (V)	Gianluca Lombardi (V)
Eduardo Héctor Colombo (V)	Vania Lorenzi (V)
Romano Corradi (V)	Yeisson Martínez Osorio (V)
Lucio Crivellari (V)	Norio Narita (V)
Javier de Miguel Hernández (V)	Carmen Pilar Padilla Torres (V)
Vikram Dhillon (V)	Daniel Reverte Paya (V)
Lilian Domínguez Palmero (V)	Juan Ruiz Alzola (V)
Cecilia Fariña (V)	Riccardo Scarpa (V)
Akihiko Fukui (V)	Ovidiu Vaduvescu (V)
Colaboradores	
Emilio Casuso Romate (V)	Antonio Eff-Darwich Peña (V)

ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR	
Coordinador	
* Basilio Ruiz Cobo (ULL)	
Gerente	
Irene Fernández Fuarrós (CLF)	
Secretaría	
Lourdes González Pérez (CLF)	
PERSONAL EN FORMACIÓN	
Astrofísicos/as Residentes	
IV Año de Residentes	
David Afonso Delgado (CLT)	Pablo Rodríguez Beltrán (CLT)
Ayoze Álvarez Hernández (CLT)	Javier Sánchez Sierras (CLT)
Mónica Hernández Sánchez (CLT)	Regina Sarmiento (CLT)
M. Guayente Panizo Espinar (CLT)	
III Año de Residentes	
Abel de Burgos Sierra (CLT)	Giovanna Speranza (CLT)
Iveth Gaspar Gorostieta (CLT)	Fernando Tinaut Ruano (CLT)
Manuel Mallorquín Díaz (CLT)	Idaira Vanessa Yanes Rizo (CLT)
Paula Sola La Serna (CLT)	
II Año de Residentes	
Erni Angeloudi (CLT)	Manuel Sánchez Benavente (CLT)
Andrés Bañares Hernández (CLT)	Miguel Rodríguez Alarcçpm (CLT)
Juan Francisco Hernández Cabrera (CLT)	Junyan Zhang (CLT)
I Año de Residentes	
Alessandra Ambrifi (CLT)	Carlos Martínez Sebastián (CLT)
Pablo Daniel Contreras Guerra (CLT)	Ana Rita Rebelo de Almeida (CLT)
Contratos/as FPI	
Elena Arjona Gálvez (CLT)	Alex Massaro Acha (CLT)
Ángela María Arriero López (CLT)	Jaume Orell Miquel (CLT)
José María Arroyo Polonio (CLT)	Jorge Otero Santos (CLT)
Maren Brauner (CLT)	Mar Pérez Sar (CLT)
Salvador Cardona Barrero (CLT)	Andrea Perdomo García (CLT)
Belén Coronado Granados (CLT)	Nataliya Ramos Chernenko (CLT)
Emma Esparza Borges (CLT)	Jorge Romero Gómez (CLT)
Mateo Fernández Torreiro (CLT)	Pablo Manuel Sánchez Alarcón (CLT)
Elena García Broock (CLT)	Jorge Manuel Sarrato Alos (CLT)
Giulia Golini (CLT)	Laura Elizabeth Scholz Díaz (CLT)
Martín Manuel Gómez Mínguez (CLT)	Zahra Sharbaf (CLT)

Lucía González Cuesta (CLT)	Esther Soria Hernández (CLT)
Mauro González Otero (CLT)	Jorge Terol Calvo (CLT)
Teresa Huertas Roldán (CLT)	Maitane Urrutia Aparicio (CLT)
Alberto Manuel Martínez García (CLT)	Andrés Vicente Arévalo (CLT)
Varios	
David Rosado Belza (V)	

