 EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA

MEMORIA IAC

2019



MEMORIA 2019

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS
(IAC)

Edita

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

Fotografías e impresiones artísticas

Ángel Luis Aldai, Inés Bonet, Pablo Bonet, Miguel Briganti, Antonio González, Iván Jiménez,
Daniel López, Pablo López, Elena Mora, Gabriel Pérez, Alejandra Rueda y otros autores

Índice general

7	PRESENTACIÓN	185	IACTEC
9	CONSORCIO PÚBLICO IAC	191	ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR
15	LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS	193	- Cursos de doctorado
16	- Observatorio del Teide (OT)	194	- Seminarios científicos
17	- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)	197	- Coloquios IAC
18	- Nueva infraestructura	198	- Becas
		199	- Tesis doctorales
		199	- XXXI Escuela de Invierno
20	COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DEL TIEMPO (CAT)	201	ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES
24	ACUERDOS	205	- Gerencia Administrativa
27	GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)	206	- Gerencia Operacional
33	SUBDIRECCIÓN	207	- Ejecución del presupuesto
36	- Observatorios de Canarias (OCC)	207	- Fondos estructurales y Fondo Social Europeo
41	- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)	209	- Otras actuaciones de Servicios Generales
43	- Centro de Astrofísica de La Palma (CALP)	210	- Biblioteca
44	- Observatorio del Teide (OT)	211	- Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
45	- Operación de las instalaciones telescópicas del IAC	217	- Recursos Humanos
47	- Caracterización de los Observatorios de Canarias	221	UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA (UC3)
54	- Mantenimiento Instrumental	223	- Personal
56	- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)	224	- Comunicación interna y externa
58	- Servicios Informáticos (SI)	230	- Imágenes y eventos astronómicos
63	ÁREA DE INVESTIGACIÓN	231	- Ediciones impresas y digitales
66	- Cosmología y Astropartículas	236	- Vídeos
77	- Sistemas Planetarios y Sistema Solar	237	- Proyectos educativos
81	- Física Solar	243	- Exposiciones
89	- Estrellas y Medio Interestelar	245	- Semanas de la Ciencia y la Tecnología
102	- Formación y Evolución de Galaxias	246	- Proyectos transversales
124	- Proyectos singulares	247	- Eventos especiales
124	- Instrumentación y Espacio	250	- Colaboraciones con el Museo de la Ciencia y el Cosmos y otras entidades
159	ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN	252	- Visitas a los Observatorios
161	- Ingeniería	257	PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
180	- Producción	257	- Artículos en revistas internacionales con árbitros PI
		283	- Artículos de revisión invitados IR (Invited reviews)

- 283 - Comunicaciones a congresos internacionales CI
- 290 - Comunicaciones a congresos nacionales CN
- 292 - Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas CR
- 294 - Artículos en revistas nacionales PN
- 294 - Libros y capítulos de libros L
- 295 - Tesis doctorales

- 297 REUNIONES CIENTÍFICAS
- 315 TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS
- 317 NOMBRAMIENTOS Y DISTINCIONES
- 321 PERSONAL
- 336 DIRECCIONES Y TELÉFONOS



PRESENTACIÓN



De la salud de la investigación que se hace en el IAC son elocuentes los números: más de 500 artículos en las más importantes revistas científicas especializadas con un buen impacto medio de nuestras publicaciones, que abarcan prácticamente todos los campos: desde un mayor conocimiento de nuestra estrella, el Sol, a investigaciones cosmológicas; desde la detección de vientos en agujeros negros al esclarecimiento de la formación de la Vía Láctea o los secretos de las supergigantes azules; los descubrimientos cada vez más alentadores sobre exoplanetas o los estudios sobre nuestro propio sistema solar; sin olvidar los trabajos teóricos que podrían implicar cambios de algunos paradigmas.

Las cifras son igualmente importantes si hablamos de Enseñanza Superior, con 17 nuevas tesis doctorales defendidas y 13 nuevos investigadores predoctorales incorporados. Sin faltar a la cita, este año hemos celebrado la XXXI Canary Islands Winter School, una escuela consolidada que en cada edición reúne a los expertos del tema elegido, en esta ocasión dedicada a los métodos computacionales que se utilizan en diferentes campos de la Astrofísica para simular la dinámica de fluidos. Y celebramos con un emotivo encuentro los más de 50 años de tesis doctorales del IAC, que ya ha formado a más de 300 doctores.

De singular relevancia ha sido la labor del centro en el desarrollo de instrumentación astrofísica, diseñando y construyendo sofisticados instrumentos de ciencia para los más grandes telescopios, como el ELT, el GTC o el WHT, y asumiendo retos en campos como el infrarrojo, la óptica adaptativa o la criogenia, también clave en proyectos espaciales. Además, avanzamos con fuerza en la consolidación de los programas tecnológicos de IACTEC, que abarca la construcción desde los más grandes telescopios a la de microsatélites, así como las aplicaciones biomédicas de nuestras tecnologías.

2019 ha sido un año de esperanza. La posibilidad de que el Telescopio de Treinta Metros (TMT) se ubique en el Observatorio del Roque de los Muchachos es una opción real al obtenerse finalmente los permisos de construcción. Culmina así un largo proceso de años de detallados y cuidadosos estudios técnicos y medioambientales que aseguran la viabilidad del proyecto. De confirmarse, la instalación del TMT consolidaría, sin duda, el prestigio de los Observatorios de Canarias en el mundo entero y abriría inmensas opciones científicas a la comunidad española. Por eso, agradecemos el respaldo unánime recibido por parte de todas las administraciones-locales, autonómicas y estatales-, y de la inmensa mayoría de la sociedad canaria. Somos conscientes de los beneficios que este telescopio supondría para las Islas, como ha demostrado el estudio realizado por la Universidad de La Laguna sobre el impacto socioeconómico que tendría el TMT en La Palma.

No es ésta la única prueba de que los Observatorios de Canarias siguen atrayendo el interés de la comunidad científica internacional. Inauguramos este año un nuevo telescopio en el Observatorio del Teide: ARTEMIS, de la

red SPECULOOS Norte, liderado por la Universidad de Liège y el Massachusetts Institute of Technology (MIT) para la detección de planetas extrasolares. Y seguimos trabajando en los proyectos de grandes telescopios futuros, como el European Solar Telescope (EST), el New Robotic Telescope (NRT) o los telescopios Cherenkov de las redes CTA y ASTRID.

En divulgación, seguimos siendo muy activos, especialmente en comunicación científica y proyectos educativos, manteniendo siempre un firme compromiso con la igualdad. Destaca nuestra presencia en el Parlamento Europeo, en Bruselas, y en el Instituto Cervantes de Tokio, además de en otras instituciones de Japón, con la exposición “100 Lunas Cuadradas”. También es reseñable que, este año, hemos estrenado una nueva web gracias a la grandísima labor del personal de los Servicios Informáticos del centro así como de tantas personas que han contribuido al proyecto.

Es obvio que no resulta nada fácil la gestión de un centro de investigación que afronta grandes desafíos en la vanguardia científica y tecnológica, con decenas de socios internacionales y que está distribuido entre dos islas, con dos observatorios internacionales y dos sedes que albergan a más de medio millar de personas. Nuestra Administración de Servicios Generales, con una dedicación y esfuerzo extraordinario, ha seguido dando un servicio imprescindible para poder cumplir los objetivos del centro al tiempo que cumplimos con la compleja e inflexible normativa burocrática de nuestro país.

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 Ciencia, Innovación y Universidades), 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 deriva-

das de los Acuerdos Internacionales de Cooperación en materia de Astrofísica, en los cuales representa a España, sino además de ser palanca para el desarrollo de la Astrofísica en el país.

Cada uno de estos entes consorciados aporta algo esencial. La Comunidad Autónoma de Canarias: el suelo y, sobre todo, el cielo de Canarias; la Universidad de La Laguna: el Instituto Universitario de Astrofísica, germen del propio IAC; y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas: su experiencia en relaciones científicas internacionales. La Administración del Estado a través de el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, por su parte, no sólo contribuye con el mayor porcentaje al presupuesto del Instituto, sino que, ade-



Miembros del Consejo Rector del IAC durante su reunión anual en 2019. Crédito: Inés Bonet (IAC)

más, 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 Co-

mité 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 - Ministro de Economía y Competitividad	
VOCALES - Presidente del Gobierno de Canarias	
- Representante de la Administración del Estado	
- Rector de la Universidad de La Laguna	
- Presidente del CSIC	
- Director del IAC	
* DIRECTOR	
Órganos Colegiados:	Nº reuniones
* COMISIÓN ASESORA PARA LA INVESTIGACIÓN (CAI)	1
* COMITÉ DE DIRECCIÓN (CD)	41
- Consejo de Investigadores	2
- Comisión de Investigación	8
- Comisión de Enseñanza	2
- Comité de la Biblioteca	2
* COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL (CCI)	2
SUBCOMITÉS - Servicios Comunes Obs. del Teide	2
- Servicios Comunes Obs. del Roque de los Muchachos	2
- Calidad Observatorios	1
* COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)	
- Telescopios nocturnos (sala nocturna)	2
- Telescopios solares (sala diurna)	2

REUNIONES CELEBRADAS

Reunión del Consejo Rector

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

El ministro de Ciencia, Universidades e Innovación, Pedro Duque, presidió el 30 de julio, el Consejo Rector del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), en el que también estuvieron presentes la consejera de Economía, Conocimiento y Empleo, Carolina Darias, en representación del presidente del Gobierno de Canarias; el secretario general de Política Científica y Tecnológica, Rafael Rodrigo; la rectora de la Universidad de La Laguna, Rosa M^a Aguilar; el vicepresidente de Investigación Científica y Técnica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Jesús Marco de Lucas; el presidente del Cabildo Insular de Tenerife, Pedro Martín; el presidente del Cabildo Insular de La Palma, Ma-

riano Hernández Zapata y el director del IAC, Rafael Rebolo. La reunión tuvo lugar en la sede central del IAC en La Laguna.

También estuvieron presentes en la reunión, el presidente de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información, José Moya, la subdirectora del IAC, Casiana Muñoz-Tuñón, y el administrador general del IAC, Jesús Burgos, actuando como secretario de actas.

Los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) forman parte de la red de Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS) de España.

Informe del Director del IAC

El director del IAC informó al Consejo Rector de la marcha del centro, en particular, de la producción científica, con más de 600 artículos en revistas internacionales de prestigio con árbitro, y de la nueva instrumentación, tanto para el Gran Telescopio Canarias (GTC), principalmente para dotarle de Óptica Adaptativa, como para instrumentos del Telescopio Extremadamente Grande (ELT), de Chile, además de la participación en otros telescopios terrestres y espaciales que incluyen tecnologías en visible, infrarrojo y microondas.



Reunión anual del Consejo Rector del IAC. Crédito: Inés Bonet Márquez (IAC)

El IAC continúa desarrollando un extenso programa de doctorado en la Universidad de La Laguna, con más de 70 jóvenes doctorandos financiados a través de los proyectos del centro, y sus programas de capacitación tecnológica y transferencia en colaboración con los Cabildos de Tenerife (IACTEC) y de La Palma (CATELP).

También informó del estado de las negociaciones de los proyectos de grandes telescopios. Sobre el Telescopio Solar Europeo (EST, de sus siglas en inglés), el Consejo Rector mostró su conformidad con intensificar los contactos ministeriales con los países del consorcio EST con el objetivo de constituir un ERIC (European Research Infrastructure Consortium) que lleve a cabo la construcción y operación del telescopio en los Observatorios de Canarias. También se habló de cómo seguir adelante con los telescopios Cherenkov y con el nuevo telescopio robótico, además de abordar la actual situación con respecto al Telescopio de Treinta Metros (TMT).

Presupuesto y personal

En la reunión, se aprobaron las cuentas de 2018 y 2019 y el borrador de presupuesto de 2020, que asciende a 18,797 K€ (millones de euros), de los que 13,156 K€ serían aportados por la Administración del Estado y 5,640 K€ por la Comunidad Autónoma. En

caso de consolidarse, este presupuesto superaría, por primera vez y tras 12 años, el que se había logrado en 2008, justo antes de la crisis económica. Rafael Rebolo destacó además la financiación competitiva que recibe el IAC y, especialmente, los programas con financiación de los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (FEDER).

El término de la reunión del Consejo Rector, en rueda de prensa, el ministro de Ciencia, Innovación y Universidades, Pedro Duque, quien estuvo acompañado de la consejera de Economía, Conocimiento y Empleo del Gobierno de Canarias, Carolina Darias, en representación de su presidente y del director del IAC, Rafael Rebolo.

El ministro confirmó el apoyo decidido de este órgano de gobierno del IAC a la instalación del Telescopio de Treinta Metros (TMT) en La Palma. En nombre del Consejo Rector, lamentó el conflicto existente en relación con la construcción del TMT en la isla de Hawái y reiteró que, en caso de ser imposible dicha construcción en Mauna Kea, el Consorcio del TMT tendría el apoyo unánime de las instituciones del Consejo Rector para conseguir una exitosa construcción y desarrollo de operaciones científicas en el Observatorio del Roque de los Muchachos.



Rueda de prensa tras el Consejo Rector del IAC. De izquierda a derecha: Carolina Darias, Pedro Duque y Rafael Rebolo. Crédito: Inés Bonet Márquez (IAC)

“Entre los Institutos científicos —comentó—, queremos que todo el mundo tenga éxito en las empresas que inician y en los proyectos que tienen. Y, por otro lado, mantenemos la capacidad y la disposición de todas las autoridades y a todos los niveles del Estado español para que, en caso de que se produzca la decisión de traer ese telescopio a Canarias, todas las autoridades estemos listas para que, en cuestión de poquísimos tiempo, podamos reaccionar y hacerlo posible. Ellos cuentan con nuestra garantía de que, si al final decidieran venir a Canarias, tanto el Gobierno de España, como el de Canarias, los Cabildos y los Ayuntamientos, estamos todos alineados para poder recibir ese telescopio y tenemos todos los planes necesarios, a todos los niveles, la gente, las acometidas, los sistemas... absolutamente todo estará listo si quieren venir.”

“La actividad científica del Instituto —destacó el ministro—, va aumentando año tras año y nos sigue sorprendiendo. Por lo tanto, el Consejo Rector está plenamente satisfecho. Hemos repasado los proyectos futuros, que son múltiples e internacionales, en los cuales intentaremos ayudar en la parte internacional, si es necesario. Hemos repasado la parte más administrativa, constatando que las cuentas se llevan con enorme pulcritud, y hemos visto cuáles podrían ser las inversiones futuras de los diversos gobiernos. El Instituto de Astrofísica de Canarias sigue siendo uno de los mejores del mundo en esta especialidad.”

La consejera, Carolina Darias, en su primer acto como tal y en representación del presidente del Gobierno de Canarias, también expresó en la rueda de prensa el apoyo institucional y, en la medida de lo posible, económico, al IAC. *“El Instituto de Astrofísica de Canarias —señaló— referencia a Canarias desde la excelencia, en este caso, científica. Especialmente me parece muy importante el retorno del conocimiento, cómo repercute también en nuestros entornos más inmediatos”. Y mostró la disposición por parte del Gobierno a posibilitar que otras grandes infraestructuras puedan venir a Canarias, que ya cuenta con las instalaciones de los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, y a ayudar en temas de capacitación tecnológica. “Desde luego, el conocimiento es el camino a seguir. El cielo ha sido la herencia universal y común que ha recibido la humanidad y, por tanto, los grandes descubrimientos que han permitido avanzar. De ahí todo nuestro apoyo y disponibilidad, dentro de las medidas presupuestarias.”*

“Para el IAC, este Consejo Rector era especialmente importante —subrayó el director del IAC, Rafael Reboló, en su intervención en la rueda de prensa— porque se abre una nueva etapa con muchos frentes y necesitá-



Rueda de prensa. Crédito: Inés Bonet (IAC)

bamos el apoyo de las nuevas autoridades. Y yo creo que lo tenemos. Este es el principal mensaje.” Y añadió: “Contamos con el apoyo institucional tanto de la consejera como del ministro y tenemos muchos planes importantes, sobre todo en conexión con grandes instalaciones en nuestros Observatorios. Me siento animado a seguir en la tarea y confío en que, en los próximos meses, con las nuevas direcciones de los Cabildos, podamos materializar los muchos programas que tenemos abiertos, tanto en Tenerife como en la isla de La Palma”.

Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

Durante 2019 tuvieron lugar dos reuniones del CCI:
- La reunión número **81** del CCI se celebró el 23 de mayo en la sede de ESA-ESTEC, en los Países Bajos.

En la reunión se presentaron informes sobre los avances de los proyectos LST1, CTAO, EST, TNG, MAGIC, el Telescopio de Treinta Metros (TMT) y el Nuevo Telescopio Robótico.

El CCI acordó la concesión del tiempo de observación del Programa de Tiempo Internacional del CCI (ITP).

El CCI también acordó celebrar la reunión sobre “Futuros instrumentos” el 12 y 13 de noviembre, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de La Laguna, y la reunión número 82, el 14 de noviembre en la Universidad de La Laguna.

- La reunión número **82** del CCI, se celebró el 14 de noviembre en la Universidad de La Laguna, Tenerife.

En esta reunión se presentaron los informes sobre los telescopios y nuevos proyectos y se recibió el in-

forme del Presidente del Comité Organizador de la reunión sobre “Futuros instrumentos”, que tuvo lugar los días 12 y 13 de este mismo mes.

La Presidenta del SUCOSIP (Subcomité de propiedades del emplazamiento) informó sobre la reunión del día anterior donde se habían recibido propuestas de posibles emplazamientos para los proyectos del futuro “New Robotic Telescope” y “European Solar Telescopio”

y se solicitaron estudios adicionales antes de realizar un informe al CCI.

El CCI aprobó el cierre de las cuentas de Servicios Comunes indiferenciados del ORM para 2018. Fueron aprobados los presupuestos de Servicios Comunes indiferenciados de ambos Observatorios para 2020, con sus tablas de reparto de contribuciones, presentados por los Administradores de los Observatorios.





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
40 45 x 2	Telescopio MAGEC	Obs. Astron. de Mallorca (E)	—
50	Telescopio MONS	Univ. Mons (B)	1972
70	Telescopio solar de Torre al Vacío (VTT)	Inst. Kiepenheuer (A)	1989
80	Telescopio IAC-80	IAC (E)	1993
90	Telescopio solar THEMIS	CNRS (F)	1996
100	Telescopio SONG	Univ. Aarhus (D) IAC (E)	2014
100	Telescopio OGS	ESA (Intern.)	1996
100	Telescopio ARTEMIS-SPECULOOS	Univ. Lieja (B) MIT (EEUU) IAC (E)	2019
120 x 2	Telescopios robóticos STELLA	Inst. Potsdam (A)	2005 y 2008
150	Telescopio solar GREGOR	Inst. Kiepenheuer (A) MPS (A) Inst. Potsdam (A)	2014
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
INSTRUMENTOS EN EL LABORATORIO SOLAR			
	Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	1977
	Tacómetro de Fourier GONG-T	NSO (EEUU)	1996
	Fotómetro estelar EAST	IAC (E)	2006
CÁMARAS			
	CILBO	ESA (Intern.)	2011
	AMOS-CI	Univ. Bratislava (ES)	2014
	QES	Fundación Catarí de Investigación (Q)	2016
<p>(A) = Alemania; (B) = Bélgica; (D) = Dinamarca; (E) = España; (EEUU) = Estados Unidos; (ES) = Eslovaquia; (IT) = Italia; (J) = Japón; (K) = Corea; (Q) = Catar; (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 <i>seeing</i> automático (DIMMA)	IAC (E) Univ. Niza (F)	2004
30	Monitor de <i>seeing</i> automático (RoboDIMM)	STFC/ING (RU)	2007
TELESCOPIOS ÓPTICOS E INFRARROJOS			
40 x 4	GOTO	Univ Warwick (RU)	2017
45	Telescopio solar Abierto Holandés (DOT)	Fundación DOT (PB)	1997
60	Óptico	KVA (S)	1982
97	Refractor solar (SST)	Univ. Estocolmo (S)	2002
100	Telescopio Warwick	Univ Warwick (RU)	2014
100	Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)	IAC (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
	CAMARA	Univ. Leiden (PB)	2015

(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; (Intern.) = Internacional

* Colaboración FACT: Univ. Würzburg, TU Dortmund (A); ETH Zurich; ISDC, Univ. Ginebra (SZ)

** 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)

*** Colaboración LST: CBFP, Rio de Janeiro (BR); CNRS/LAPP, Annecy (F); MPI für Physik, Munich; Univ. Hamburg; Univ. Würzburg (A); FESB, Univ. Split (C); SINP, Kolhata (IN); INFN Bari, Univ. Padova & INFN Padova, INFN Perugia; Univ. Siena & INFN Pisa, Siena; Univ. Udine & INFN Trieste, Udine (IT); ICRR & Univ. Tokyo, Univ. Kyoto, Univ. Ibaraki, Univ. Nagoya, Univ. Hiroshima, Univ. Yamagata, Univ. Waseda, Univ. Konan, Univ. Aoyama, Univ. Saitama, Univ. Kinki, KEK, Tsukuba, RIKEN & Univ. Saitama, Univ. Tokai, Kanagawa, Univ. Tokushima (J); CIEMAT, Madrid, IAC, La Laguna, IFAE-BIST, Univ. Autònoma de Barcelona, ICC, Univ. Barcelona, Univ. Complutense, Madrid (E); Univ. Stockholm (S); ETH, Zurich (SZ)

NUEVA INFRAESTRUCTURA

INAUGURADO EL TELESCOPIO ARTEMIS EN EL OBSERVATORIO DEL TEIDE

El Observatorio del Teide dio el 20 de junio la bienvenida a un nuevo telescopio: ARTEMIS. Haciendo honor al nombre de la diosa helena, su cometido será cazar planetas similares a la Tierra alrededor de estrellas muy tenues y cercanas, conocidas como enanas ultrafías. Con esta incorporación, la red de telescopios robóticos de 1 m SPECULOOS (*Search for habitable Planets EClipsing Ultra COOL Stars*) inaugura su Observatorio en el hemisferio Norte, dirigido por **Michael Gillon**, de la Liège Université, de Bélgica, y **Julien de Wit**, del Massachusetts Institute of Technology (MIT), de Estados Unidos.