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN	
Coordinador	
* José Alfonso López Aguerri (FUNC)	
Secretaría	
Rocío Mesa Martínez (CLF)	
INGENIERÍA	
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA	
Jefe	
Luis Fernando Rodríguez Ramos (CLF)	
Ingenieros/as	
Haresh Mangharam Chulani (CLF)	Enrique Joven Álvarez (CLF)
Graciela C. Delgado García (CLT)	Yolanda Martín Hernando (CLF)
José Javier Díaz García (CLF)	Saúl Menéndez Mendoza (CLT)
Hugo García Vázquez (CLT)	Miguel Ángel Núñez Cagigal (CLF)
Gabriel González Rial (CLT)	Horacio Rodríguez Delgado (CLT)
David Hernández Expósito (CLT)	Diego Alberto Tamayo Guzmán (CLT)
Alberto Hernández Fernández (CLT)	Oscar Manuel Tubio Araujo (CLT)
Roger Hoyland (CLF)	Teodora A. Viera Curbelo (CLF)
Técnicos	
Roberto Barreto Rodríguez (CLF)	José Ramón Olives Mora (CLF)
Ángel L. Morales Ayllón (CLF)	Jesús S. Rodríguez Díaz (CLT)
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA	
Jefe	
Juan Calvo Tovar (CLF)	
Ingenieros/as	
Patricia Fernández Izquierdo (CLF)	Alejandro A. Luján González (CLT)
Eduardo González Carretero (CLT)	Ángel Mato Martínez (CLT)
Alberto Hernández González (CLT)	Yeray José Peñate Castro (CLF)
Elvio Hernández Suárez (CLF)	Fabio Tenegi Sanginés (CLF)
Raul Ashley Key Sánchez (CLT)	Afrodísio Vega Moreno (CLT)
Haroldo Lorenzo Hernández (CLT)	Antonio Zamora Jiménez (CLT)
Roberto M. Luis Simoes (CLT)	
DEPARTAMENTO DE ÓPTICA	
Jefe	
José Luis Rasilla Piñeiro (CLF)	
Ingenieros/as	
M. Ángel Cagigas García (CLT)	Iciar Montilla García (CLT)

Verónica Canto Caño (CLT)	Luz María Montoya Martínez (CLF)
Ana Belén Fragoso López (CLF)	Marta Puga Antolín (CLT)
Félix Gracia Tremich (CLT)	Silvia Regalado Olivares (CLT)
Maider Insausti Múgica (CLT)	Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta (CLF)
Roberto López López (CLF)	Aitor Torres Sacramento (CLT)
DEPARTAMENTO DE SOFTWARE	
Jefe	
M. Francisca Gómez Reñasco (CLF)	
Ingenieros/as	
Marta del C. Aguiar González (CLF)	José Marco de la Rosa (CLT)
Adrián Calzadilla González (CLT)	Heidy Moreno Arce (CLF)
Francisco J. Hernández Hernández (CLT)	Esperanza Páez Mañá (CLF)
Pablo López Ramos (CLF)	Jorge Quintero Nehrkorn (CLT)
Manuel Luis Aznar (CLT)	Yousef Rajaeitabrizi (CLT)
Enol Mantilla Blanco (CLT)	Josefina Rosich Minguell (CLF)
PROYECTOS	
Jefe	
Marcos Reyes García-Talavera (CLF)	
Gestores/as	
Ángel Alonso Sánchez (CLF)	José Miguel Delgado Hernández (CLF)
Manuel Amate Plasencia (CLF)	José Miguel Herreros Linares (CLF)
Carmen M. Barreto Cabrera (CLF)	Jesús Patrón Recio (CLF)
Laura M. Calero Hernández (CLF)	M. Rosario Pérez de Taoro (CLF)
PRODUCCIÓN	
Jefe	
Juan Calvo Tovar (CLF)	
DELINEACIÓN TÉCNICA	
Juan Carlos Díaz Pérez (CLF)	Juan José Perdigón Peña (CLF)
TALLER DE MECÁNICA	
Técnicos	
Juan Gabriel Cruz Delgado (CLT)	Esteban González Díaz (CLF)
Juan José Dionis Díaz (CLF)	Cristóbal Morell Delgado (CLF)
Carlos A. Flores García (CLF)	Ricardo Negrín Martín (CLF)
Higinio Gabino Pérez (CLF)	Héctor Quintero Arocha (CLF)
Jesús Felipe García López (CLF)	
Almacén	
León Pérez Jacinto del Castillo (CLF)	

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

Administrador

Jesús Burgos Martín (AD)

Secretaria/Registro

Patricia M. Alemán Morillo (CLT)

Diana C. Paredes Martín (CLF)

Rocío Álvaro Santimoteo (CLT)

Responsable Administrativo

Álvaro Lavers Hernández (CLF)

Gestión Financiación Externa

Sonia Sagrario Fumero de Sande (CLF)

Jorge Juan Rivero Pérez (CLT)

M. José González Díaz (CLF)

GERENCIA ADMINISTRATIVA

CONTABILIDAD

Jefe Departamento Contabilidad

Dionisio Pérez de la Rosa (CLF)

Jefa Contabilidad

A. Delia García Méndez (CLF)

Gema María Afonso Almenara (CLT)

Ana M. Maroto Álvarez (CLT)

Otilia de la Rosa Yanes (CLF)

Jeymi Katherine Mora Leones (CLT)

Laura Hernández Doniz (CLT)

TESORERÍA

Ruth Fernández Ribera (CLF)

José M. Rodríguez Acosta (CLF)

Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CLF)

CONTRATACIÓN

Mónica Díaz Rivero (CLF)

Ross Maria Mesa China (CLT)

Carmen Aloys García Suárez (CLF)

Verónica Segura Camarera (CLT)

Nataly Mestres González (CLT)

C. Yolanda Zamora Expósito (CLF)

GERENCIA OPERACIONAL

Gerente

Germán R. Pescador Rodríguez (CLF)

MANTENIMIENTO GENERAL

Jefe de Taller

José Antonio Arvelo Dorta (CLF)

Jefe de Mantenimiento

Sergio Medina Morales (CLF)

Técnicos	
Ramón Hernández Mendoza (CLF)	Juan Manuel Martín Pérez (CLF)
Conductor	
Cándido Álvarez García (CLF)	

RECURSOS HUMANOS	
Responsable	
Alfonso Ruigómez Momeñe (CLF)	
Personal	
M. Ángeles Quintana Pérez (CLF)	M. Belén Rodríguez González (CLF)
Carmen Garcia de Sola Moyano (CLF)	
Selección y contratación	
Adrián Montesdeoca Hernández (CLT)	M. Luz Sánchez Rodríguez (CLF)
M. José Rodríguez González (CLF)	
Unidad de Prevención de Riesgos Laborales	
Rosa Miriam Galván González (CLF)	
BIBLIOTECA	
Documentalista/Encargada	
Monique María Gómez (CLF)	
Gestión Administrativa	
M. Eulalia Alsina Casals (CLF)	Antonio J. Bacallado Abreu (CLF)

DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2022)

	FUNC	CLF	CLIDF	CLT	ULL	CSIC	AD	V	TOTAL
Astrofísicos	45	6	15	74	18	2	1	30	191
Técnicos	3	101	2	85					191
Gestión	1	39		24			1		65
Doctorandos				54					54
TOTAL	49	146	17	237	18	2	2	30	501