Actualmente, la red SPECULOOS cuenta con cuatro telescopios que rastrean el cielo del hemisferio sur desde el Observatorio Paranal (Chile) y que toman sus nombres de las cuatro lunas galileanas de Júpiter: ÍO, EUROPA, GA-

NÍMEDES y CALISTO. También forman parte del proyecto SPECULOOS otro telescopio de 1m (SAINT-EX), ubicado en México, y los dos prototipos de 60 cm de SPECULOOS (TRAPPIST), ubicados en Chile y Marruecos.

El acto de inauguración constó de dos partes: una serie de charlas científicas en la sede central del IAC en La Laguna y el descubrimiento de una placa en el Observatorio del Teide, en Tenerife, precedida de discursos de responsables y autoridades.

En el Observatorio del Teide intervino, en primer lugar, **Rafael Rebolo**, director del IAC, quien dio la bienvenida a los presentes, entre ellos científicos y representantes de las tres instituciones que participan en el telescopio, y destacó la importancia de que el MIT se haya fijado en Canarias para establecer este telescopio por la excelente calidad de su cielo. A continua-



El telescopio ARTEMIS, de la red SPECULOOS, en el Observatorio del Teide. Crédito: Daniel López /SPECULOOS.



Rafael Rebolo durante las charlas previas a la inauguración de Artemis. Crédito: Inés Bonet Márquez (IAC).

ción, **Félix Fariña**, consejero con Delegación Especial en TIC y Sociedad de la Información del Cabildo de Tenerife, subrayó el hecho de que el IAC esté concentrando “en esta parte de la Isla, en este bello paraje, todos los medios posibles para obtener más información del vasto universo que nos rodea”. Le siguió **Rob van de Hilst**, director del Departamento de la Tierra, Ciencias Atmosféricas y Planetarias (EAPS) del MIT, quien agradeció a los patrocinadores del proyecto haberlo hecho posible, y **Anne-Sophie Nyssen**, vicedecana de la Universidad de Lieja, quien elevó a “honor” poder formar parte del equipo de SPECULOOS. Por su parte, **Michaël Guillón**, puntualizó que, a partir de ARTEMIS, “nuestra capacidad para descubrir exoplanetas se multiplica”, y **Julien de Wit** recordó la siguiente anécdota: “Hace pocos años vine con mis padres de vacaciones a Tenerife y bromeamos acerca de instalar un telescopio en el Observatorio del Teide”. Este investigador señaló que, para tomar la decisión de establecer su red de telesco-



Inauguración del telescopio ARTEMIS en el Observatorio del Teide. Crédito: Carmen del Puerto Varela (IAC)

pios en el hemisferio Norte, se tuvo en cuenta la cercanía de Tenerife a Europa, la calidad del cielo de las Islas y las relaciones institucionales que ya existían con el IAC y los Observatorios de Canarias.

NUEVOS MUNDOS

ARTEMIS es un telescopio de 1 m de diámetro, en un edificio de unos 4 m de altura. Construido por la empresa alemana ASTELCO, sus detectores son muy sensibles a las longitudes de onda infrarrojas que emanan de las estrellas enanas ultrafrías. Debido a su naturaleza robótica, las instituciones que colaboran en el proyecto podrán observar con él conectándose remotamente desde sus centros de investigación.

El objetivo de ARTEMIS es observar las aproximadamente 800 estrellas enanas ultrafrías y enanas marrones más cercanas ubicadas en los cielos del hemisferio Norte (y una parte de los cielos del Sur). A pocos metros del telescopio ARTEMIS, el telescopio IAC-80 proporcionó en 1995 el descubrimiento de la primera enana marrón, Teide 1, logro alcanzado por el grupo de Astrofísica del IAC liderado por su actual director, Rafael Rebolo. Alrededor de estas estrellas se espera encontrar planetas del tamaño de la Tierra que puedan tener un clima templado y ser susceptibles de un estudio más profundo con la próxima generación de telescopios, como el futuro Telescopio Espacial James Webb (JWST) o el Telescopio Extremadamente Grande (ELT). Serán ellos quienes podrán contarnos más sobre sus atmósferas, clima y qué moléculas podrían estar presentes en estos planetas.

Con ARTEMIS también se espera hacer un seguimiento de algunos planetas terrestres alrededor de estrellas de tipo M (las menos brillantes), identificados por el satélite TESS de la NASA, y estudiar asteroides, cometas y otros objetos.



Asistentes a la inauguración del telescopio ARTEMIS en el Observatorio del Teide. Crédito: Uni. Liège.

COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DEL TIEMPO (CAT)

EN LOS OBSERVATORIOS DEL IAC

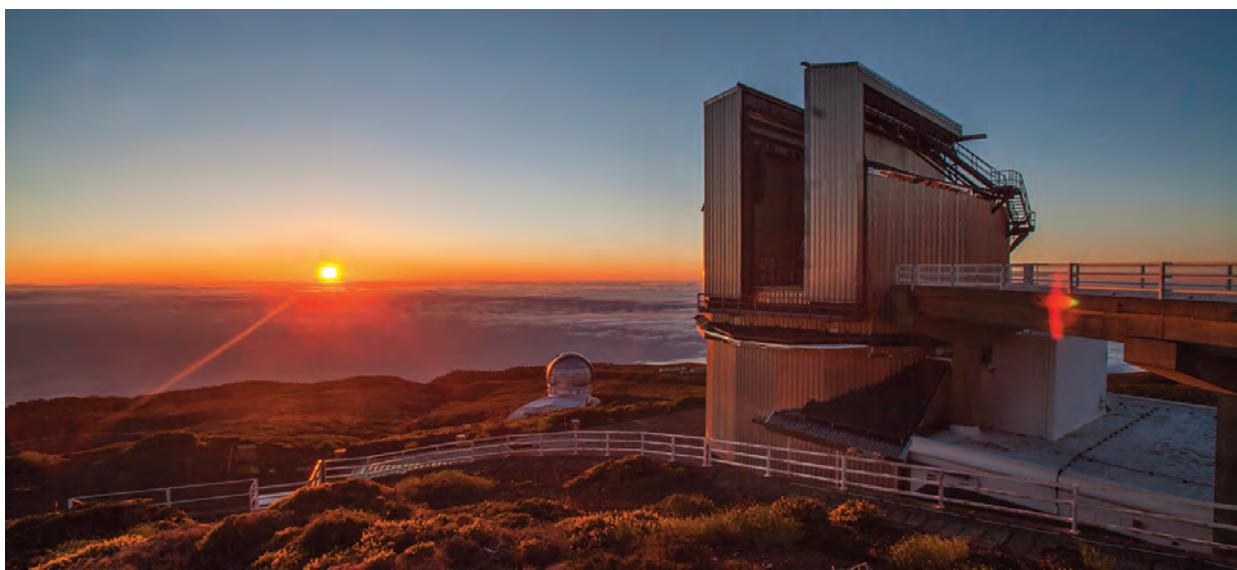
Entre los objetivos del IAC figura “promover la investigación astrofísica” y “fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional”. La forma más directa que tiene el Instituto de actuar en tal sentido es facilitando el uso de tiempo de observación disponible en cada uno de los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

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

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

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

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



SALA NOCTURNA

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

- 20-23 de mayo (1)
- 25-28 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	Claudio Dalla Vecchia (IAC) (1) Helmut Dannerbauer (IAC) (2)
Vice-comisionado	Helmut Dannerbauer (IAC) (1) Fernando Buitrago Alonso (Univ. de Lisboa, Portugal) (2)
Vocales	Isabel Marquez Pérez (IAA) (1) Ignacio Ferreras Páez (IAC) (1 y 2) Silvia Mateos Ibañez (IFCA) (1) Ariadna di Cintio (IAC) (2) Mar Mezcua Pallerola (ICE) (2)

PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado	Nancy Elias de la Rosa (ICE) (1 y 2)
Vicecomisionado	Teodoro Muñoz Darias (IAC) (1) Giuseppina Battaglia (IAC) (2)
Vocales	Miriam García García (CAB, CSIC-INTA) (1) Jorge García Rojas (IAC) (1 y 2) Ignacio Mendigutía Gómez (CAB, CSIC-INTA) (1 y 2) Artemio Herrero Davó (IAC) (2)

PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado	Hans Deeg (IAC) (1 y 2)
Vicecomisionado	Antonio Pérez Garrido (UPCT) (1) Jorge Lillo- Box (CAB, CSIC-INTA) (2)
Vocales	David Montes Gutiérrez (UCM) (1 y 2) Alejandro Suárez Mascareña (IAC) (1 y 2) Adriano Campo Bagatín (UA) (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:

- 1 de febrero
- 14 de junio

Presidente	Elena Khomenko (IAC)
Vocal del IAC	Miriam Martínez González (IAC)
Vocales de la Comunidad Nacional	David Orozco Suárez (IAA) Jaume Terradas (Univ. Islas Baleares)
Vocal Comité Científico Internacional	Jaime de la Cruz Rodríguez (Univ. de Estocolmo, Suecia)

NOTA:

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

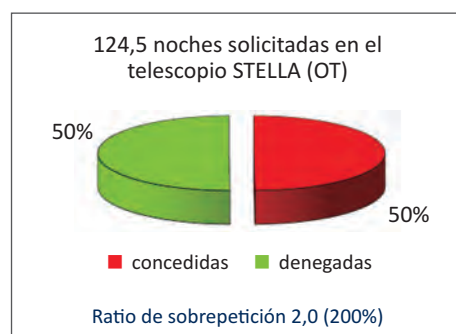
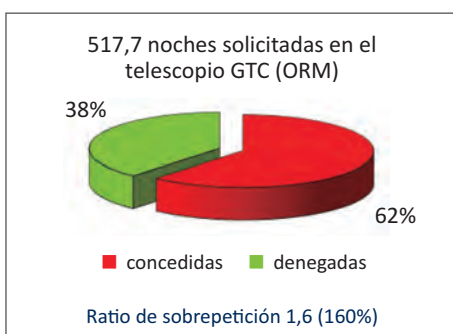
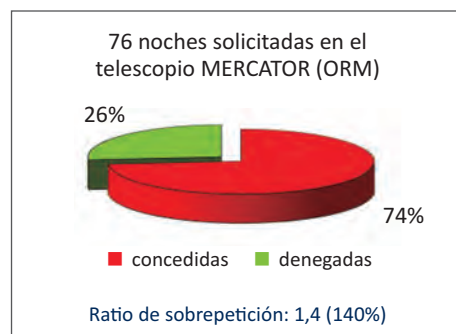
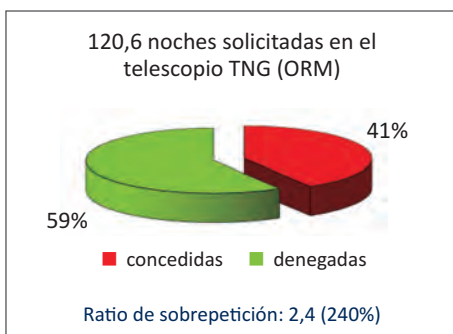
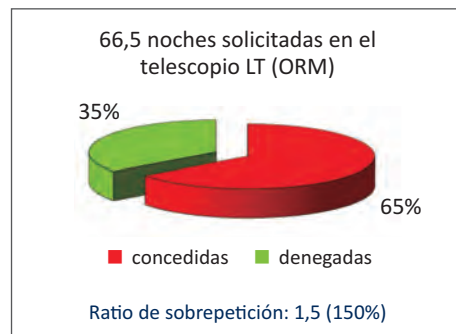
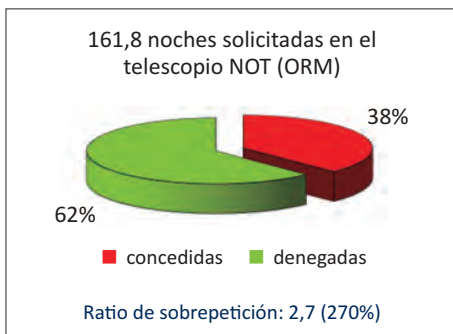
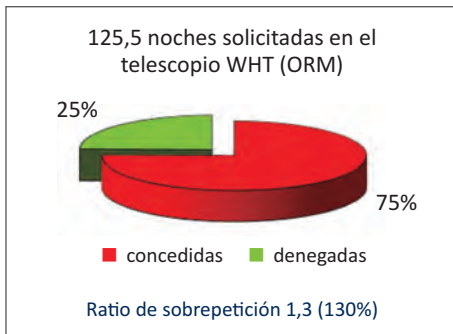
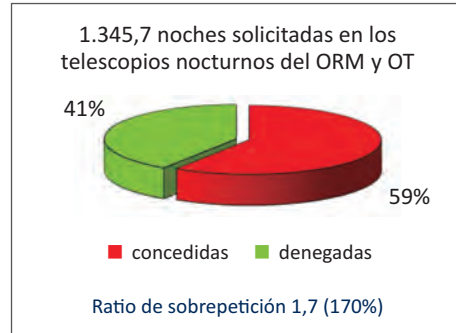
- telescopios solares: <http://www.iac.es/cat/pages/cat-solar/es/introducciasup3n.php>

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



ACUERDOS

A lo largo de 2019 se firmaron los siguientes Acuerdos:

CONCIERTO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA LA FORMACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO

El objeto es la realización coordinada del programa formativo del módulo profesional de FCT entre el centro docente y la empresa o entidad colaboradora con el fin de que el alumnado que cursa enseñanzas de formación profesional lleve a cabo adecuadamente dicho módulo en el centro de trabajo, de acuerdo con el currículo establecido y el perfil profesional que debe alcanzar el mismo.

Participantes: IES Virgen de las Nieves, La Palma

Fecha: 1 de marzo

CONVENIO DE COOPERACIÓN EDUCATIVA ENTRE LA UNIVERSIDAD CARLOS III Y EL IAC

El objeto es establecer la colaboración entre la Universidad Carlos III y la entidad colaboradora para que alumnos de dicha Universidad puedan realizar prácticas en la entidad.

Participantes: Universidad Carlos III, Madrid

Fecha: 18 de marzo

MEMORANDO DE ENTENDIMIENTO RELATIVO A LA INVESTIGACIÓN COLABORATIVA EN ASTROFÍSICA

El objeto es tener un entendimiento formal entre las dos partes previo con respecto a la futura investigación colaborativa en el campo de la Astrofísica. Esta colaboración científica extenderá aún más el conocimiento de los procesos físicos que ocurren en este campo, especialmente en Física Solar, Astrosismología, Exoplanetas y Lentes gravitacionales. En general, todas las actividades de cooperación se organizarán sobre una base de “no intercambio de fondos”, sino en intercambios en especie.

Participantes: Universidad de Graz (Austria)

Fecha: 20 de marzo

CONVENIO DE PRÁCTICAS CON THE HAUTE ÉCOLE DES ARTS DU RHIN

El objeto es garantizar la aplicación práctica de la enseñanza proporcionada por HEAR. Realización de ilustraciones para proyectos de divulgación científica y edición de publicaciones.

Participantes: The Haute École des Arts du Rhin (Estrasburgo, Francia)

Fecha: 23 de marzo

CONVENIO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUPERFICIE ACTUAL DEL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS CON MOTIVO DE LA POSIBLE INSTALACIÓN DEL “THIRTY METER TELESCOPE (TMT)”, PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA”

El objeto es la ampliación de la superficie territorial del Observatorio del Roque de los Muchachos para continuar con el desarrollo de la actividad científica comprendiéndose en ella la construcción y uso de las edificaciones e instalaciones necesarias para el desarrollo de un observatorio astrofísico denominado “Thirty Meter Telescope”, en una superficie total de 9,8 Ha (98.000 m²) del Monte número 28 del Catálogo de los de Utilidad denominado “Pinar de Las Ánimas y Juanianes”, en el término municipal de Puntagorda, de acuerdo con lo establecido en la disposición adicional decimoctava de la Ley 4/2017, de 13 de julio.

Participantes: Cabildo Insular de la Palma, Ayuntamiento de Puntagorda

Fecha: 27 de marzo

ADENDA AL CONVENIO DE COLABORACIÓN SUSCRITO EL 26 DE SEPTIEMBRE DE 2000 ENTRE EL IAC Y EL ORGANISMO AUTÓNOMO DE MUSEOS Y CENTROS DEL EXCMO. CABILDO INSULAR DE TENERIFE. NOMBRAMIENTO NUEVO DIRECTOR

El objeto es el nombramiento del nuevo director del Museo de la Ciencia y el Cosmos, Dr. Héctor Socas Navarro.

Participantes: Organismo Autónomo de Museos y Centros del Excmo. Cabildo Insular de Tenerife

Fecha: 10 de abril

CONVENIO DE COOPERACIÓN EDUCATIVA ENTRE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA Y EL IAC

El objeto es establecer las condiciones para que estudiantes de la Universidad de Granada puedan realizar un programa de prácticas externas curriculares de cualquier enseñanza impartida por la misma, con afinidad a la actividad profesional que se desarrolla en el IAC, tanto oficiales como propias, según las condiciones particulares de cada modalidad establecidas en el correspondiente programa formativo en el IAC.

Participantes: Universidad de Granada

Fecha: 15 de abril

ADENDA PRIMERA DEL CONVENIO ENTRE LA ESA Y EL IAC CONCERNIENTE AL CENTRO DE ESTACIONES ÓPTICAS TERRESTRES PARA LA CONEXIÓN Y TRANSMISIÓN DE DATOS ÓPTICOS

El objeto es modificar las previsiones de la cláusula 2, los artículos 1, 2, 3, 4, 11 y 15 del Convenio de 1994. Aquellos artículos que no hayan sido ni cancelados ni modificados por la presente Adenda Primera seguirán teniendo plena vigencia y siendo vinculantes para las partes.

Participantes: Agencia Espacial Europea (ESA)

Fecha: 22 de mayo



El IAC y la ESA firman un acuerdo que amplía los programas de conexión y transmisión de datos ópticos en el Observatorio del Teide. En la foto, firmando en ambos lados, Franco Ongaro, director de Tecnología, Ingeniería y Calidad, y Rolf Denising, director de Operaciones de la ESA.

ADENDA QUE MODIFICA EL CONVENIO ENTRE EL MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD Y EL IAC PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO “LOS CUATRO LARGE SIZE TELESCOPE (LST) DEL CTA-NORTE EN EL ORM”, COFINANCIADO POR FEDER DEL PROGRAMA OPERATIVO CRECIMIENTO INTELIGENTE 2014-2020

El objeto es la modificación del plazo de ejecución del proyecto y modificación del cronograma.

Participantes: Cabildo Insular de La Palma, Ayuntamiento de Puntagorda

Fecha: 29 de mayo

MEMORANDO CON EL INAF PARA EL DESARROLLO DE LA RED DE TELESCOPIOS CHERENKOV ASTRID

Memorando con el Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) de Italia para el desarrollo de la red de telescopios Cherenkov ASTRID.

Participantes: Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)

Fecha: 12 de junio

CONVENIO DE ASISTENCIA JURÍDICA ENTRE LA AGE (MINISTERIO DE JUSTICIA, ABOGACÍA GENERAL DEL ESTADO-DIRECCIÓN DEL SERVICIO JURÍDICO DEL ESTADO) Y EL IAC

El objeto es que el Servicio Jurídico del Estado pueda prestar asistencia jurídica al IAC, por medio de los Abogados del Estado integrados en aquél. La asistencia jurídica comprenderá tanto el asesoramiento jurídico como la representación y defensa ante cualesquiera jurisdicciones y órdenes jurisdiccionales en los mismos términos previstos para la asistencia jurídica a la Administración General del Estado.

Participantes: Abogacía General del Estado

Fecha: 20 de junio

CONVENIO ENTRE EL IAC Y LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (ULL)

El objeto es regular la colaboración entre las partes para el desarrollo de un programa de ayudas destinado en cada curso académico, y durante el periodo de vigencia del Convenio, al alumnado que se matricule en el Máster en Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

Participantes: Universidad de La Laguna (ULL)

Fecha: 18 de julio

CONVENIO ENTRE LA FUNDACIÓN JESÚS SERRA (FJS) Y EL IAC

El objeto es la creación de un programa conjunto entre la Fundación Jesús Serra (FJS) y el IAC para atraer

cada año a profesores visitantes de gran prestigio internacional, que realicen estancias cortas de dos a tres meses en el IAC.

Participantes: Fundación Jesús Serra (FJS)

Fecha: 5 de agosto

ADENDA: ENMIENDA #1 DE COLABORACIÓN DEL CONSORCIO NIRPS PARA LA FABRICACIÓN Y OPERACIÓN DEL ESPECTRÓGRAFO NIRPS Y SU USO CIENTÍFICO ENTRE LA UNIVERSIDAD DE MONTREAL, UNIVERSIDAD DE GINEBRA, CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ASTRONOMÍA/ASTROFÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE OPORTO, UNIVERSIDAD DE GRENOBLE, UNIVERSIDAD FEDERAL DE RÍO GRANDE DEL NORTE Y EL IAC

El objeto es agregar al IAC como miembro del Consorcio y confirmar sus derechos y obligaciones como miembro del mismo.

Participantes: Universidad de Montreal (Canadá), Universidad de Ginebra (Suiza), Centro de Investigación en Astronomía/Astrofísica de la Universidad de Oporto (Portugal), Universidad de Grenoble (Francia), Universidad Federal de Río Grande del Norte (Brasil)

Fecha: 13 de septiembre

CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN ENTRE EL IAC Y AVS EN EL ÁMBITO DEL ESPACIO DE COOPERACIÓN TECNOLÓGICA-EMPRESARIAL IACTEC

El objeto es posibilitar la colaboración y la puesta en común, de forma coordinada entre el IAC y AVS, de los medios personales, materiales y económicos de que dispongan para el desarrollo de actividades relacionadas con la investigación y desarrollo tecnológico, en el ámbito de la instrumentación científica avanzada, bajo el espacio de colaboración público-privada.

Participantes: Added Value Industrial Engineering Solutions

Fecha: 30 de octubre

MEMORANDO DE ENTENDIMIENTO RELATIVO A LA INVESTIGACIÓN COLABORATIVA EN ÓPTICA ADAPTATIVA APLICADA A LA FÍSICA SOLAR

El objeto es tener un entendimiento formal entre las dos partes con respecto a la futura investigación co-

laborativa en el campo de la Óptica Adaptativa (AO) y la Óptica Adaptativa Multi-conjugada (MCAO) aplicada a la Física Solar. Esta colaboración científica ampliará aún más el conocimiento de las técnicas para la corrección de imágenes en tiempo real de imágenes solares borrosas por la turbulencia atmosférica de la Tierra. Todas las actividades de cooperación se organizarán sobre la base de "sin intercambio de fondos o recursos". Cada Parte utilizará sus propios recursos para el desarrollo de posibles actividades conjuntas, conservando la propiedad sobre estos recursos en caso de que puedan compartirse con la otra Parte.

Participantes: Institute of Optics and Electronics (IOE) of the Chinese Academy of Sciences

Fecha: 5 de noviembre

CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN ENTRE EL IAC Y EMBEDDED INSTRUMENTS AND SYSTEMS S.L. EN EL ÁMBITO DEL ESPACIO DE COOPERACIÓN TECNOLÓGICA-EMPRESARIAL IACTEC

El objeto es posibilitar la colaboración y la puesta en común de forma coordinada entre el IAC y la Empresa, de los medios personales, materiales y económicos de que dispongan para el desarrollo de actividades relacionadas con la investigación y desarrollo tecnológico, en el ámbito de la instrumentación científica avanzada, bajo el espacio de colaboración público-privada IACTEC.

Participantes: Embedded Instruments and Systems S.L

Fecha: 14 de noviembre

CONVENIO CON LOS OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS NACIONALES (NAOC), DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS CHINA, PARA LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN DE ESTUDIANTES DE DOCTORADO Y POST-DOCS

El objeto es apoyar un programa de intercambio para estudiantes de doctorado y post-docs en el IAC promoviendo nuevas colaboraciones entre los dos institutos.

Participantes: National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences (NAOC)

Fecha: 31 de diciembre

GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

El Gran Telescopio Canarias (GTC), popularmente conocido como GRANTECAN, fue el primer proyecto de “gran ciencia” liderado por España para ser instalado en nuestro territorio, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, además de un proyecto industrial de alto valor tecnológico con una importante participación de la industria de nuestro país. Está liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y financiado por la Comunidad Autónoma de Canarias y por el Estado Español (cofinanciado con Fondos Europeos de Desarrollo Regional, FEDER), con la participación internacional de instituciones de México y de Estados Unidos. En concreto, el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), ambos cofinanciados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, así como la Fundación para la Investigación de la Universidad de Florida.

10 años de GTC: Ciencia alucinante con un telescopio asombroso

El Gran Telescopio Canarias (GTC) celebró el décimo aniversario de su inauguración en el Observatorio del Roque de los Muchachos. En la última década, el mayor telescopio óptico e infrarrojo del mundo ha realizado

más de 14.000 horas de observación y ha producido datos científicos que se han publicado en cerca de 450 artículos en revistas de primer nivel. Algunos de los principales hitos científicos alcanzados se recopilaron en un folleto especial de divulgación editado por el Instituto de Astrofísica de Canarias y el GTC.



HITOS 2019

Como novedades de 2019 destacan los siguientes resultados científicos y técnicos obtenidos con este telescopio.

Determinación precisa de la masa y el radio de una subenana fría en una binaria eclipsante

Referencia publicación: *Nature Astronomy*, Volume 3, p. 553-560

Autores: Rebassa-Mansergas, Alberto; Parsons, Steven G.; Dhillon, Vikram S.; Ren, Juanjuan; Littlefair, Stuart P.; Marsh, Thomas R.; Torres, Santiago

link: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019NatAs...3..553R/abstract>

Las estrellas subenanas frías son estrellas como nuestro Sol, pero de menor masa y radio, formadas en las etapas tempranas de la Vía Láctea y por tanto contienen información importante sobre su estructura y evolución química. Cuando se formó nuestra Galaxia, las primeras estrellas se componían principalmente de Hidrógeno. Los elementos químicos más pesados que el Hidrógeno o Helio se consideran “metales” en astronomía, y su presencia determina la metalicidad de una

estrella. A medida que el tiempo pasa y las estrellas mueren, aumenta el contenido de metales en la Vía Láctea y en las estrellas recién nacidas, haciendo por tanto que las estrellas viejas tengan una metalicidad menor que las estrellas jóvenes.

Debido a que las estrellas viejas son débiles y además son relativamente raras en la vecindad Solar, se conocen muy pocas estrellas subenanas frías cercanas al Sol. Actualmente solo se ha podido calcular el radio de 88 subenanas frías y la masa de otras 6. Sin embargo, no se ha medido con precisión la masa y el radio simultáneamente para la misma estrella subenana, lo que ha impedido probar los estudios teóricos hasta la fecha.

En este trabajo se ha encontrado por primera vez una estrella subenana fría en un sistema binario eclipsante —un sistema donde dos estrellas se orbitan una a la otra, en este caso una estrella subenana fría y una enana blanca—, lo que ofrece la oportunidad de medir de modo directo las masas y los radios de los dos componentes con una precisión sin precedentes. El uso de HiPERCAM en el GTC, con su capacidad única de tomar imágenes en intervalos de milisegundos en cinco filtros de modo simultáneo, y cubriendo un rango de magni-

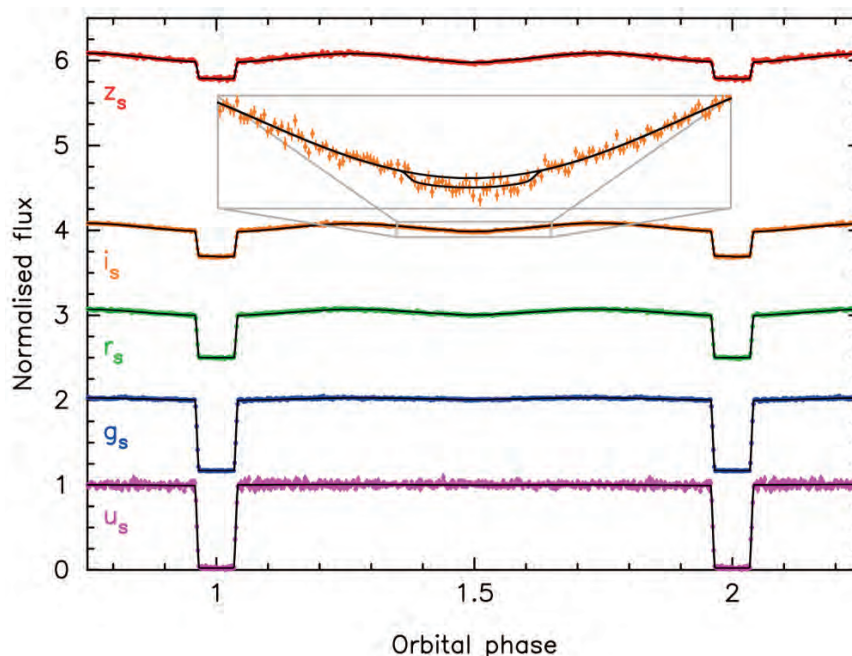


Figure 1: Phase-folded HiPERCAM light curves of SDSS J2355+0448 with model fits over-plotted (black lines). We show a zoom-in to the i_s band light-curve, which displays the secondary eclipse (i.e. the transit of the white dwarf in front of the cool subdwarf). Over-plotted is the best fit model with the secondary eclipse to demonstrate its depth.

Figura 1: Curvas de luz plegadas en fase de SDSS J2355+0448 con los ajustes del modelo sobreimpresionados (líneas negras). Se presenta un zoom sobre la curva de luz en el filtro i_s , que muestra el eclipse secundario (es decir, cuando la enana blanca pasa por delante de la subenana fría). Se representa también el mejor modelo ajustado con el eclipse secundario, para ilustrar su profundidad.

tudes inaccesibles para otros telescopios, ha hecho posible medir por primera vez con precisión la masa y el radio de la estrella subenana.

Con los valores resultantes, junto con la temperatura y la luminosidad de la estrella subenana fría también obtenidas de las observaciones ha sido posible validar por primera vez las relaciones teóricas entre la masa, radio, luminosidad y temperatura de las estrellas más antiguas de nuestra Galaxia.

Descubrimiento de un sistema binario de estrella-agujero negro a través de medidas de velocidades radiales

Referencia publicación: *Nature*, Volume 575, Issue 7784, p.618-621

Autores: Liu, Jifeng; Zhang, Haotong; Howard, Andrew W.; Bai, Zhongrui; Lu, Youjun; Soria, Roberto; Justham, Stephen; Li, Xiangdong; Zheng, Zheng; Wang, Tinggui; Belczynski, Krzysztof; Casares, Jorge; Zhang, Wei; Yuan, Hailong; Dong, Yiqiao; Lei, Yajuan; Isaacson, Howard; Wang, Song; Bai, Yu; Shao, Yong; Gao, Qing; Wang, Yilun; Niu, Zexi; Cui, Kaiming; Zheng, Chuanjie; Mu,

Xiaoyong; Zhang, Lan; Wang, Wei; Heger, Alexander; Qi, Zhaoxiang; Liao, Shilong; Lattanzi, Mario; Gu, Wei-Min; Wang, Junfeng; Wu, Jianfeng; Shao, Lijing; Shen, Rongfeng; Wang, Xiaofeng; Bregman, Joel; Di Stefano, Rosanne; Liu, Qingzhong; Han, Zhanwen; Zhang, Tianmeng; Wang, Huijuan; Ren, Juanjuan; Zhang, Junbo; Zhang, Jujia; Wang, Xiaoli; Cabrera-Lavers, Antonio; Corradi, Romano; Reboloto, Rafael; Zhao, Yongheng; Zhao, Gang; Chu, Yaoquan; Cui, Xiangqun
link: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019Natur.575..618L/abstract>

Los astrónomos estiman que hay 100 millones de agujeros negros en nuestra Galaxia y se cree además que éstos son realmente pequeños, de no más de 15 veces la masa del Sol. Hasta hace unos años, los agujeros negros de origen estelar solo podían ser descubiertos cuando engullían el gas de una estrella compañera. Este proceso crea poderosas emisiones en rayos-X, detectables desde la tierra, que revelan la presencia del objeto compacto. Sin embargo, la amplia mayoría de los agujeros negros de la Vía Láctea no se encuentran involucrados en la actualidad en ninguna clase de “ban-

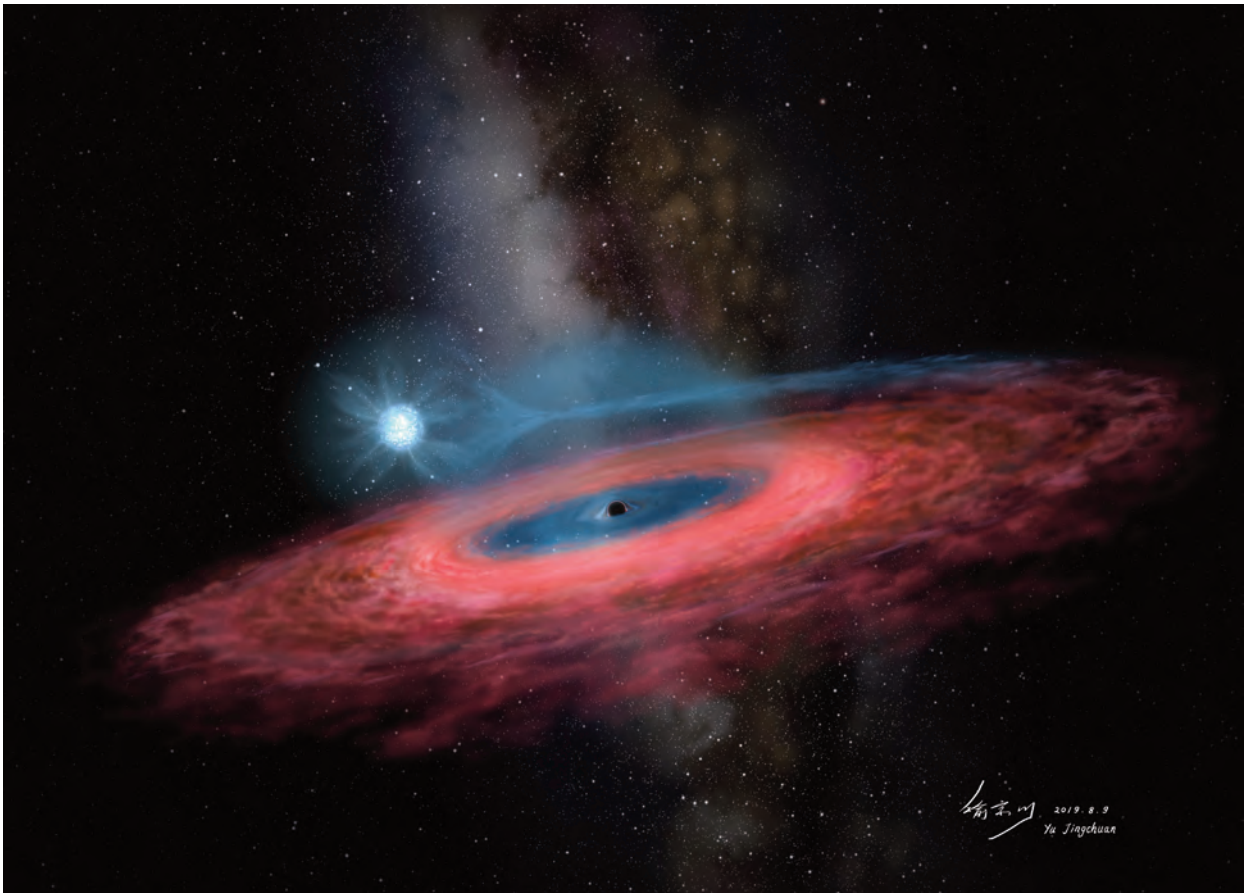


Figure 1 (ALTERNATIVA): Artistic impression of the stellar black hole LB-1 with a star orbiting around it. (Credit: Jingchuan Yu).
Figura 1 : Impresión artística del agujero negro estelar LB-1 con una estrella orbitando alrededor de él. (Créditos: Jingchuan Yu).

quiere cósmico” y por tanto permanecen en completa oscuridad. Esto explica por qué solo se han podido identificar y medir apenas dos docenas de los 100 millones de agujeros negros esperados en la Galaxia.

En este trabajo se ha empleado una técnica diferente para localizar nuevos agujeros negros, mediante la realización de un cartografiado del cielo con el telescopio óptico de 4m LAMOST (China), en busca de estrellas que orbiten alrededor de un objeto invisible atrapadas por su gravedad. Esta búsqueda no es nada fácil, ya que apenas una de cada mil estrellas puede estar orbitando un agujero negro. El seguimiento de los descubrimientos de LAMOST se realiza empleando los mayores telescopios existentes en el planeta, tanto el GTC como el telescopio Keck, con el objetivo de determinar los parámetros físicos de estos sistemas.

Los resultados son realmente sorprendentes, encontrándose una estrella 8 veces más masiva que nuestro Sol orbitando alrededor de un agujero negro de 70 masas solares cada 79 días. Este agujero negro es por tanto mucho más masivo que los agujeros negros típicos que se pueden encontrar en la Vía Láctea, con masas que van desde las 5 a las 15 masas solares. Este “monstruo” recién hallado ha sido bautizado como LB-1 por el equipo descubridor, y se ubica a 15 mil años luz de nosotros, probando que esta población de agujeros negros masivos existen incluso en nuestra propia vecindad.

Según la mayoría de los modelos de evolución estelar, agujeros negros con masas tan altas no deberían ni siquiera existir en nuestra Galaxia. Por tanto, es el turno ahora de los teóricos de afrontar el reto de explicar su formación en un entorno de metalicidad solar.

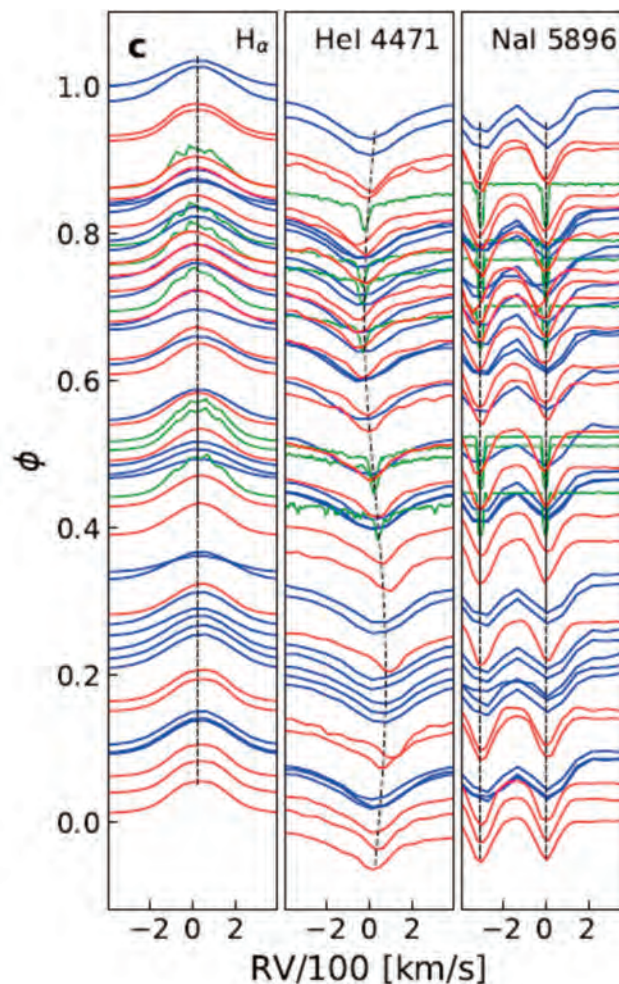


Figure 2: Phased line profiles from LAMOST (blue), GTC (red) and Keck (green) observations for $H\alpha$ emission line, $Hel \lambda 4471$ absorption line of the visible star, and interstellar NaI absorption lines. The dashed lines are plotted to guide the eye. The binary phase ϕ is for the period of $P = 78.9$ days.

Figura 2: Perfiles de línea en fase obtenidas en las observaciones de LAMOST (azul), GTC (rojo) y Keck (verde) para la línea de emisión de $H\alpha$, la línea de absorción $Hel \lambda 4471$ correspondiente a la estrella visible, y para las líneas de absorción interestelar de NaI . (Las líneas discontinuas se muestran como guía). La fase binaria ϕ corresponde para un periodo de $P = 78.9$ días.

CanariCam en el GTC

CanariCam es la cámara **multimodo** en el infrarrojo medio (MIR por sus siglas en inglés) instalada en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) de 10,4 m. Fue diseñada y construida por la Universidad de Florida (UF) y proporciona a nuestra comunidad las capacidades **únicas** de captación de **imágenes**, espectroscopía y polarimetría **trabajando** en el límite de difracción del telescopio, o cerca de éste, en el rango de longitudes de onda de 7,5 a 25 micras. CanariCam estuvo funcionando desde 2012 en modo cola en una de las estaciones focales Nasmyth hasta el 2016, que fue puesta temporalmente fuera de servicio, **siguiendo con lo previsto** en el plan de instrumentación del GTC. Ahora, tras un proyecto conjunto de mejora iniciado a mediados de 2018 por parte del GTC y la UF, ha vuelto a reinstalarse y a ponerse en **operación** en un foco Folded-Cassegrain.

En septiembre de 2019 se completó con éxito la puesta a punto del instrumento en su nueva estación focal (incluidos los componentes mejorados, así como una nueva cabeza fría y un nuevo controlador para el sistema de adquisición de datos) y las primeras observaciones científicas en el telescopio empezaron de inmediato. El instrumento mejorará las capacidades del GTC al producir resultados excelentes y únicos en el rango del infrarrojo medio, y estará en servicio hasta la llegada de MIRADAS, prevista para finales de 2020.

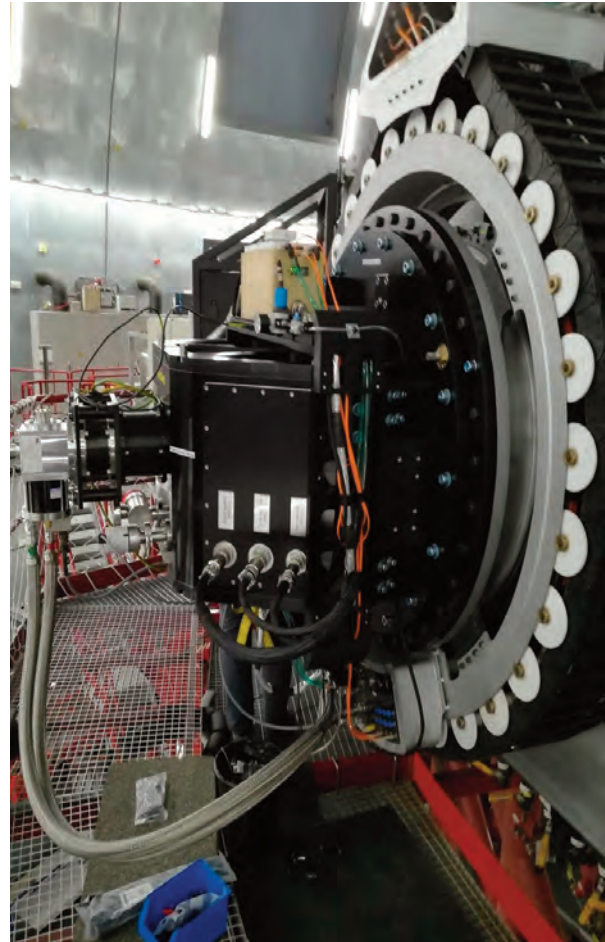


Figura 1: Instrumento CanariCam en la estación focal Folded Cassegrain-E.