	FUNC	ULL	CSIC	OTROS	TOTAL
PERSONAL FUNCIONARIO *	49	18	2	1	70
PERSONAL NO FUNCIONARIO				431	431
TOTAL	49	18	2	432	501

PERSONAL FIJO	217
PERSONAL INDEFINIDO	17
PERSONAL TEMPORAL	267
TOTAL	501

* = Personal Funcionario

FUNC = Plantilla Orgánica del IAC

CLF = Contrato Laboral Fijo

CLIDF = Contrato Laboral Indefinido

CLT = Contrato Laboral Temporal

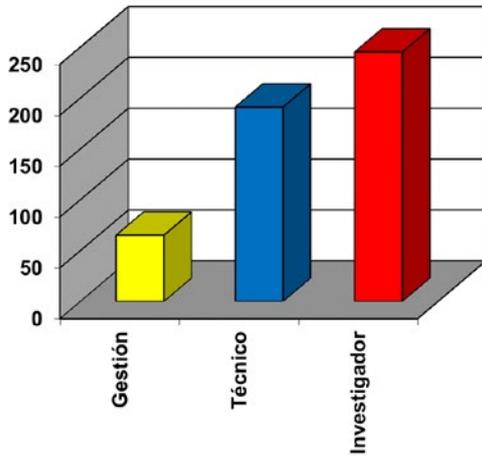
ULL = Universidad de La Laguna

CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas

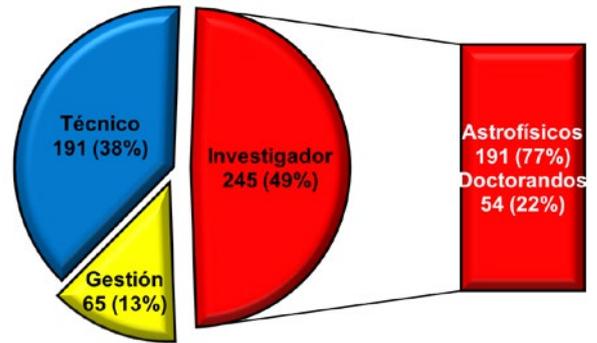
AD = Alta Dirección

V = Varios (becas, colaboradores, etc.)