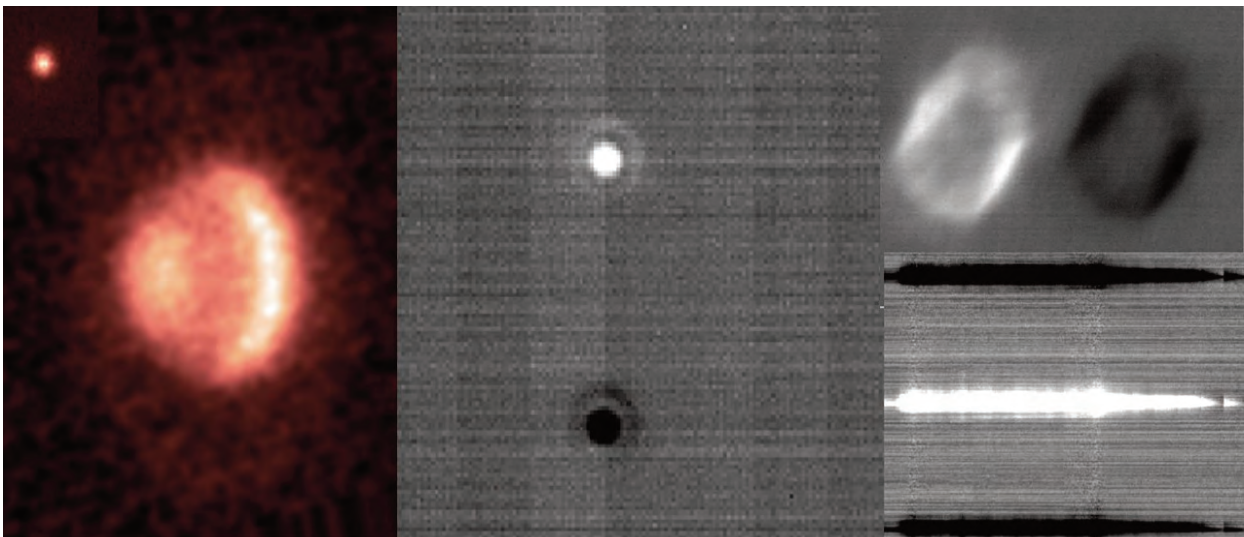


Figura 2: Algunos ejemplos de las primeras imágenes captadas por la CanariCam apuntando al cielo durante las pruebas llevadas a cabo con el instrumento en la nueva estación focal (derecha). Imagen de Urano a 24,5 micrones tomada durante una de las primeras observaciones científicas con la CanariCam (izquierda) con unas excelentes condiciones de visibilidad y PWV.

DIVULGACIÓN

GRANTECAN abre las puertas a sus noches de observación

El GTC estrenó la web grantecan.es, abriendo esta infraestructura a todos durante sus noches de observación. Además, se realizaron una serie de retrasmis-

siones en vivo desde este telescopio, durante las cuales se podía conversar y preguntar a los astrónomos profesionales. Esta iniciativa ha estado cofinanciada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.





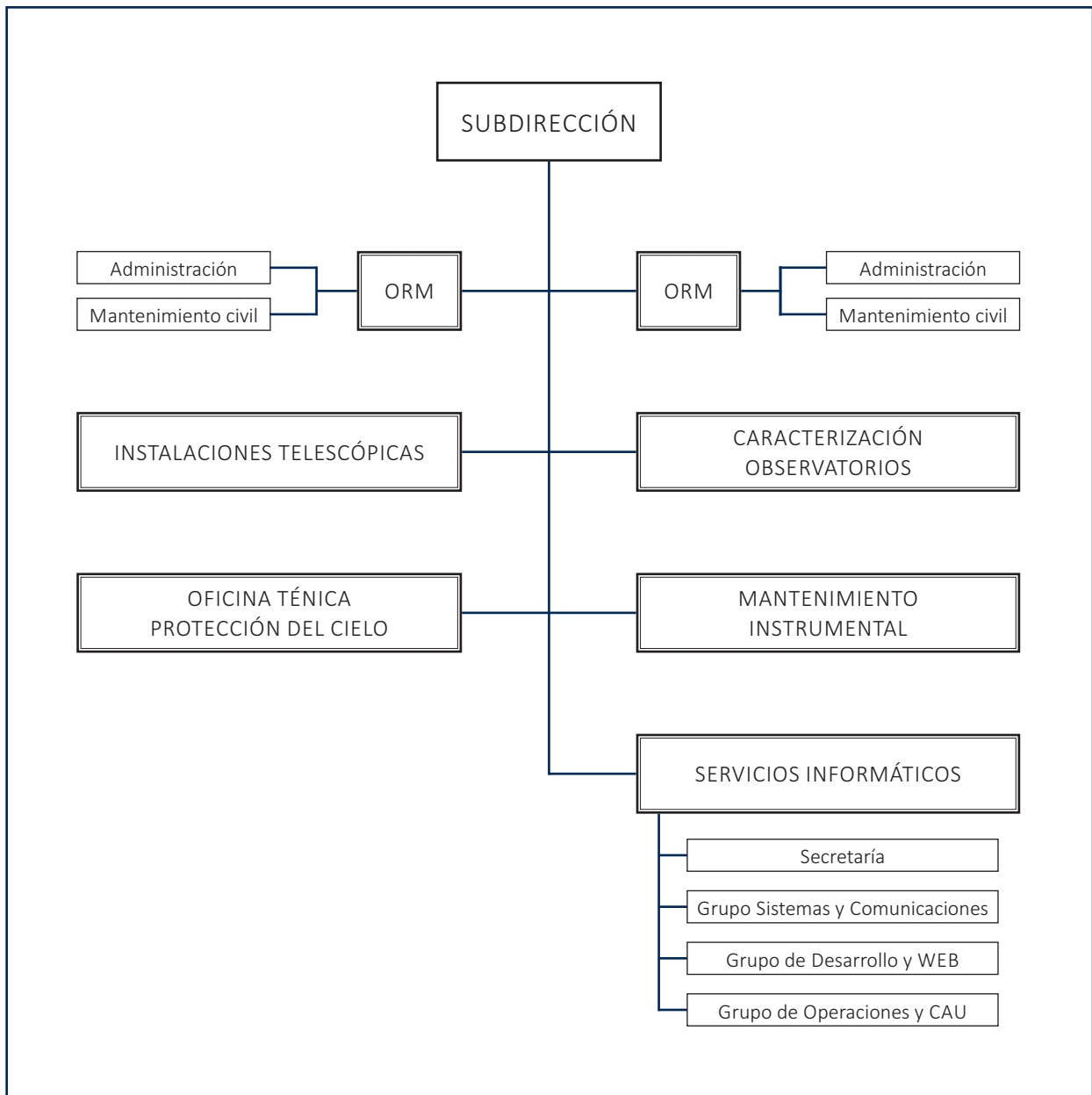
SUBDIRECCIÓN

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 OCCC 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 OCCC 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. A todo ello, debemos añadir los instrumentos de monitorización automática, dedi-

cados 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:

- Grupo de Trabajo Observatorio Sostenible
- Comité de Seguridad ORM
- Comité Internacional de Iluminación (CIE)
- Comité de Alto nivel Acuerdo IAC-AEMET
- Comité de Servicios Comunes del Observatorio del Roque de los Muchachos
- Comité de Servicios Comunes del Observatorio del Teide
- SuCOSIP (CCI)- Subcommitte Site Properties CCI
- Laser Working Group (SUCOSIP/CCI)
- Comité Científico Internacional (CCI)

OBSERVATORIOS DE CANARIAS (OCC)

Los Observatorios de Canarias (OCC), 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.

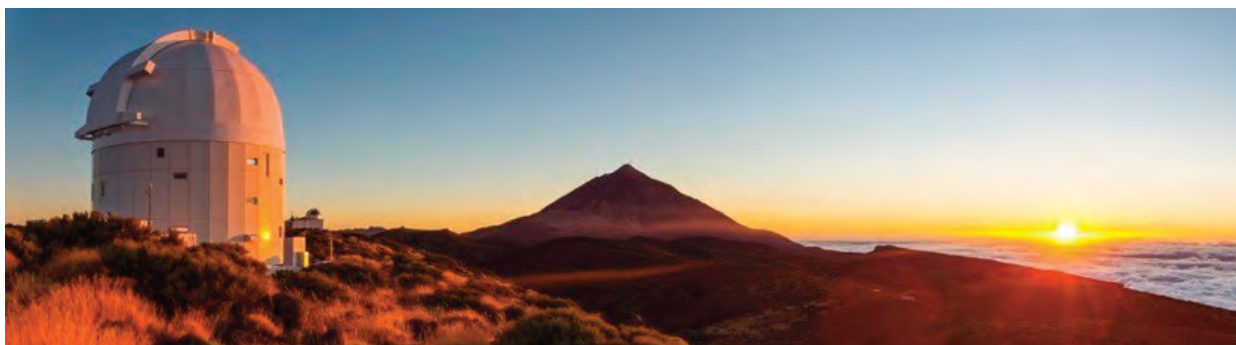
Ambos Observatorios, como uno sólo, bajo la denominación de Observatorios de Canarias (OCC), forman parte del mapa nacional de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares (ICTS), como parte integrante de la Red de Infraestructuras de Astronomía.

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.

Financiación

Si bien los OCC disponen de numerosas infraestructuras de apoyo a la observación, la creciente de-



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

manda de nuevas instalaciones, unida a la alta competencia por consolidar a los OCCC 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 OCCC 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 OCCC 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 requieren de una masa crítica de científicos y tecnólogos. Las imágenes siguientes resumen la situación de financiación solicitada:

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

MAPA DE INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS SINGULARES (ICTS)

✓ 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 financiadas 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)

El IAC ha presentado una primera operación denominada INSIDE-OOCC cuyo presupuesto total asciende a 8,139 k€. Asimismo, está en preparación una nueva solicitud para la construcción de 5 MSTs vinculados al proyecto de CTA-Norte y una actualización del Plan Estratégico para incluir las siguientes actuaciones:

1. The New 4m Robotic Telescope (NRT)
2. Zero discharge of sewage from observatories
3. A new 2m-class telescope as major upgrade of IAC-80
4. Upgrade the OGS and production of pilot interference filters for wide field surveys

5. New technology hybrid optical telescope (miniELF)
6. A multi-line integral field unit spectro-polarimeter for THEMIS

Respecto a la solicitud INSIDE, señalar que todas las actuaciones contempladas en esta operación y sus respectivas sub-actuaciones contribuyen a la implementación de las 4 estrategias definidas en el Plan Estratégico y se desarrollan a través de inversiones priorizadas por el Comité Asesor de Infraestructuras Singulares (CASI), cuyos principales bloques se listan a continuación:

ESTRATEGIA PLAN OOCC	ACTUACIÓN / Sub-actuación	PRESUP. (k€)	PERIODO
S2; S4	ACTUACIÓN 1. INSTRUMENTACIÓN AVANZADA PARA INSTALACIONES TELESCÓPICAS	2.325	2019- jun2023
S2	SUB-ACT1.2 WHT	200	2019- dic2022
S2	SUB-ACT1.3 ARES:HARPS3&HORUS	500	2019- dic2021
S4	SUB-ACT1.4 LGSF	1.000	2019- jun2023
S2	SUB-ACT1.5 FCM-QUIJOTE	625	2019- jun2023
S2	ACTUACIÓN 2. MEJORA EN OPERACIONES TELESCÓPICAS Y PROGRAMAS DE OBSERVACIÓN	914	2019- jun2023
S2	SUB-ACT2.2 NUEVOS DETECTORES	594	2019- jun2023
S2	SUB-ACT2.3 IAC80&TCS	320	2019- jun2023
S1	ACTUACIÓN 3. GRANDES INFRAESTRUCTURAS DE INVESTIGACIÓN	1.000	2019- jun2023
S1	SUB-ACT3.1 EST	1.000	2019- jun2023
S3;S4	ACTUACIÓN 4. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS TÉCNICAS ESTRATÉGICAS DE APOYO A LA EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS	3.900	2019- jun2023
S3	SUB-ACT4.1 EQUIP EMERGENCIAS	300	2019- 2020
S3	SUB-ACT4.2 ORM-POWER ISSUES	2.700	2019- jun2023
S3	SUB-ACT4.3 REDIRIS-NOVA	490	2019- 2021
S4	SUB-ACT4.4 SKY QUALITY	410	2019- jun2023
	TOTAL GENERAL:	8.139	

ACTUACIÓN 1: INSTRUMENTACIÓN AVANZADA PARA INSTALACIONES TELESCÓPICAS

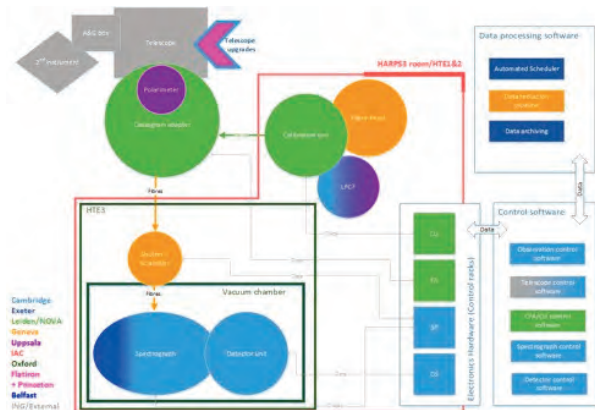
Las 4 sub-actuaciones abordan inversiones en ambos observatorios concentrándose los efectos de las mismas en las islas de Tenerife y La Palma, aunque serán extensibles al conjunto del archipiélago en tanto contribuirán a la influencia del sector de astrofísica en la región.

SUB-ACT1.2: DESARROLLAR Y CONSTRUIR INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA LÍDER: WEAVE Y MEJORAS EN WHT

El Telescopio William Herschel (WHT) experimentará en los próximos años cambios importantes con la llegada de la nueva instrumentación avanza como es el espectrógrafo WEAVE. En consecuencia, la cúpula del telescopio se tiene que readaptar con la nueva incorporación de WEAVE y el cambio de su foco primario. Por tanto, la necesidad de modernización del telescopio que afectará a varios subsistemas. Uno de los subsistemas consiste en una sala limpia para los detectores de WEAVE, con sus grandes criostatos.

SUB-ACT 1.3. DESARROLLAR Y CONSTRUIR INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA LÍDER: ARES: HARPS3&HORUS

La comunidad científica podrá hacer uso de esta completa instalación astronómica HARPS3 en el INT en un amplio abanico de programas de observación, incluyendo la física estelar, y del medio interestelar además de otros programas relacionados con exoplanetas. El desarrollo de instrumentación con tecnología puntera como la requerida en HARPS3 para el telescopio INT abrirá una nueva etapa en la ciencia desarrollada por el telescopio INT en el Observatorio del Roque de los Muchachos y proporcionará nuevos retos en investigación y tecnología, que seguro definirán el futuro de esta instalación.



SUB-ACT 1.4 INFRAESTRUCTURA DE ESTRELLA GUÍA LÁSER EL GTC



Para explotar la capacidad de los telescopios con alta resolución espacial es necesario el uso de sistemas de óptica adaptiva y estrellas guía láser. Por tanto, la Infraestructura de Estrella de Guía Láser en el ORM instalada en el telescopio GTC, permitirá crear una estrella artificial brillante en el sitio del cielo en el que se necesita para medir y corregir la turbulencia atmosférica y hacer ciencia de alta resolución en cualquier zona del cielo. Esta operación incluye la especificación y el diseño de todos los sistemas que componen la LGSF, en concreto el sistema láser, el sistema de soporte y guiado del láser, el sistema de telescopio de lanzamiento del láser, el sensor de frente de onda del láser, el sistema de seguridad, el sistema de control, la cámara de guiado, el sistema de refrigeración y los útiles de montaje y transporte.

SUB-ACT 1.5 GRANDES ACTUALIZACIONES DE LAS INSTALACIONES ACTUALES: INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA PARA EL LABORATORIO DE CMB EN EL OT

Para consolidar el liderazgo científico de los experimentos de fondo cósmico de microondas (FCM) ubicados en el Observatorio del Teide, es imprescindible actualizar las instalaciones de los telescopios QUIJOTE con una nueva generación de instrumentos: el instrumento multi-frecuencia mejorado MFI2, y el espectrómetro de microondas TMS, con el objetivo de producir la nueva generación de instrumentación para QUIJOTE, y de in-



cluir las nuevas tecnologías emergentes que mejoran la eficiencia y calidad de los sistemas, garantizando así su competitividad.

ACTUACIÓN 2: MEJORA EN OPERACIONES TELESCÓPICAS Y PROGRAMAS DE OBSERVACIÓN

Los OCCC son un entorno científico de primer nivel, fuertemente internacionalizado, en donde se obtienen datos de observación que dan lugar a algunos de los resultados científicos de mayor impacto. Las acciones encaminadas al incremento de la competitividad de los OCCC tienen, por tanto, un importante efecto internacional, no solo en las Instituciones Usuarias (Telescopios y experimentos), sino también en las Universidades e Instituciones Científicas que hacen uso de sus datos o instalaciones.

SUB-ACT 2.2. GRANDES ACTUALIZACIONES DE INSTRUMENTACIÓN DE VANGUARDIA

SUB-ACT 2.3: SISTEMA DE CONTROL PARA IAC80&TCS

El objetivo del Proyecto de operación de las instalaciones telescópicas del IAC 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 se incluyen aquellos desarrollados por el IAC que estén en operación en la actualidad. Los telescopios incluyen TCS, IAC-80, MONS, el tiempo reservado para España en la OGS y las noches de servicio CAT en instalaciones extranjeras (TNG, INT y NOT).

ACTUACIÓN 3: GRANDES INFRAESTRUCTURAS DE INVESTIGACIÓN

Inicialmente incluía inversiones para el NRT y El EST, pero actualmente se está tramitando únicamente la parte correspondiente al EST. El ámbito será fundamen-

talmente regional, nacional y europeo (efecto directo, indirecto e inducido), a través de las inversiones directas y las correspondientes licitaciones. El retorno industrial más probable para Canarias, en relación con la instalación del EST en este archipiélago, puede situarse entre unos límites razonables en torno a un 20%, ampliándose un 10% más teniendo en cuenta el sector industrial de alta tecnología en territorio español.

SUB-ACT 3.1: TELESCOPIO SOLAR EUROPEO (EST)



El EST será el mayor telescopio solar construido en Europa y supondrá un cambio de paradigma en la observación del sol, cohesionando a la comunidad de física solar europea en torno a esta nueva infraestructura. El IAC mantendrá así su posición de liderazgo en la astrofísica internacional, y profundizará más su participación en esta clase de telescopios. El EST es una iniciativa de la Asociación Europea para Telescopios Solares (EAST), en la que están implicados científicos, ingenieros, técnicos y personal de apoyo de 18 países.

ACTUACIÓN 4: SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS TÉCNICAS ESTRATÉGICAS DE APOYO A LA EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DE LOS OCCC

Las sub-actuaciones aquí contempladas tendrán un efecto relevante a nivel regional, aunque su influencia principal se concentrará en las islas de Tenerife y La Palma. En particular, la zona norte de la isla de La Palma se verá beneficiada por las mejoras proyectadas en el suministro eléctrico y podrá incorporar en el futuro, con las debidas renovaciones, la producción eléctrica de los parques eólicos de Juan Adalid y El Mudo situados en Garafía. El aumento de potencia demandado por el Observatorio, arrastrará un efecto sinergia de mejora en las líneas públicas de transporte y distribución de energía de dicha zona, que permitirá la incorporación a la misma, de una mayor potencia generada en dichos par-

ques eólicos, hoy limitados en su expansión por las condiciones actuales de la red pública de transporte.

SUB-ACT 4.1: INFRAESTRUCTURA DE APOYO ANTE CONDICIONES METEOROLÓGICAS ADVERSAS E INCENDIOS EN EL ORM

Resulta indispensable para los OOC disponer de equipamientos de apoyo ante eventuales condiciones meteorológicas adversas o circunstancias naturales sobrevenidas como son los incendios. Es de interés una respuesta rápida ante situaciones invernales que impidan el acceso a los telescopios como pueden ser nevadas o heladas, contando con equipamiento adecuado para despejar las carreteras internas que permita llegar a la instrumentación instalada en los telescopios.

SUB-ACT 4.2: SUMINISTRO ELÉCTRICO

Responden a necesidades estratégicas de actualización de las propias infraestructuras de suministro eléctrico en el ORM. Por ello se requiere garantizar el suministro eléctrico de las instalaciones telescópicas existentes en caso de averías en los tramos interiores de la red de media tensión, asegurar el suministro eléctrico y dar capacidad a las futuras instalaciones telescópicas de última generación que permitirán al Observatorio continuar su posición de liderazgo mundial.

SUB-ACT 4.3: REDIRIS-NOVA

La red española RedIRIS-NOVA consiste en una red de fibra oscura que conecta las redes regionales con otras redes académicas internacionales. Por otro lado, la nueva infraestructura de alta capacidad permite conexiones dedicadas para un proyecto o telescopio para establecer un canal seguro y privado o implementar

redes para voz, video y datos de alta velocidad. La red inalámbrica (Wi-Fi) juega un papel muy importante en el funcionamiento diario de los Observatorios IAC. Entre las mejoras de servicios que se incluyen, está la posibilidad de que los científicos puedan trabajar con cualquiera de sus equipos en cualquier instalación del observatorio como si estuviera en su oficina. Lo que mejora sus sensaciones y su rendimiento en el trabajo.

SUB-ACT 4.4: CARACTERIZACIÓN ATMOSFÉRICA DE LOS OOC PARA MANTENERLOS ENTRE LOS MEJORES Y MÁS COMPETITIVOS OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS DEL MUNDO

Para alcanzar la excelencia científica de las instalaciones existentes en los OOC se requiere una alta especialización en sus tareas de caracterización, investigación de nuevas técnicas, publicación de resultados científicos en revistas y foros especializados y valores en tiempo real para dar apoyo a los telescopios. La presente sub-actuación requiere de inversiones con un elevado nivel de investigación y desarrollo como factor estratégico y clave para mantener la competitividad de los OOC. Obtener la mejor calidad científica en las observaciones es el objetivo último y define los parámetros para decidir la ubicación de nuevas instalaciones que aspiran a realizar ciencia de vanguardia. En este sentido, existen suficientes evidencias para afirmar que la calidad del cielo en Canarias sitúa a los Observatorios del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma, y del Teide en Tenerife, entre los principales observatorios a nivel mundial. A esto contribuyen no sólo las condiciones naturales de las islas por su localización y orografía, sino también las medidas tomadas para la caracterización continuada y la protección de la calidad de su cielo.

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

El administrador del Observatorio, Juan Carlos Pérez Arencibia, resume en el texto que sigue los puntos esenciales de funcionamiento en 2019.

VISITAS Y ACCIONES CON MEDIOS/SOCIEDAD/EMPRESAS

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2019 fue de

13.088 personas. De ellas, 9.757 lo hicieron en alguno de los 389 grupos en los 220 días del año en que se organizaron Visitas Concertadas para público general. El 16 de agosto se celebró la tradicional Jornada de Puertas Abiertas dedicadas al municipio de Garafía, en la que participaron más de 100 visitantes del municipio.

GTC, MAGIC y WHT fueron por este orden los telescopios más visitados. Es de destacar asimismo la visita

de 1.086 estudiantes, en los que se incluyen los del Programa de Divulgación llevado a cabo con alumnos de 4º de la ESO de todos los Centros Escolares de la isla de La Palma. Visitaron el Observatorio 601 alumnos de 13 Centros de la isla, contándose para ello, con la colaboración de astrónomos de las diferentes Instituciones Usuarias del Observatorio que dieron las charlas en los colegios y efectuaron talleres de astronomía y visitas guiadas al propio Observatorio.

Es de destacar las visitas de la Embajadora de México en España, de José Luis Temes, director de orquesta y Premio Nacional de Música y de los escritores que participaron en el II Festival Hispanoamericano de Escritores, que se celebró durante el mes de septiembre en Los Llanos de Aridane. En cuanto a Congresos es destacar, la visita al Observatorio de participantes en el Simposio IAU 355, celebrado en La Laguna, así como los asistentes al Foro Estratégico Europeo sobre Infraestructuras de Investigación (ESFRI) que celebró una reunión en La Palma del 6 al 8 de noviembre.

En cuanto a visitas o producciones de medios de comunicación al Observatorio, son de destacar medios procedentes de Alemania, Reino Unido, España y de la productora NETFLIX para rodar imágenes de la serie The Witcher y localizar escenarios para futuros rodajes.

En las visitas guiadas, se colaboró con la Fundación Starlight en la impartición de cursos de formación para nuevos guías y en la habilitación de los mismos, para que puedan efectuar visitas de grupos a alguna de las instalaciones del Observatorio, en concreto GTC y WHT.

REUNIONES/COMITÉS

Los días 11 de abril y 10 de octubre de 2019 se celebraron las reuniones semestrales del Comité de Servicios Comunes del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) bajo la presidencia de Saskia Prins, astrónoma del telescopio Mercator. El Administrador del ORM actuó como Secretario.

RESIDENCIA

Las cifras anuales de alojamiento de la Residencia y Anexos, presentaron una media diaria de ocupación de 32 personas. El número total de habitaciones ocupadas ascendió a 11.184, que correspondieron a un total de 3.389 reservas. El total de pernoctaciones fue de 11.610 lo que supuso un aumento del 13% en comparación con la media de los últimos diez años. Se alojaron personas de 39 nacionalidades. Resaltar las estancias de alumnos de las universidades de Sheffield, Leyden, Oslo, Ámsterdam, Lovaina y La Laguna.

OBRAS EJECUTADAS O EN CURSO

La extensión del cuarto de calderas de los Anexos que ha permitido instalar un depósito acumulador de mayor capacidad para el agua caliente suministrada por los paneles térmicos que hay instalados en la cubierta del edificio.



En el proyecto “Vertido Cero”, se concluyeron los trabajos de canalización de siete depuradoras concentrando dos puntos de vertidos: Residencia y telescopio WHT, lo cual mejorará la eficiencia del proceso depurativo. Las obras para conectar la depuradora de la Re-



sidencia al Centro de Visitantes finalizarán a lo largo del año. Queda pendiente la ejecución de la obra de instalación de los sistemas de evapo transpiración en la salida de los telescopios GTC, TNG y NOT.

Se instalaron 270 paneles fotovoltaicos en las cubiertas de los edificios de Servicios Comunes con una producción de 75,6 kWp.



ACTIVIDADES DE GESTIÓN Y APOYO A NUEVAS INSTALACIONES

Prosiguieron los trámites y gestiones administrativas para la mejora de infraestructuras comunes del Observatorio, entre las que destacan, la repotenciación y paso a doble circuito de la línea eléctrica que suministra al ORM, la renovación de los depósitos de combustibles de la Residencia y grupo generador y los sistemas de evapo transpiración a instalar a la salida de las depuradoras de algunos telescopios.

El Consorcio que promueve la construcción del TMT, obtuvo del Ayuntamiento de Puntagorda la licencia administrativa para la construcción del Proyecto en La Palma. El inicio de las obras, dependerá de la decisión que adopte el Consejo de dicha organización.

El Cabildo Insular adjudicó la obra para el equipamiento del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos. A lo largo de 2020 se procederá a la firma del Convenio entre el Cabildo, Ayuntamiento de Garafía, que regulará el funcionamiento del mismo cuya apertura se estima para finales de año.

Hubo reuniones con los promotores del proyecto para la construcción del Nuevo Centro de Astrofísica y Tecnología de la Palma (CATELP) que albergará en el futuro, las instalaciones del IAC y las Instituciones Usuaras que operan en el ORM cuyo comienzo se estima para el año 2021.

El proyecto para la construcción de tres telescopios LST y un MST pertenecientes a la red de CTA, promovido por el IAC, ya presentó ante las Administraciones competentes los documentos pertinentes para la obtención de los permisos correspondientes.

El Proyecto: “Mejora y repavimentación de viales y zonas de aparcamiento en el interior del ORM” cuenta con la licencia preceptiva del Ayuntamiento de Garafía. Se pospondrá la ejecución del mismo, hasta adelantar otros trabajos de infraestructura que se llevarán a cabo en el Observatorio, en concreto el desdoblamiento del anillo eléctrico interior que suministra a las instalaciones, cuyo trámite y adjudicación se espera finalice en 2019.

Hay nuevos proyectos de infraestructuras en marcha entre los que se pueden destacar: La repotenciación y duplicación del suministro eléctrico al ORM desde Hoya Grande hasta cada uno de los telescopios y la renovación del vehículo quitanieves con que cuenta el Observatorio.

CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP)

En la actualidad, las Instituciones Usuaras que utilizan las instalaciones del CALP de forma permanente son las siguientes: IAC, GTC, Colaboración MAGIC, Universidad de Tokio y la empresa M3 relacionada con la construcción del TMT. Continúan los convenios firmados con la empresa Canalink y el Gobierno de Canarias, para operar, respectivamente, instalaciones de comu-

nicaciones y una estación medioambiental de medición de la calidad del aire.

Se colaboró de forma activa, en diversas tareas relacionadas con divulgación, cursos y Congresos celebrados en La Palma. Se continúa fomentando la visita de centros escolares de la Isla al Nodo de Supercomputación La Palma ubicado en el CALP.

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

Continuó el programa anual de formación a personal del IAC y de diversas Instituciones Usuarias del Observatorio, en materia de Primeros Auxilios, Urgencias y Emergencias realizándose distintos cursos en esta materia.

Se instalaron 92 paneles fotovoltaicos con una producción de 26,2 kWp.

Se instaló un nuevo sistema de refrigeración por agua para enfriar la sala que alberga el Nodo La Palma



de la Red Nacional de Supercomputación, lo que supondrá un ahorro energético en el funcionamiento del mismo.

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

El administrador del Observatorio, Miquel Serra resume en el texto que sigue los puntos esenciales de funcionamiento en 2019.

VISITAS

El total de visitantes al OT en los últimos años se puede consultar en la tabla que aparece al pie de esta página.

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

JORNADAS DE PUERTAS ABIERTAS

Las Jornadas de Puertas Abiertas (JJPPAA) se llevaron a cabo los días 14-15 de junio con horario 10h-15h. Fueron financiadas conjuntamente por los Servicios Co-



Visitantes al telescopio QUIJOTE.

munes y el IAC. El número total de visitantes fue de: 1.990 personas y se visitaron los telescopios IAC-80, TCS, Laboratorio Solar, QUIJOTE y OGS. Además, se realizaron actividades educativas para niños frente al telescopio MONS (empresa CienciaMania). SECAT Asociación de Aficionados de Astronomía instaló algunos telescopios solares para mostrar la fotosfera y cromosfera solar. En Centro Visitantes se proyectó la infografía full-dome “Nuestro Sistema Solar”, que recrea un viaje en nuestro Sistema Solar.

OT	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Centros de Enseñanza	3.196	10.104 (1.427)	13.468 (4.747)	16.807 (4.129)	16.679 (2.375)	19.792 (3.290)
JJPPAA	2.540	3.475	1.963	1.667		1.990
TOTAL	5.736	13.579	15.431	18.474	15.800	21.782

Alrededor de 60 personas trabajaron intensamente para que este año las JJPPAA fueran un éxito. Debe tenerse en cuenta que había 30 voluntarios del Área de Investigación del IAC, 30 personas de subcontratas y asociaciones y el personal de OT (8 personas).

NUEVA ENTRADA OBSERVATORIO DEL TEIDE

A mediados del año 2019 han finalizado las obras de remodelación de la entrada del Observatorio del Teide. Los principales cambios son:

- El Observatorio dispone de dos entradas. Esta nueva entrada es utilizada por los visitantes y la antigua por las personas que trabajan/observan en el OT.
- La capacidad del estacionamiento del OT se ha duplicado. Se construirá una nueva entrada de doble vía. En un futuro los autobuses podrán realizar un cambio de sentido dentro del estacionamiento.



Nueva entrada del Observatorio del Teide.

- Se han instalado dos estaciones públicas de carga de automóviles eléctricos.
- Con el nuevo aparcamiento, los visitantes estacionan los vehículos en la entrada y la contrata de visitantes debe transportarlos utilizando un servicio de transporte (preferiblemente eléctrico). En la actualidad los alumnos ya caminan desde el aparcamiento hasta los telescopios en las visitas.

OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC

Los miembros del Grupo de Operaciones telescópicas, del que es responsable Álex Oscoz Abad, son: Olga M. Zamora Sánchez (A. Soporte), Matteo Monelli (Postdoc), Antonio Pimienta de la Rosa (Observador) y los Técnicos de Operaciones Telescópicas (TOTs): Joshua Barrios Pérez, María V. Bollo Tesoro, Fateh A. Chaundhry Bahmni, Román Alexis Gómez Águeda, Eduardo A. Mantero Castañeda, Miguel Rodríguez Alarcón, Manuel Sánchez Benavente y Fernando Tinaut Ruano.

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental del GRUTE (Grupo de Operaciones telescópicas) es la correcta gestión de aquellas instalaciones pertenecientes al IAC en los Observatorios incluyendo la instrumentación propia del centro y de la parte de tiempo de observación que el IAC tiene en otros telescopios de los Observatorios. Existen tres tipos de instalaciones: Instrumentos, Telescopios y Experimentos (ITE). En el primer grupo están los desarrollados por el IAC que estén en operación, tales como AOLI, GHAFaS o LIRIS en el telescopio WHT, FastCam en el telescopio NOT; TIP o TIP-II en el telescopio VTT y GRE-

GOR, FastCam o MuSCAT-2 en el telescopio TCS; CAMELOT-2 en el telescopio IAC-80. Los telescopios pertenecientes al IAC incluyen, TCS, IAC-80, 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 (telescopios TNG, INT y NOT). También se realizan tareas de revisión o pequeñas actuaciones en otros telescopios, como SPECULOOS. Con respecto a los experimentos, hay tres grupos: el complejo CMB, el Laboratorio Solar y los pequeños telescopios y experimentos (DIMMA, SQM, TAT, etc.).

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

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

HITOS

Se han realizado 67 noches de servicio-37 en IAC-80, 11 en TCS y 19 en ORM (INT, NOT y TNG)-, 27 noches de pruebas en TCS, IAC-80 y NOT (FastCam) y 3 días de mantenimiento de LIRIS. Por otro lado, los TOTs han comenzado a colaborar en las noches de servicio del ORM.

TCS e IAC-80. 100% de ocupación de TCS, 97% de IAC-80 y 23 publicaciones en revistas internacionales con árbitro. El año con más publicaciones del TCS desde 2001. 7 universidades de toda Europa han usado TCS y/o IAC-80. Se han empezado las reformas de la electrónica y el software de control de ambos telescopios. Observaciones en infrarrojo térmico con el TCS.

Alta resolución espacial. Mejora de la interfaz de FastCam y unificación del software de AOLI. Pruebas con el nuevo FastCam en NOT. Inicio de colaboración con Universidad de Canterbury (Nueva Zelanda). Aprobación del grupo de Alta Resolución Espacial dentro del Área de Instrumentación.

Mejoras importantes en la web de OOC (nuevas secciones, instrumentos, utilidades, etc.) y adecuación al nuevo formato de la web del IAC. Además, se han elaborado 6 nuevos manuales o procedimientos de telescopios, instrumentos y experimentos de OT y ORM.

Creación del grupo de trabajo para futuras instalaciones e instrumentación de los OOC.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

TCS e IAC-80: nacen los proyectos de cambio de software de control y de corrector de campo del IAC-80, siguen las pruebas de guiado con los buscadores, se soluciona un problema con el secundario del TCS y se detecta otro en IAC-80 que explica fallos recurrentes. Se prueba con éxito en TCS un instrumento IR térmico de la Univ. de Liverpool. La ocupación es del 100% en TCS y 97% en IAC-80, generándose 23 publicaciones en revistas internacionales con árbitro, el mayor número del TCS desde 2001. Universidades de toda Europa (7) han usado TCS y/o IAC-80.

CAMELOT-2 es ya instrumento del telescopio IAC-80. Se ha iniciado un TFM para caracterizarlo y generar un simulador de tiempos de exposición y se trabaja en la mejora de su interfaz.

En alta resolución espacial, se ha probado el nuevo FastCam (EMCCD 1kx1k) en los telescopios TCS y NOT y se ha mejorado su interfaz con un proyecto junto a UPCT. El software de AOLI se ha unificado gracias a un becario de verano y se ha iniciado una colaboración con la Univ. de Canterbury (Nueva Zelanda). Se crea el grupo de Alta Resolución Espacial.

Actuaciones y reparaciones diversas en GONG, SONG, Razdow, MAGEC, MONS, QUIJOTE, destacando SPECULOOS, con entrenamientos de TOTs, revisiones periódicas y mejora de manuales. Se han generado procedimientos para los telescopios IAC-80, TCS o Laboratorio Solar. Las mejoras en la web de OOC incluyen actualizaciones de contenido, enlaces a medidor de calima y monitor del cielo, extinción atmosférica diurna, renovación de acuerdo para uso de Me-teosat, etc.

El proyecto ha estado involucrado en trabajos de SSA. En basura espacial con observaciones para el centro de control español y empresas y en NEOs se ha obtenido una ITT de la ESA.

Se han realizado 67 noches de servicio-37 en IAC-80, 11 en TCS y 19 en ORM (INT, NOT y TNG)-, 27 de pruebas en TCS, IAC-80 y NOT (FastCam), 3 días de mantenimiento de LIRIS y entrenamiento en la OGS. Además, los TOTs han colaborado en noches de servicio del ORM.

Los instrumentos y experimentos en el área Solar-Lab del OT (Pirámide van der Raay y Cielo Nocturno) han funcionado durante todo el año, con observaciones continuas y diarias. Los instrumentos actuales son Mark-I/BiSON (observaciones RV del Sol como estrella que requieren mano de obra al comienzo y final del día), GONG (observaciones solares automatizadas, I, V, M), SONG (observaciones nocturnas robóticas de RV de alta precisión en tiempo real de objetos brillantes) y Solar-SONG (observaciones sinópticas diurnas del TSI más espectro solar Echelle).

En formación y seguridad, se han implantado dispositivos de hombre muerto y, además de los normales, ha habido cursos sobre vehículos híbridos y sobre tratamiento y limpieza de filtros astronómicos.

OTRAS ACTIVIDADES

Artículos en periódicos, etc.

Artículo en la revista Astronomía sobre la vida de una astrónoma de soporte y sobre el IAC80.

Tesis y Masters

TFM Alberto Madrigal: "Mejoras del software de reducción de datos de CAMELOT2 y aplicación a campos ultraprofundos"

Director: M. Monelli.

Contribuciones a Congresos y Seminarios

A. Oscoz, et al., ALISIO 1 y 2- nanosats 3U+ SWIR para EO. Tecnologías ópticas y fotónicas para aplicaciones espaciales. Madrid, mayo 2019. Charla invitada.

A. Ocoz, Instituto de Astrofísica de Canarias. First NEO Observer Workshop. Puertollano, junio 2019. Charla invitada.

M. Monelli, et al., Improving the efficiency and productivity of the Canarian Observatories. IAC, octubre 2019. Charla.

A. López-Aguerri & A. Ocoz, Open Discussion. Future Instruments for the Telescopes at the OOC. La Laguna, noviembre 2019. Charla invitada.

Actividades de Divulgación

Numerosas visitas tanto en la sede central del IAC como en los Observatorios de Canarias. El proyecto fue parte fundamental, como cada año, en las Jornadas de Puertas Abiertas del OT.

Jornada de divulgación con un youtuber y emisión en directo desde el telescopio IAC-80.

Enlace en directo con un Hackathon de la NASA.

Reedición de los folletos de divulgación con 5 imágenes astronómicas y sus correspondientes explicaciones.

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

El equipo de Caracterización de los Observatorios de Canarias está formado por Julio A. Castro Almazán, Sebastián Hidalgo Rodríguez y Antonia M^a Varela Pérez (tiempo compartido con la Fundación Starlight) y dirigido por Casiana Muñoz-Tuñón.

El equipo de caracterización tiene el objetivo central de la implementación de técnicas y medidas de la atmósfera en los observatorios que cuantifiquen de modo objetivo su calidad para la astronomía. También es el equipo interlocutor del IAC con otras instituciones internacionales y observatorios en este campo.

El resumen de actividades, desglosadas en instrumentos/temas se da a continuación.

DIMMA

En 2018 se inició la actualización de los instrumentos de medida de seeing DIMMA, para convertirlos en instrumentos completamente automáticos. La revisión del Proyecto por evaluadores externos al mismo fue en diciembre de 2018, de modo que el periodo de comisionado se ha llevado a cabo a lo largo de 2019.

El nuevo sistema automático comenzó a operar en el mes de febrero de 2019 en el OT. Se realizaron varias pruebas hasta que el equipo retomó la operación rutinaria con datos online en abril. A continuación, comenzó la implementación en el ORM. La necesaria renovación de algunas licencias de software fue aprovechada para abordar una serie de actualizaciones adicionales. Las pruebas iniciales del DIMMA en el ORM (Ver figura) se realizaron entre julio y septiembre.

El periodo de comisionado puso en evidencia algunos puntos débiles del hardware del DIMM que se han

ido abordando progresivamente, se extenderá la búsqueda de algunas de las soluciones a los primeros meses de 2020. El Proyecto de automatización se realizó bajo una licitación obtenida por la empresa informática Shidix Technologies S.L. y con el soporte de los Departamentos de Ingeniería de Software y de Electrónica del IAC. Para un mayor seguimiento de posibles incidencias se ha contado con el apoyo de los Técnicos del OT y para su resolución se ha contado con el Departamento de Mantenimiento Instrumental del IAC y Mantenimiento Civil del ORM.

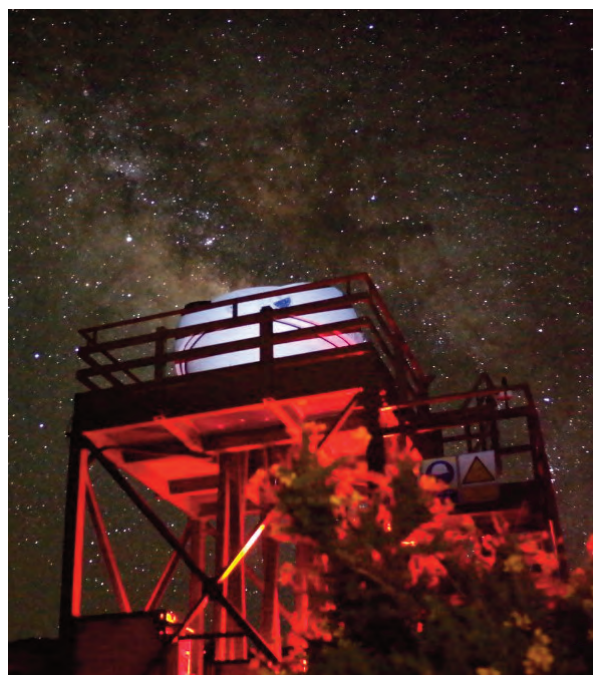
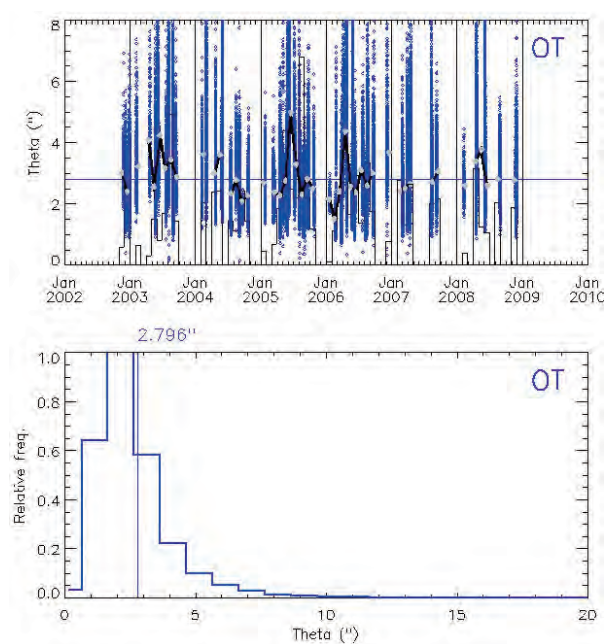


Imagen de la torre DIMMA en el ORM.