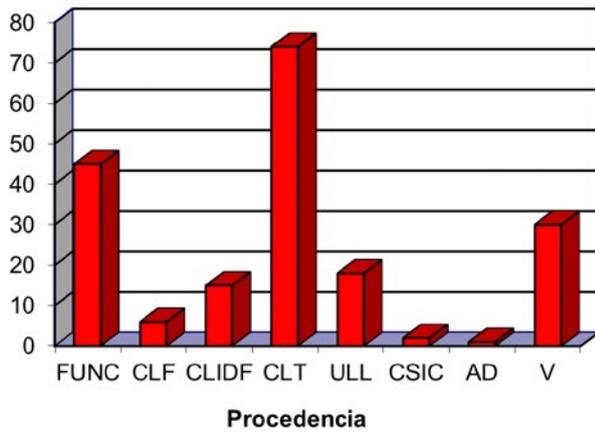
PERSONAL DEL IAC



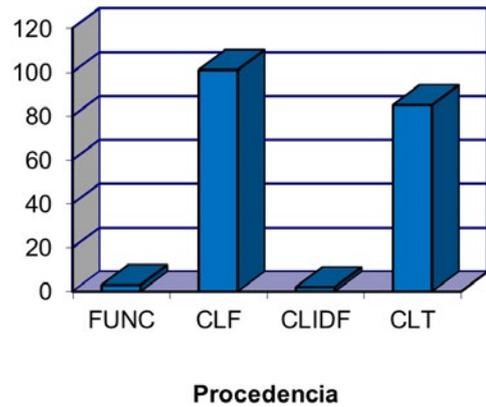
PERSONAL DEL IAC



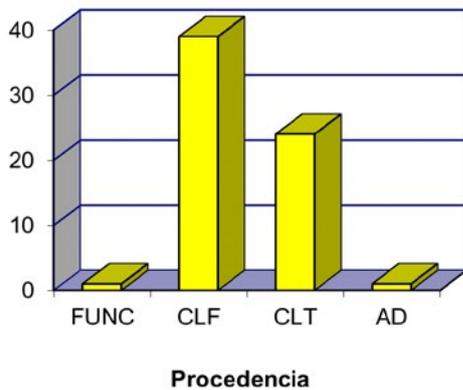
ASTROFÍSICOS



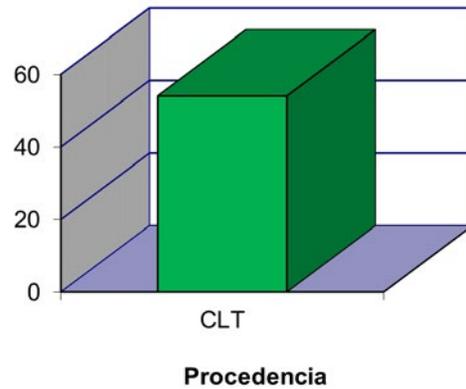
TÉCNICOS



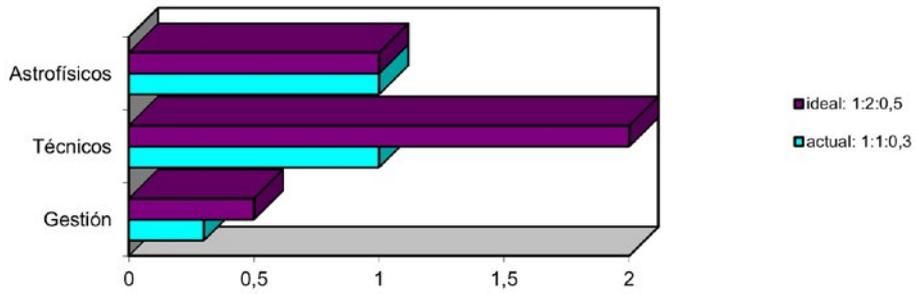
GESTIÓN



DOCTORANDOS



RELACIÓN Astrofísicos: Técnicos: Gestión



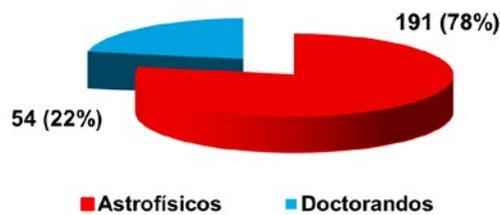
TOTAL 501



TOTAL 501



PERSONAL INVESTIGADOR



DIRECCIONES Y TELÉFONOS



INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS



* INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

(TENERIFE)

C/ Vía Láctea s/n
E-38205 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-605200
Fax: (34) 922-605210
E-mail: secadm@iac.es
Web: <http://www.iac.es>



* CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP)

(LA PALMA)

Apartado de Correos 50
Cuesta de San José s/n
E-38712 BREÑA BAJA (LA PALMA)
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-425700
Fax: (34) 922-425701
E-mail: @recepicalp@iac.es

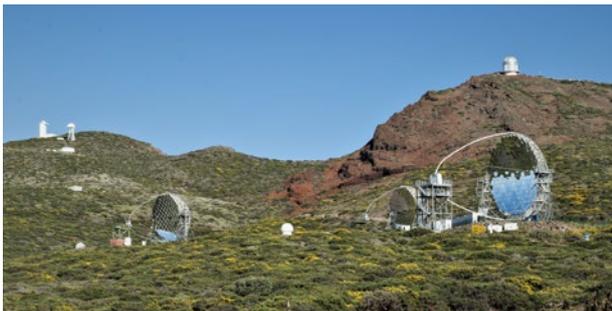


* OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

(TENERIFE)

Teléfono: (34) 922-329100
Fax: (34) 922-329117

E-mail: @teide@iac.es



* OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

(LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405500
Fax: (34) 922-405501
E-mail: @adminorm@iac.es



* IACTEC

(TENERIFE)

Edificio IACTEC, Parque Tecnológico y Científico
de las Mantecas
E-38320 SANTA CRUZ DE TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-605200
Fax: (34) 922-605210
E-mail: info.iactec@iac.es



MEMORIA 2022