APERTURA DE LA BASE DE DATOS DE PERFILES DE TURBULENCIA DEL IAC

El IAC dispone de la más extensa base de datos de perfiles de turbulencia obtenida en cualquier otro observatorio astronómico del mundo. Se trata de más de 400 noches de medidas de perfiles de C_n^2 (la constante de proporcionalidad que indica la intensidad de los efectos ópticos introducidos por la turbulencia), repartidas entre el OT y el ORM. Los perfiles fueron obtenidos mediante la técnica g-SCIDAR en años anteriores. En 2019 se preparó la base de datos para compartir libremente este conjunto de datos con otros equipos y colegas internacionales, por medio de la plataforma OwnCloud del IAC. Los datos se han compartido bajo petición y protegidos por copyright, con libertad para ser usados con fines de investigación, pero no para uso lucrativo, ni directa ni indirectamente. Hasta ahora los datos han sido compartidos con equipos de Caltech (EEUU), Univ. de Durham (Reino Unido), Obs. Astrofísico di Arcetri- INAF (Italia) o el National Astronomical Obs. de Japón.

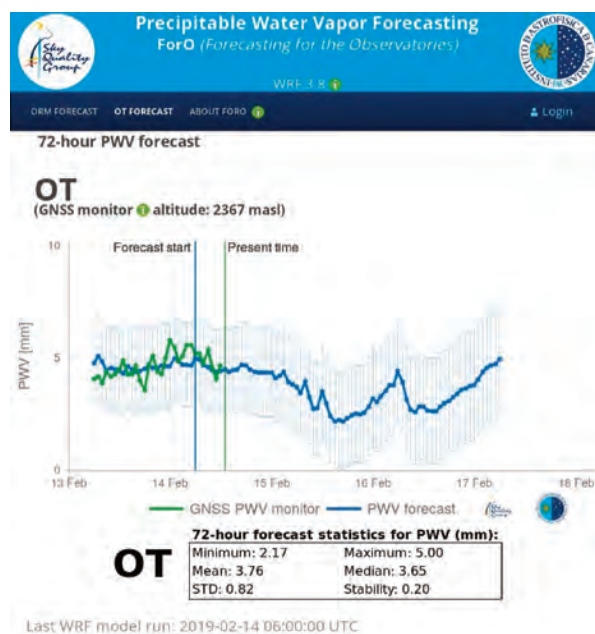
También se han generado y compartido productos derivados, como, por ejemplo, el tiempo de coherencia (τ_0) o el ángulo isoplanático (θ_0). Estos últimos datos fueron compartidos, a petición de la ESA, con la empresa checa Synopta, para desarrollos dentro del programa de enlaces ópticos y telemetría láser con satélites, desde la OGS, en el OT. En la figura se muestra un resumen de la distribución de los valores de θ_0 en el OT.



Serie temporal y distribución estadística de las medidas de ángulo isoplanático (θ_0) en el OT, obtenidas con la técnica g-SCIDAR. El valor mediano está indicado.

APOYO AL PROYECTO SPECULOOS

El Proyecto SPECULOOS (Search for habitable Planets Eclipsing ULtra-coOL Stars; Búsqueda de planetas habitables eclipsando estrellas ultra frías, en español), una colaboración internacional de 7 instituciones, entre las que se encuentra el IAC, lideradas por la Universidad de Lieja (Bélgica), instaló el primero de sus telescopios previstos en el OT en 2019. Para el comisionado y preparación de las pipelines de reducción de datos, así como para la planificación de las observaciones, SPECULOOS ha requerido de numerosos datos y productos del SQT. En particular, se han preparado y cedido datos calibrados de PWV obtenidos mediante la técnica de medida de los retrasos troposféricos de las señales GNSS. SPECULOOS fue de los primeros usuarios de la nueva versión del monitor GNSS de PWV en tiempo real, que incluye el OT. Se prepararon scripts para la cesión periódica de los datos. El SQT también proporcionó acceso a su sistema ForO (Forecasting the Observatories) de predicción de PWV en los Observatorios.



Captura de pantalla del sistema ForO de predicción de PWV.

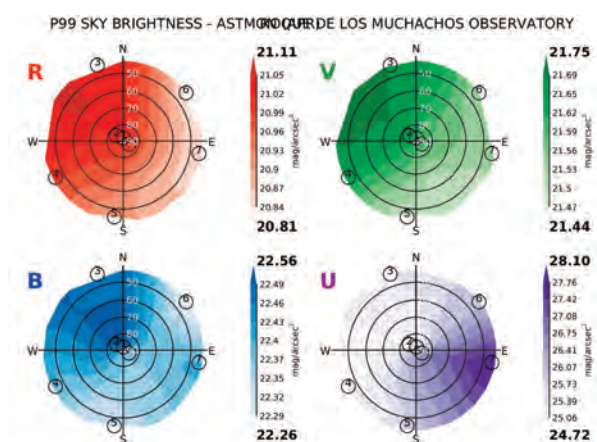
Así mismo, SPECULOOS ha recibido, o accedido en tiempo real, según el caso, datos de polvo atmosférico. Entre ellos, se incluyen los datos de partículas en suspensión PM10 obtenidos por el CIAI (AEMet) y recibidos por el SQT como parte del acuerdo de colaboración entre el IAC y la AEMet. También se ha prestado consultoría en los productos de predicción del Barcelona Supercomputing Center. Finalmente, se han cedido los datos de *seeing* obtenidos por los monitores DIMMA.

APOYO A LA INICIATIVA DE PLOCAN PARA EL SISTEMA COPERNICUS

La Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN) es una de las cinco Infraestructura Científicas y Técnicas Singulares ubicadas en Canarias, junto con los Observatorios del IAC, el telescopio GTC y 2 nodos de la Red Española de Supercomputación. Se trata de una infraestructura de reciente creación dedicada a estudios de Oceanografía relacionados con el uso responsable y sostenible del océano. La Plataforma ha presentado candidatura para que Canarias pueda ser incluida en la lista de potenciales sedes a considerar por EUMETSAT para su sistema de seguimiento y medidas de la Tierra desde satélites: Sistema Copernicus. A petición de PLOCAN, se redactó un informe con un resumen de las condiciones de la atmósfera para la Astronomía en Canarias. El informe se focalizó en los aspectos más relacionados con la transparencia, nubosidad y tiempo útil. Se incluyeron referencias al uso de satélites para la caracterización de observatorios astronómicos y se enumeraron las instalaciones relacionadas más relevantes, como el telescopio de la OGS de la ESA, instalado en el OT.

DATOS DE FONDO DE CIELO NOCTURNO

Haciendo uso de la herramienta ASTMONdata programada por el SQT, se redujeron y prepararon los datos de fondo de cielo en bandas U, B, V y R y distintas distancias cenitales, para ambos Observatorios en 2019. Los datos son obtenidos por la OTCPC con el instrumento basado en cámara de todo-cielo, ASTMON. Los datos se prepararon y cedieron a petición del Prof. Martin Aube, de las Universidades de Sherbrooke y Bishop (Canadá). Con los datos de fondo de cielo se gene-

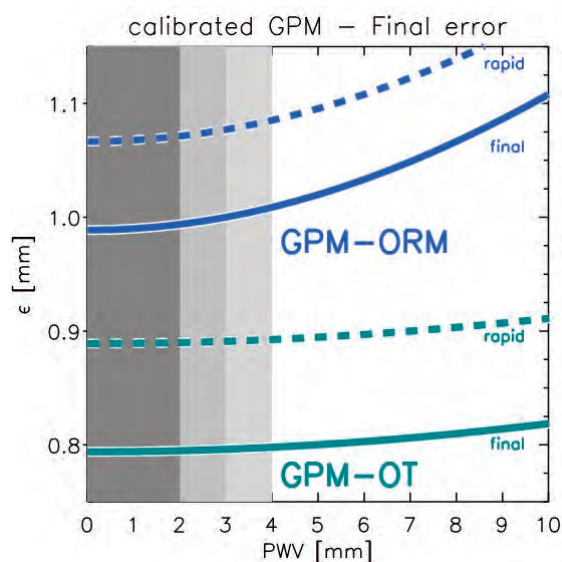


Mapas polares de brillo de fondo de cielo frente a la distancia cenital en distintos azimuths y filtros, para el ORM. El fondo de cielo se definió, en este caso, como el valor del percentil 99º de la distribución.

ran tres productos: datos reducidos en formato ASCII, gráficos mensuales con estadística completa y gráfico de mapas de cielo en coordenadas polares (Ver figura abajo a la izquierda).

VAPOR DE AGUA PRECIPITABLE

El estudio del vapor de agua precipitable (PWV) sobre los Observatorios, así como la optimización de la técnica basada en los retrasos troposféricos de las señales GNSS para su medida en tiempo real, ha concentrado parte de los esfuerzos de investigación del SQT en los años recientes. Este esfuerzo ha sido empujado por las comunidades IR y microondas que hacen uso de telescopios como GTC, QUIJOTE o el futuro Telescopio de Treinta Metros (TMT). Durante 2019 se pudieron completar varios resultados pendientes, relacionados con los distintos parámetros que permiten la minimización del error final de las medidas. Se establecieron fórmulas para la estimación del error final de los monitores (Ver figura), una vez calibrados. En los niveles habituales de PWV, estos errores son ~ 0.8 y ~ 0.9 mm, para los resultados en tiempo real y definitivos, respectivamente, en el monitor del OT. En el ORM los mismos errores son ~ 1.0 y ~ 1.1 mm. La diferencia es consecuencia de la mejor calibración obtenida en el OT. Con estos resultados se pudieron obtener valores estadísticos actualizados de PWV en ambos Observatorios, además de una estimación de los tiempos de estabilidad en distintas condiciones.



Error final obtenido para los monitores de PWV en el ORM (GPM-ORM en la figura) y OT (GPM-OT), en función de la cantidad de PWV. Las líneas discontinuas corresponden al modo rápido de operación (resultados en tiempo real) y las continuas al modo final.

Estos resultados permitieron la implementación de la versión 2.1 de los monitores de PWV en tiempo real. Además de las mejoras en precisión y otras cuestiones técnicas, la principal novedad fue la inclusión del OT.

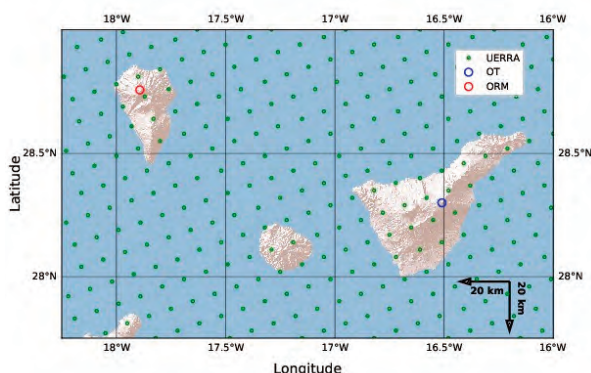
El sistema de predicción de PWV ForO sufrió una parada forzosa en Julio a causa de unos cambios llevados a cabo en los servidores del National Center for Environmental Prediction (NCEP) donde se publican las salidas del modelo global GFS (Global Forecast System), que se usan como condiciones iniciales en ForO. Durante la adecuación del sistema se detectó un bug oculto en el software de gestión de la predicción y se programó el correspondiente parche como parte de la garantía ofrecida por la empresa que había programado el módulo afectado.

Los distintos resultados de PWV o el acceso a los monitores y al sistema de predicción se ha compartido, bajo petición, con los siguientes proyectos: TMT, Event Horizon Telescope, instrumento KISS para QUIJOTE y Proyecto SPECULOOS.

El desarrollo del monitor de vapor de agua "online" así como la determinación precisa de los errores del método han sido parte de la Tesis Doctoral del ingeniero del Proyecto Julio Castro Almazán que defendió con la calificación "cum laude" en el mes de junio.

TRABAJOS DE COMPARACIÓN DIURNA ORM-OT PARA EL TELESCOPIO SOLAR EUROPEO (EST)

En el marco de la fase previa del desarrollo del EST, se ha realizado un análisis climatológico comparativo del OT y ORM. Para ello se han usado parámetros cli-



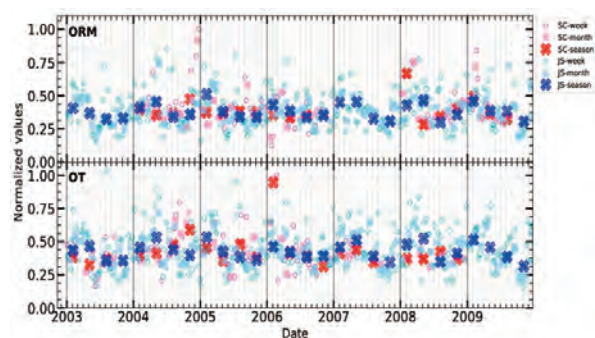
Resolución espacial de UERRA sobre una proyección cilíndrica equidistante del mapa alrededor de las Islas de Tenerife y La Palma, en donde se encuentran el OT (círculo azul) y el ORM (círculo rojo), respectivamente. Cada punto del mapa contiene información sobre parámetros meteorológicos en 24 niveles verticales de presión.

matológicos obtenidos de la base de datos de reanálisis climático UERRA (Uncertainties in Ensembles of Regional Reanalyses) del Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (ECMWF). A esta base de datos se ha accedido gracias al acuerdo entre el IAC y la AEMet. La base de datos UERRA contiene series temporales homogéneas de alta resolución espacial (11x11 km; ver figura) y 24 niveles de presión atmosférica para los parámetros humedad relativa, temperatura y dirección y velocidad del viento.

UERRA es una base de datos de reanálisis climático tipo ensemble (agrupación de salidas de varios modelos) de ámbito regional, cuya característica principal es la consistencia espacial y temporal. Los modelos empleados para UERRA se basan en datos obtenidos desde radiosondeos, satélites, boyas marinas y naves, entre otros. La información proporcionada por UERRA se ha contrastado con los datos de los radiosondeos operacionales de la estación de la AEMet en Güímar (Tenerife), siendo ambos totalmente consistentes.

Se han obtenido series temporales y distribuciones de los parámetros antes mencionados para el OT y ORM tanto en la atmósfera ligada (primer kilómetro por encima de los Observatorios), como en la atmósfera libre (AL). De los resultados se concluye lo siguiente:

- La diferencia en humedad relativa es menor que el 3% entre ambos observatorios.
- La diferencia en temperatura es menor que 0.2 K.
- No hay diferencias significativas en la velocidad del viento.
- La componente principal del viento en el ORM es NE, con un pico secundario hacia el O.



Comparación entre la intensidad del JS y el seeing de la AL para el ORM (panel superior) y el OT (panel inferior). Los puntos rojos muestran los valores medianos normalizados de seeing obtenidos con SCIDAR (SC-) para períodos de tiempo semanales, mensuales y estacionales. Los puntos azulados muestran la intensidad normalizada del JS (JS-) para los mismos períodos de tiempo.

- En el OT, la componente principal es O, con un pico menos importante en dirección NE.

Los parámetros climatológicos analizados muestran una gran estabilidad con pequeñas variaciones estacionales, tanto para el OT como para el ORM, en una línea de tiempo muy amplia.

Se ha caracterizado el efecto de la intensidad de la corriente de chorro o *jet-stream* (JS; perfil vertical del viento a 200 hPa; ~12 km) y comparado con el *seeing* de la AL. El resultado sugiere una covarianza del *seeing* de la AL con la intensidad del JS (ver figura). No se han encontrado diferencias significativas entre el OT y el ORM relativas a la intensidad del JS.

ACUERDO DE COLABORACIÓN IAC-AEMET

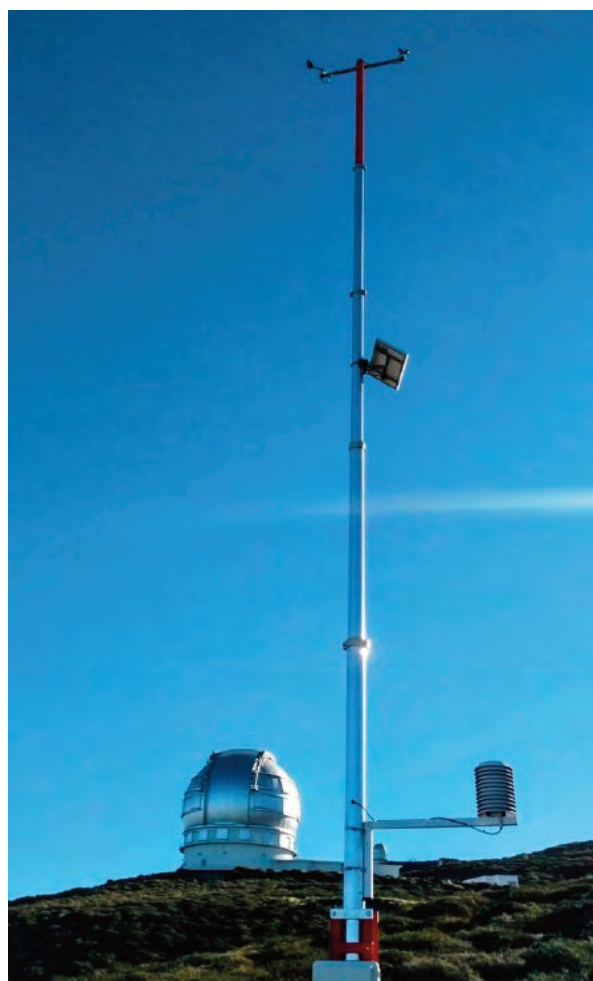
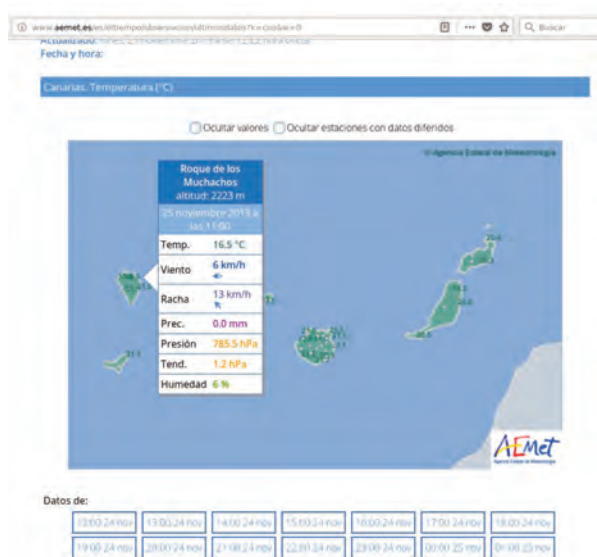
La subdirectora del IAC con la colaboración del grupo de Caracterización es la responsable de mantener el acuerdo de colaboración institucional entre el IAC y la AEMet en materia de investigación y compartición de datos y servicios. Para ello, se llevan a cabo reuniones periódicas de seguimiento del acuerdo, normalmente anuales. La reunión de 2019 se celebró en las instalaciones del Observatorio Atmosférico de Izaña, organizada por el CIAI. Asistieron, por parte de la AEMet, la directora de Planificación, Estrategia y Desarrollo Comercial, Carmen Rus, la jefa de Área de Atención a Usuarios, Dirección de Planificación, Estrategia y Desarrollo Comercial, Elia Díaz, el director del CIAI, Emilio Cuevas y el jefe de la Unidad de Sistemas Básicos del CIAI, Ramón Ramos. Por parte del IAC, la subdirectora y responsable del SQT, Casiana Muñoz-Tuñón, el admi-

nistrador del OT, Miquel Serra, el jefe de Operaciones telescópicas, Álex Oscoz y el ingeniero de caracterización del SQT, Julio Castro.

Los principales asuntos desarrollados en 2019 como resultado de esta colaboración son los siguientes:

Estación meteorológica automática de referencia para el ORM

Los telescopios suelen contar con estaciones meteorológicas automáticas (AWS) para dar apoyo a su operación. Estas estaciones pueden presentar defectos de calibración, continuidad y/o ubicación, que hacen que no sean homogéneas entre sí, lo que dificulta el uso de los datos para registros y estudios climáticos. La instalación de una AWS de referencia para el ORM, siguiendo los criterios de la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el control de calidad de la AEMet era una demanda del Observatorio. En 2018 se instaló una AWS con estas características por parte de la AEMet (Ver figura), cuya puesta en marcha de manera rutinaria se llevó a cabo a lo largo de 2019, en el marco del



Izquierda: Datos online de la AWS en el ORM. Derecha: Mástil de la AWS de la AEMet en el ORM.

acuerdo de colaboración. El IAC, bajo gestión del SQT, ha proporcionado el acceso al sitio y las conexiones eléctrica y de red, además de dar soporte en la selección de la ubicación precisa y en los trámites administrativos y permisos con el Ayuntamiento de Garafía. Los datos de la estación están online en la web de la AEMet con frecuencia horaria desde octubre (Ver figura). Se han coordinado las acciones necesarias para recibir los datos con frecuencia minutal, lo que permitirá que la AWS pueda ser usada también como soporte de las operaciones de los telescopios.

Fotómetro CIMEL de la red AERONET en el ORM

En 2019 se ha conseguido que el CIAI (AEMet) incorpore al ORM como uno de los nodos de medida de la red internacional AERONET (AErosol RObotic NETWORK), liderada por la NASA y focalizada en la medición diurna del espesor óptico de aerosoles (AOD) y PWV en distintos regímenes de aerosoles. Para ello se ha instalado un fotómetro solar CIMEL en la azotea de los edificios auxiliares de la Residencia del ORM (ver figura). El IAC, coordinado por el SQT, ha proporcionado el acceso, preparado el pilar de hormigón de base, proporcionado las conexiones eléctricas y de red y dado soporte local durante la instalación. Además, el IAC se compromete a la realización de tareas de mantenimiento rutinario del equipo. Los datos de AERONET en el ORM permitirán realizar estudios de alta calidad sobre el impacto de los aerosoles en la calidad óptica del Observatorio.



Fotómetro solar CIMEL gestionado e instalado por el CIAI (AEMet) con soporte del SQT en el ORM. El equipo forma parte de la red AERONET liderada por la NASA.

Recepción de predicciones meteorológicas

En 2019 se han seguido recibiendo predicciones meteorológicas detalladas para los Observatorios, ante fenómenos adversos, elaborados específicamente por el Centro de Predicción y Vigilancia (CPV) del Centro Territorial de la AEMet en Santa Cruz de Tenerife. Así mismo, en la reunión de diciembre, se concretaron otros productos complementarios de predicción de alta resolución, focalizados en los Observatorios, como mapas y meteogramas, así como las plataformas de recepción de los mismos.

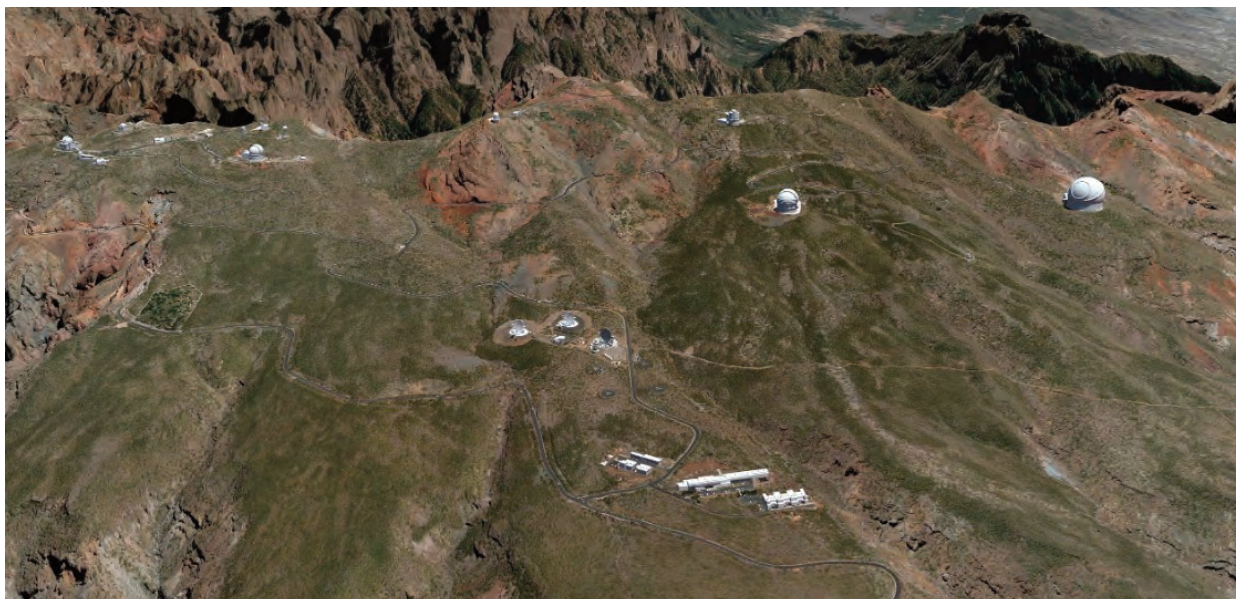
Recepción de datos meteorológicos en tiempo real

El SQT es el responsable de la recepción y difusión en el IAC, en su caso, de los datos de la AEMet que se acuerden dentro del acuerdo de colaboración. Actualmente, se están recibiendo periódicamente, datos de partículas en suspensión PM10, perfiles los de alta resolución de los radiosondeos operacionales de la estación de Güímar, datos de PWV de la antena GNSS IZAN procesados de forma independiente por la AEMet y los valores locales de presión barométrica, temperatura y humedad relativa de Izaña.

De forma paralela a las reuniones anuales de seguimiento del acuerdo IAC-AEMet, el SQT mantiene otra serie de reuniones técnicas puntuales con personal de la AEMet. Estas reuniones puntuales se distribuyen a lo largo del año y van dirigidas al abordaje de cuestiones técnicas particulares emanadas de las tareas acordadas en la reunión anual. Entre ellas, podemos citar las reuniones de coordinación para la instalación de la AWS del ORM y reuniones técnicas para la gestión de los datos de la misma estación, las reuniones de coordinación para la instalación del fotómetro CIMEL en el ORM y una reunión de consultoría para la selección de una base de datos de reanálisis meteorológico adecuada para los trabajos de caracterización del futuro EST.

COLABORACIÓN CON TMT

El Grupo de Caracterización es el interlocutor del IAC con TMT en temas de caracterización. Gestionar y coordina la colaboración con el Proyecto TMT en materia de caracterización del ORM desde 2016. En una primera fase, la aportación del Grupo de Caracterización fue clave en la selección del ORM como sitio alternativo a Mauna Kea, (Hawai, EEUU) frente a otros competidores. En 2019, la colaboración se mantiene plenamente activa, incluyendo la compartición de los datos relevantes para establecer los requerimientos de ingeniería y de diseño del Proyecto TMT en el ORM, o líneas de investigación incipientes que podrán continuarse con independencia de la decisión final que se tome



Infografía con la representación del TMT en su posible ubicación precisa dentro del ORM. El TMT es la cúpula más a la derecha.

sobre la ubicación del telescopio. Un ejemplo es la estimación de valores bajos de PWV en el OT a partir de los skydips de calibración del experimento QUIJOTE, en una colaboración que incluye, además del telescopio TMT y el SQT, al propio equipo de QUIJOTE.

En 2019, además de la resolución de dudas puntuales a lo largo de todo el año, se han redactado dos informes. Uno sobre la estimación de costes para la instalación de equipos avanzados de caracterización en el emplazamiento candidato a albergar el telescopio TMT en el ORM (Ver figura). Este informe fue usado por TMT como input para una solicitud de financiación a la National Science Foundation (NSF) de Estados Unidos.

Un segundo informe se preparó en colaboración con el Departamento de Ingeniería Óptica del IAC sobre los el historial e hitos obtenidos en el ORM en el campo de la Óptica Adaptativa (AO). Entre estos hitos, a nivel mundial, se pueden destacar la primera reconstrucción tomográfica de cielo completo con AO, el primer sentido en cielo con sensor de frente de onda de pirámide o el establecimiento de uno de los primeros y exitosos sistemas completamente operacionales de AO diurna, el de la Torre Solar Sueca, operativo desde 1999, tras varias actualizaciones.

SUCOSIP Y EL GRUPO DE TRABAJO DE LÁSERES

La directora del grupo de caracterización es la promotora y responsable del Subcomité de Propiedades de los Observatorios (SUCOSIP), que se encarga de impulsar estudios de caracterización en los Observatorios

y asesorar al Comité Científico Internacional sobre el impacto que las nuevas instalaciones puedan tener en los telescopios ya en funcionamiento. Hace ahora tres años, SUCOSIP definió un Grupo de trabajo sobre la implementación del protocolo de regulación del futuro uso de los láseres en los Observatorios. El Grupo de Caracterización forma parte del “Grupo de trabajo de láseres”. La reunión periódica de este grupo la organizó el SQT en la sede central del IAC en el mes de septiembre. En la reunión se presentó un extenso documento en el que se establecen las bases de la política de prioridades para el uso de láseres operacionales en el ORM. El documento presenta los resultados de simulaciones con la probabilidad de colisión entre los telescopios del ORM y los distintos láseres actuales y previstos. Los resultados muestran que, en primera fase, es aceptable un nivel básico (la llamada política de “primero en el blanco” o “first on target”) del actual Sistema de Control de Tráfico de Láseres (LTCS), que calcula las predicciones de colisión. Un resumen del trabajo fue presentado también en el Congreso de Óptica Adaptativa AO4ELT6 celebrado en junio en Quebec (Canadá).

OTRAS COLABORACIONES, PARTICIPACIONES Y SOPORTES

Soporte a congresos de Óptica Adaptativa

El SQT dio soporte inicial a los Congresos “Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes 6 (AO4ELT6)” y “13th Workshop on Laser Technology and Systems for Astronomical Adaptive Optics (L4AO13)”, celebrados en

en junio en Quebec (Canadá). La aportación del SQT obedece a la experiencia ganada al haber participado como SOC y LOC en la organización de las ediciones anteriores de estas mismas reuniones, celebradas en Tenerife en 2017.

Participación en el congreso Future Instruments for the Telescopes at the Observatorios de Canarias

El SQT asistió, y participó como LOC, al Congreso “Future Instruments for the Telescopes at the Observatorios de Canarias” que se celebró en La Laguna, Tenerife, entre los días 11 y 13 de noviembre. Casiana Muñoz-Tuñón impartió la charla invitada “Site Characterization: Achieving Optimum Observations”.

Colaboraciones docentes

Se ha impartido la siguiente formación:

- La asignatura Iniciación a la Astronomía de los Estudios Universitarios para Adultos y Mayores de la ULL.
- Una semana de la asignatura “Electrónica y Óptica en Astrofísica” de cuarto curso del Grado de Física (ULL).
- Un seminario sobre la técnica SCIDAR en la asignatura “Técnicas Astrofísicas” del Máster de Astrofísica (ULL).

- Un curso de programación Python de 30 h en La Universidad de Pisa.
- Nueve cursos de formación de monitores astronómicos de la Fundación Starlight.
- Tres cursos de extensión universitaria (ULL) titulados “Astroturismo como una oportunidad de innovación”, en distintos municipios de Tenerife.
- Se ha participado en más de 30 eventos de Divulgación.

Otras comisiones

Antonia Varela forma parte de las comisiones “Mujeres influyentes de Canarias” y “Charter 100” que abordan la visibilidad de las mujeres en los ámbitos científico y tecnológico, en Canarias en particular, y promueven iniciativas para compensar la brecha de género que sufren estos campos. Así mismo, coordina la Comisión del Clima y Calidad del Aire del Observatorio de Cambio Climático del Gobierno de Canarias. Entre los hitos conseguidos desde esa comisión para la protección de las condiciones de los Observatorios, se encuentra la incorporación de la protección del cielo, para todo el Archipiélago, en el anteproyecto de la ley de Cambio Climático de Canarias.

Las necesidades del Grupo de Caracterización de los Observatorios para 2020 están cubiertas por la financiación del Plan Estratégico- proyecto INSIDE.

MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL

El equipo de mantenimiento instrumental es responsabilidad de Emilio J. Cadavid Delgado, y está formado por J.E. García Velázquez, J J. González Nóbrega, P.A. Ayala Esteban y H. Lamosa Garrido.

En el año 2019 el servicio de Mantenimiento Instrumental, como en los años anteriores, realizó las labores normales que tiene asignadas. Este año se incorporó el 1 de junio un técnico nuevo con contrato de prácticas. Con esto se alivió algo los problemas generados por la jubilación en 2017 de uno de los técnicos y que otro que por su edad pasó a prestar sus servicios exclusivamente en la Sede Central.

ACTIVIDADES RUTINARIAS

Durante el año 2019 se facturaron a los proyectos un total de 6.078,5 horas. La distribución por proyectos se ve en el Gráfico I.

Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC

Como siempre el Proyecto Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC, fue el más importante. En el Gráfico II vemos como se distribuyeron los trabajos en este Proyecto.

IAC80

Este año en el IAC80 además de las tareas rutinarias de mantenimiento preventivo se reportaron como averías relevantes un fallo en la Caja de Adquisición y Guiado que requirió el cambio de del carro X-Y. Además, tenemos fallos intermitentes en las comunicaciones del controlador de la cúpula con el PC de Control y una fuga en una de las mangueras de GAS de la CCD CAMELOT.

Como hitos importantes en esta instalación en 2019 se procedió la sustitución del CCD CAMELOT, en servicio desde el 2005 por CAMELOT 2. También se procedieron

Gráfico I.
Dedicación de
Mantenimiento
Instrumental
a los diversos
proyectos
en 2018 y 2019

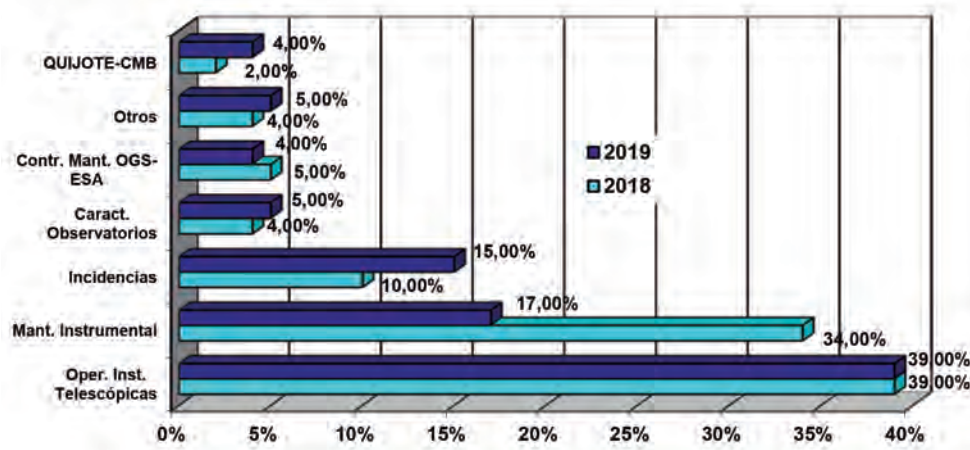
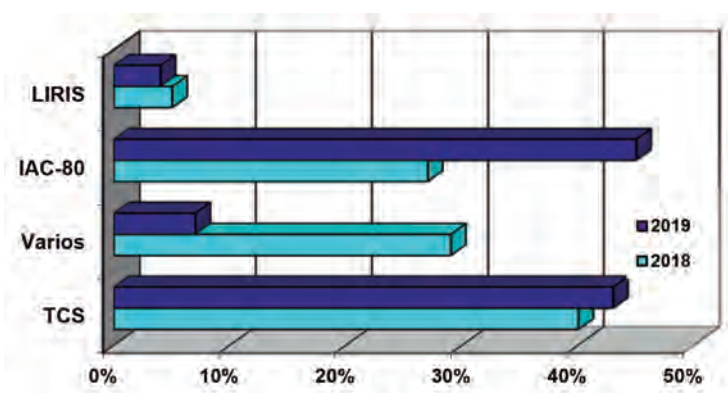


Gráfico II.
Distribución de
actividades del
Proyecto Operación
de las Instalaciones
telescópicas
en 2018 y 2019



una serie de pruebas con la cámara de TV utilizada para el autoguiado instalada en el buscador.

TCS

En el TCS, tal como en el IAC80, se realizaron las labores de mantenimiento preventivo. En el apartado de averías ocurrieron fallos intermitentes en el sistema de foco y en el control de la cúpula que después de una serie de intervenciones parecen reparados.

LIRIS

Este año realizamos el mantenimiento anual de LIRIS planificado.

VARIOS

El apartado VARIOS refleja los tiempos empleados en las actividades comunes a ambos telescopios u otros trabajos cargados a este proyecto. En el primer punto tenemos las horas dedicadas a la fabricación de los repuestos del control de la cúpula del telescopio TCS. El segundo punto incluye básicamente las horas empleadas en cambios de equipo en el NOT (ORM) y traslado de materiales al ORM.



Antiguo control del MONS.

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 2019 se han realizado 242 inspecciones y se han formulado 152 denuncias (54% más que en 2018) y se han resuelto 48 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 24 h o por excesivo brillo. La colaboración de la Consejería de Industria, al amparo del Reglamento RD.1890/2008 continua siendo nula por lo que *cada vez resulta más difícil hacer cumplir la Ley*. El número de informes técnicos se ha mantenido (216). Se han realizado 200 registros de entrada y 441 de salida (por la Sede Electrónica gestionados por la OTPC, 178 entradas y 178 salidas). El número de correos electrónicos para consultas fue de 2.069 mensajes (1.226 en consultas a instalaciones y 544 de luminarias, 299 relacionadas con las denuncias). Ha habido un incremento importante de las certificaciones de luminarias y lámparas con un total de 113 certificaciones este año.

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

Se continúa instalando la tecnología LED ÁMBAR IAC (PC-ÁMBAR) con las limitaciones elaboradas por la OTPC. Las instalaciones de alumbrado sustituidas en Puntagorda y Tijarafe, en La Palma, en 2016 continúan sin cumplir los requerimientos técnicos de la Normativa.

Continúa funcionando los ASTMON en el OT y ORM tras varias reparaciones. Siguen dando fallos de forma aleatoria por problemas con Windows y conexiones por lo que se van obteniendo datos con dificultad a falta de disponer de personal dedicado a su actualización y mantenimiento.

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 2019

Divulgación (charlas, ponencias y cursos impartidos)

- Simposium Nacional de Alumbrado en Pamplona, 8-10 mayo.
- Calidad del cielo y contaminación lumínica: La Ley del Cielo. Cabildo de La Palma. 11 y 21 febrero.
- Calidad del cielo y contaminación lumínica: La experiencia de la Ley del Cielo. Fundación Starlight, Garafía, La Palma. 26 marzo.
- Otra manera de iluminar la noche: Reventón Trail El Paso. En Breña Baja, La Palma, 25 febrero.
- Otra manera de encender la noche: Iluminación inteligente para la protección del cielo y el ahorro. Puerto del Rosario, Fuerteventura, 30 octubre.
- Certificación de Luminarias por el IAC y Criterios Exigibles a las Luminarias y Placas de Ledes. II Encuentro Starlight de Astroturismo. Menorca, 28-30 de noviembre.
- Entrevistas en TV, Radio y notas de prensa.

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).

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 OT y ORM, pero con dificultad.



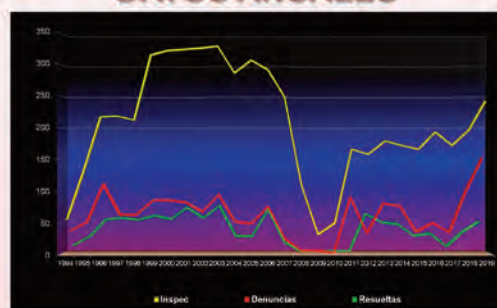
Ejemplo de adaptación de alumbrado en Bajamar, Tenerife.

INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

EVOLUCIÓN DE INSPECCIONES Y DENUNCIAS 1994-2019

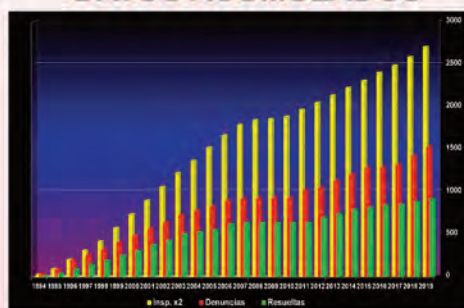
ANO	Inspec	Denuncias	Resueltas
1994	56	36	10
1995	133	49	24
1996	217	110	52
1997	218	61	54
1998	212	61	51
1999	314	84	58
2000	321	84	52
2001	323	81	71
2002	325	66	54
2003	328	93	74
2004	286	50	25
2005	306	47	24
2006	291	74	68
2007	248	23	15
2008	110	4	0
2009	32	4	0
2010	50	0	0
2011	166	89	0
2012	158	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

DATOS ANUALES



ANO	Insp. x2	Denuncias	Resueltas
1994	28	36	10
1995	95	85	34
1996	203	195	86
1997	312	256	140
1998	418	317	131
1999	575	401	249
2000	736	485	301
2001	897	566	372
2002	1060	632	426
2003	1224	725	500
2004	1367	775	525
2005	1520	822	549
2006	1665	896	617
2007	1789	919	632
2008	1844	923	632
2009	1850	927	632
2010	1885	927	632
2011	1968	1016	632
2012	2047	1048	693
2013	2137	1127	740
2014	2223	1202	784
2015	2306	1284	809
2016	2402	1284	838
2017	2488	1317	846
2018	2586	1416	878
2019	2707	1668	926

DATOS ACUMULADOS



EVOLUCIÓN DE INFORMES TÉCNICOS 1994-2019

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
Favorables	45	30	47	25	24	40	50	35	36	53	54	31	32	71	58	71	78	47	52	40	26	35	26	42	43	50	39
Favorables con m.c.	24	21	19	26	30	33	60	50	61	71	59	56	58	56	68	107	78	44	50	34	18	35	32	51	67	84	92
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
Peticion de informacion	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
Fuera de ambito	0	14	5	5	2	*	*	*	*	*	*	*	*	3	3	5	14	34	6	6	5	4	1	4	7	3	13
TOTAL	79	82	82	68	65	81	146	107	120	162	173	126	152	182	194	280	272	191	154	115	90	94	87	142	162	219	216

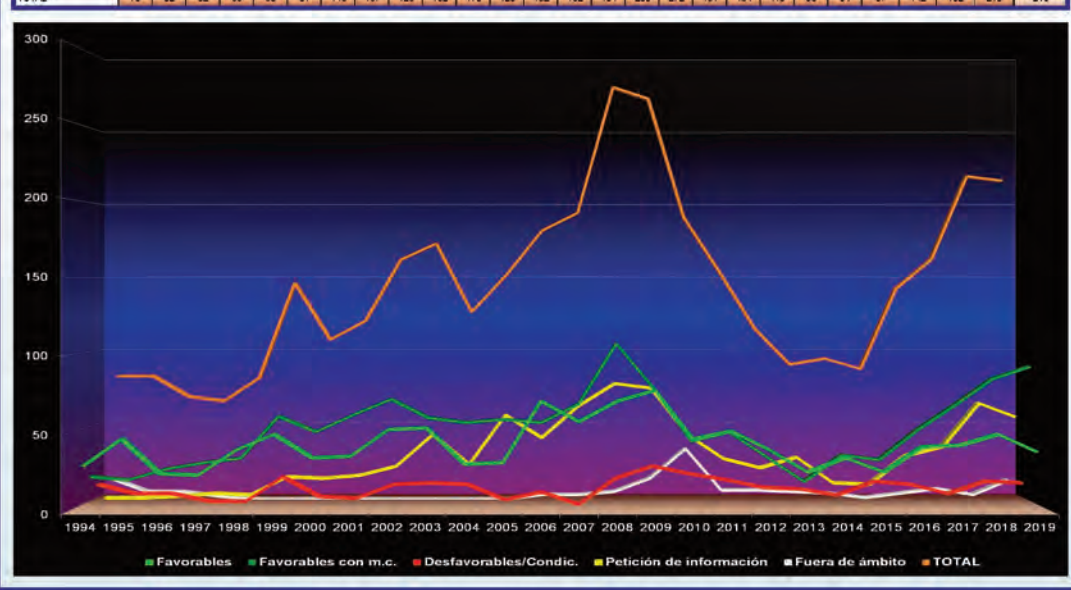


Gráfico y tablas de evolución.

SERVICIOS INFORMÁTICOS (SI)

Los Servicios Informáticos del Instituto de Astrofísica de Canarias (en adelante SI) tienen la responsabilidad de ofrecer y gestionar los servicios informáticos y de telecomunicación necesarios para poder desarrollar una investigación astronómica y tecnológica de calidad.

Para ello, tiene que atender a todas las necesidades informáticas científicas, de ingeniería y de otros servicios de soporte, definiendo estándares informáticos, desarrollando proyectos de mejora de infraestructura e implementando soluciones software. Este objetivo solo es alcanzable manteniendo la unidad actualizada en los últimos avances en tecnologías de la información y las comunicaciones, garantizando el correcto funcionamiento de todos sus componentes y velando además por la confidencialidad y la seguridad.

Los avances más significativos en el catálogo de servicios que el SI ha ofrecido durante el año 2019 se detallan en los siguientes apartados.

Servicio de Atención al Usuario

La atención al usuario es una de las principales actividades del SI. Nuestro Centro de Atención al Usuario (CAU) atiende a nuestros usuarios, solucionando los problemas que tengan en el uso de infraestructuras y aplicaciones, en cada una de nuestras cinco sedes y en los eventos y congresos organizados por nuestros in-

vestigadores. Durante este pasado año se han gestionado más de 6.400 incidencias. El gráfico al pie de esta página muestra la evolución de incidencias tratadas por meses.

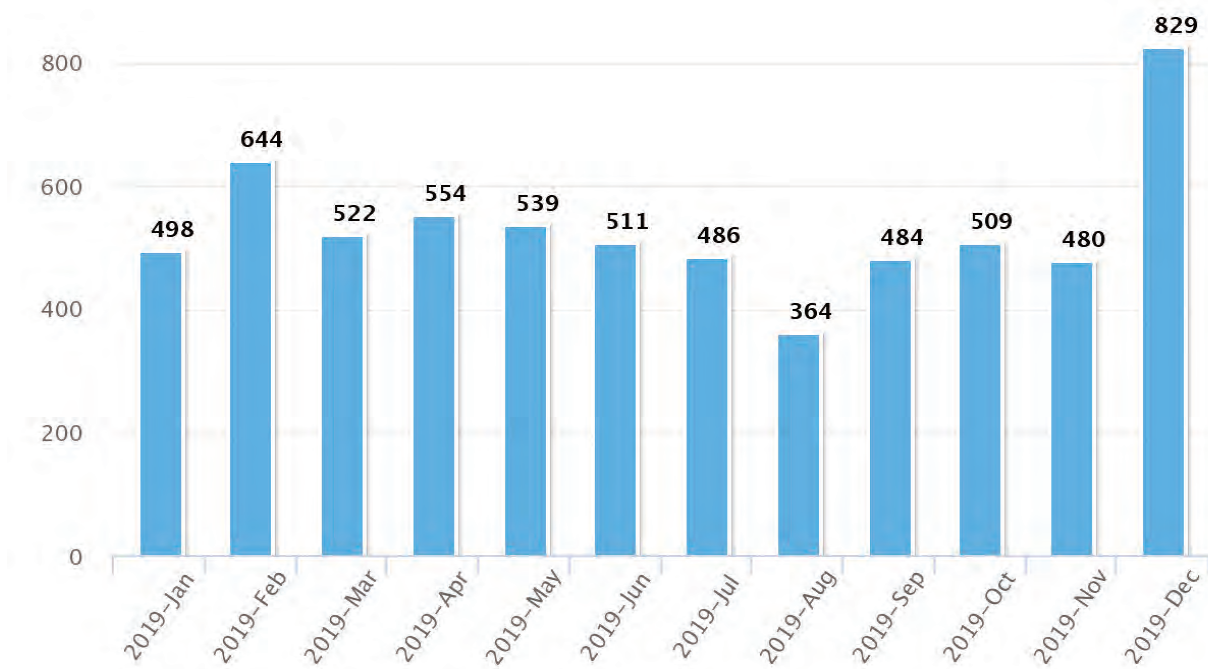
En el último trimestre de 2019, en los Servicios Informáticos se ha implantado un nuevo sistema de gestión de peticiones integrado con herramientas de gestión documental y proyectos, y que es distribuida con el nombre ePulpo.

Servicio de red

La red del IAC se extiende en cinco sedes, con una tecnología de fibra oscura entre sus sedes principales y los Observatorios que permite la ampliación de nuevos canales dedicados entre diferentes instalaciones propias o incluso con otras instalaciones de investigación extranjeras.

Las acciones más relevantes durante 2019 fueron las siguientes:

- Se han desplegado nuevas redes para instituciones usuarias en el Observatorio del Teide (SPECULOOS, GroundBIRD y LCOGT).
- Realizado el diseño de red para la sede futura de IACTEC. Desde finales de este 2019 y previsiblemente a lo largo del próximo año se está traba-



jando en la conexión de esta nueva sede a nuestra red de fibra.

- Se ha realizado un proyecto de canalización para fibra óptica en el Observatorio del Roque de los Muchachos que permitirá tener caminos alternativos dentro del Observatorio y conectar nuevas instituciones.
- En el Observatorio del Teide también se ha realizado un proyecto de canalización de nuevo cable de fibra y un inventario de las arquetas de conexión. Se ha instalado además un nuevo repartidor con cable de 144 fibras ópticas entre la residencia y el telescopio IAC-80.
- Se ha continuado con la renovación del equipamiento WIFI, actualizando puntos de acceso antiguos y mejorando la cobertura en algunas zonas. El nuevo controlador del fabricante Aruba permite además un mayor nivel de monitorización y seguimiento.
- Mejoras en nuestro sistema de monitorización de redes, en concreto en las herramientas Netdisco y Zabbix.
- Se han conectado algunos proyectos remotos utilizando nuestro sistema de redes privadas virtuales, como es el caso de WEAVE.
- La conexión con la red de gestión de la Administración General del Estado, Red SARA se ha migrado a través de una pasarela proporcionada por RedIRIS, que opera con el nombre de IRIS-SARA.
- Con el fin de actualizar y mejorar las conexiones se han renovado los router principales de acceso en los Observatorios y en nuestra sede central. Además, se han ampliado los recursos para poder filtrar el tráfico malicioso a nuestra red y al de nuestras instituciones usuarias. También hemos mejorado el equipamiento en redes internas de diferentes telescopios ampliando su capacidad hasta 10G.
- El servicio de nombres de red (DNS) se ha mejorado con dos equipos del fabricante Infoblox que permite balancear las peticiones y mejorar el rendimiento.
- El servicio de red sigue siendo pues uno de nuestros principales servicios por ser la base fundamental para la conexión de nuestras instalaciones y los proyectos de investigación que allí se despliegan.

Servicio de supercomputación

Durante 2019 se ha iniciado la migración de los equipos de sobremesa, portátiles y cálculo a Ubuntu Linux. Esta versión sustituirá gradualmente a los Fedora que utilizan los investigadores para realizar tanto

sus tareas diarias básicas, así como de procesamiento de datos.

Varios proyectos de investigación, antes las necesidades de recursos de computación y almacenamiento, han adquirido sistemas de cálculo que integran un alto número de procesadores y discos duros para poder dar cabida a cargas de trabajo que requieren muchos recursos. Este tipo de sistema tiene la ventaja de que son independientes de sistemas externos, por lo que el rendimiento de las aplicaciones se ve favorecido.

Además, un grupo de investigación que hace uso de inteligencia artificial y machine learning para poder llevar a cabo su investigación, tramitó en 2019 la compra de una workstation con 4GPUs para poder incrementar el número de entrenamientos de redes neuronales simultáneo, lo que repercute en una reducción en la obtención de resultados científicos.

Servicio de audiovisuales

En el año 2019 hemos continuado dando soporte de retransmisión a diferentes seminarios y charlas divulgativas. En el canal de youtube del IAC, en la sección de charlas ya hay publicados más de 960 vídeos retransmitidos con nuestros sistemas audiovisuales.

Seguimos con la ampliación del equipamiento de videoconferencia homogeneizando los sistemas a Logitech de cámara direccional, altavoces y micrófono de sobremesa, que permiten además la conexión con nuestros sistemas de reuniones Zoom y Jabber.

A finales de este año también hemos logrado adherirnos al sistema de licenciamiento de Zoom proporcionado por RedIRIS para las Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares, disminuyendo de esta forma el coste del servicio.

Servicio Web

Ya se ha publicado nuestro nuevo portal web www.iac.es, en el que participan más de 96 personas en trabajos de edición y revisión, que han sido formados por nuestro equipo técnico. Tras la puesta en producción se han realizado mejoras y adaptaciones, relacionando nuevos datos y ampliando las opciones de búsqueda y automatización de algunas actividades.

Se han creado las secciones “Amigos del IAC” y “Blog Vía Láctea”, migrando los antiguos contenidos y el banco de imágenes, y se ha completado una revisión de antiguas direcciones para mantener en la medida de lo posible las referencias históricas.

Coincidiendo con el lanzamiento de la web se inicia además el servicio de suscripción a nuestras *newsletters* que enviarán con periodicidad semanal información sobre empleos, noticias y eventos.

La configuración tecnológica actualmente se encuentra estable y en producción, se seguirá trabajando en la sistematización de su mantenimiento.

Sede electrónica

A lo largo de 2019, la Sede Electrónica se ha consolidado como uno de los principales mecanismos de relación con la ciudadanía, tramitándose, por citar algunas cifras, más de 300 solicitudes de empleo o más de 370 solicitudes de emisión de certificados de exención de aduanas. Además, se ha trabajado en tres nuevos procedimientos, entre los que cabe destacar el correspondiente al proceso de selección para becas de verano, que fue el primero en utilizar el mecanismo de autenticación mediante usuario y contraseña desarrollado por la SGAD a petición del IAC. Finalmente hay que destacar el reducido número de incidencias de la ciudadanía recibidas en nuestro servicio de soporte, contabilizándose únicamente 11 incidencias a lo largo de 2019.

Plan de Transformación Digital

Los Servicios Informáticos Comunes son una de las piezas claves en el impulso de la Transformación Digital de nuestra organización, incorporándose este año una nueva compañera con dedicación exclusiva a desarrollar las medidas necesarias para el cumplimiento del Plan de Transformación Digital (PTD) de la AGE. En este contexto, se han realizado diversas actividades de recopilación y análisis de datos que permiten dar un diagnóstico de la situación actual y se ha comenzado el estudio y la elaboración de un Plan de Acción que permita guiar los proyectos a llevar a cabo en los próximos años para dar respuesta al PTD. En paralelo con estas actividades, se han llevado a cabo diversas pruebas de las herramientas proporcionadas por la AGE que permiten dar cumplimiento a distintos preceptos de las leyes 39 y 40, previéndose la entrada en funcionamiento de varias de ellas a lo largo de 2020.

Almacenamiento centralizado

Se han realizado nuevas actualizaciones en los sistemas de almacenamiento y copias de seguridad. Durante este último año hemos migrado la información de copias de proyectos de investigación de cinta a cabinas de disco, mejorando así la búsqueda y recuperación.

Correo electrónico

El correo electrónico es uno de los medios de colaboración más usado en el entorno laboral actual. Tras

unificar la configuración de servidores con independencia de la red de la que se accede, se ha mejorado la seguridad del servicio limitando su acceso a aquellas conexiones cifradas y autenticadas. En la actualidad, y con el fin de mejorar algunos problemas de almacenamiento, se están barajando diferentes tecnologías que permitan un acceso más ágil.

Aplicaciones de uso común

Aparte de las aplicaciones científicas y tecnológicas necesarias para la investigación, un centro como el IAC necesita de aplicaciones de soporte y gestión para todas sus actividades. Las novedades de este último año en estas aplicaciones son:

- Hemos añadido nuevos cursos a la plataforma de formación Moodle.
- Con la puesta en producción de la web ya está igualmente en producción el software de reserva de recursos SuperSaas.
- La propia aplicación de gestión TIC se ha migrado a ePulpo, integrando funcionalidades para seguimiento de incidentes, proyectos, gestión documental, inventario TIC, seguimiento del reglamento general de protección de datos y el esquema nacional de seguridad.

Desarrollo de aplicaciones

En lo que se refiere al mantenimiento y desarrollo de aplicaciones propias destaca:

- La actualización de servidores SQL Server a la versión 2016.
- La puesta en producción de una aplicación para la publicación de Contratos Menores en la Plataforma de Contratación del Estado (PLACSP).
- La integración de datos entre SAP y el actual sistema de control horario SpecManager. Se ha iniciado igualmente el estudio de alternativas de control de presencia y horario que cubra las necesidades actuales del IAC.
- La actualización del servidor de aplicaciones Weblogic a su versión 12c con el fin de migrar la aplicación de Comisión de Asignación de Tiempos (CAT).
- Se ha iniciado la toma de requerimientos para renovar la aplicación CAT Solar y Nocturno, proyecto que se abordará en próximos años.

Sistema de gestión integral SAP

En este año, por la ausencia de uno de los principales miembros del equipo que da soporte técnico y

funcional a SAP, hemos llevado a cabo una importante reorganización de las labores del personal, con medidas como la dedicación casi en exclusiva de diversos miembros al soporte del ERP, la formación en un módulo clave como es la nómina y la mejora tanto del servicio de soporte externo, como de su gestión. Además, debido a la importancia que tiene SAP para la gestión del IAC, se ha iniciado la elaboración de un Plan de Acción que permita anticiparnos a los cambios requeridos por el fabricante para la transición de nuestro ERP a S/4 HANA.

Impresión

El IAC dispone de un parque de más de 50 impresoras multifunción conectadas a su red, y que permiten el fotocopiado, escaneo e impresión desde los puestos de trabajo. En el SI se monitoriza el consumo y se realiza un control con fines económicos y medioambientales.

En el año 2019 se imprimieron 822.041 copias de color y 592.659 en blanco y negro.

Alojamiento de Servidores

En el contexto de nuestro plan de racionalización de infraestructuras, que nos permita una gestión más automatizada y una disminución de los costes energéticos, hemos seguido actualizando nuestro sistema de virtualización de máquinas. Durante el año 2019, los servidores de Telefonía IP fueron incorporados al sistema de virtualización.

Compras informáticas

Tanto el asesoramiento técnico como los primeros trámites en la adquisición de material informático en el IAC se llevan a cabo desde el SI. Las necesidades informáticas de los usuarios son transformadas en propuestas de configuración de equipos que, posteriormente, habrá que adquirir por alguno de los procedimientos contemplados para contratación pública. En el 2019 se recibieron 328 peticiones de usuario que siguieron los procedimientos establecidos de compra pública.

Seguridad informática

La seguridad es una actividad transversal para todos los servicios que se han descrito. La actualización a la última versión de todos los elementos es necesario para minimizar la probabilidad de un incidente. El IAC, por ser administración pública dependiente de la Administración General del Estado, debe cumplir con el Esquema Nacional de Seguridad. A lo largo de este 2019 hemos incorporado la detección de incidentes de seguridad mediante la puesta en producción de una

sonda de red. Tanto el Centro Criptológico Nacional (CCN) como el centro de alertas CERT de INCIBE nos remiten alertas que investigamos en equipo.

Para mejorar también la seguridad en los puestos finales, se ha comenzado el despliegue de una solución de protección para software dañino de la compañía F-Secure, que protegerá los equipos de los tres sistemas operativos principales utilizados en el IAC. La solución permitirá además analizar archivos almacenados en nuestras cabinas centralizadas de almacenamiento.

También se ha trabajado en la configuración de nuestro sistema de cortafuegos con el fin de que nuestras instituciones usuarias puedan beneficiarse de protección adicional si así lo requieren. El filtrado de tráfico de red malicioso se refuerza también mediante el uso de la aplicación Minemeld.

Formación y eventos

El personal de nuestra unidad debe mantenerse formado y actualizado para poder prestar el mejor posible. Para ello, organizamos cursos de formación y participamos en diferentes jornadas temáticas, visitas o actividades de divulgación.

- Hemos presentado varias ponencias, en el marco de las “VI Jornadas TI – Infraestructuras Científico Técnica Singulares Bilbao 2019” de forma remota.
- Hemos organizado una reunión con los técnicos responsables de las instituciones usuarias, en la reunión periódica de lo que denominamos el Networking Group.
- Hemos realizado visitas a nuestras instalaciones de proceso de datos a los asistentes de la XXXI Winter School.
- Formación interna a través de la plataforma Moodle relativa al Esquema Nacional de Seguridad.
- Visitas a nuestras instalaciones de procesos de datos para institutos de enseñanza secundaria y formación profesional.
- Hemos organizado cursos de formación para personal técnico informático sobre nuevas tecnologías de administración de sistemas, desarrollo de software, tecnología web y seguridad informática.

Los procesos de diseño, implementación, operación, mantenimiento y mejora continua de estos servicios ocupan al equipo humano que conforman los Servicios Informáticos. La gestión de estos procesos conlleva, además, la organización de todas las actividades y el seguimiento de los contratos intervinientes. Para ello, en el SI tratamos en la medida de nuestras posibilidades de aplicar estándares de buenas prácticas de gestión TIC y herramientas que lo soporten.





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.

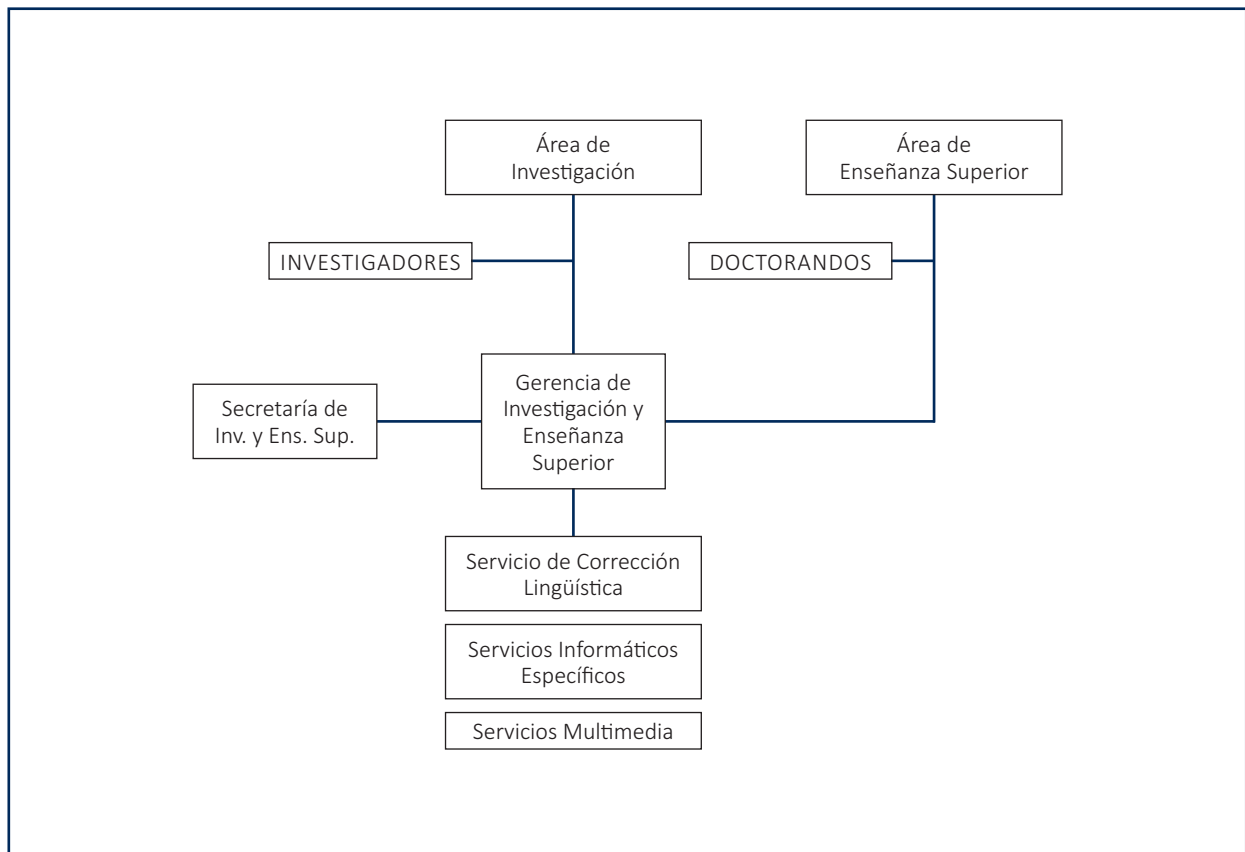
El Área está encabezada por el **Coordinador de Investigación** como responsable directo de las actividades de investigación del IAC. El **Consejo de Investigadores** es el órgano asambleario del Área y en él están presentes todos los Doctores que realizan su actividad investigadora en el Centro, con 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. El Servicio cuenta con un astrónomo responsable y gestor del mismo y un ingeniero que dedican una buena parte de su tiempo a estas labores de soporte.

- Servicio MultiMedia (SMM)

Ofrece apoyo a los usuarios en todo lo referente a temas gráficos, tratamiento de imágenes, elaboración de ilustraciones o pósters y trabajos de vídeo o de infografía 3D. El Servicio está compuesto por 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: Cosmología y Astropartículas; Sistemas Planetarios y Sistema Solar; Física Solar; Estrellas y Medio Interestelar; Formación y Evolución de las Galaxias y Proyectos Singulares.

Cada uno de los 37 proyectos individuales, actualmente vigentes, está dirigido y gestionado por un *In-*

vestigador 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 215 personas, además de 27 *Investigadores Afiliados* y 3 doctores con el status de *Colaborador* adscritos al Área, quienes participan en distintos proyectos.

Durante el año 2019 se solicitaron 20 proyectos de investigación dirigidos por investigadores del IAC, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020, por un total de 9.685.907 €. Asimismo, se incorporaron al IAC 12 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, 4 en el marco del Programa de la UE y 5 contratados con otros fondos.

Igualmente ha habido una intensa actividad de Seminarios y Coloquios en el Área. A lo largo de este año, 10 investigadores de reconocido prestigio internacional de otras instituciones han sido invitados a dar un Coloquio en el IAC (una charla con una estancia de algunos días para favorecer la discusión), y otros 74 investigadores han impartido Seminarios, Charlas y *Breaking News* además de 23 charlas impartidas por ingenieros.

Finalmente, cabe destacar que durante 2019 se ha alcanzado la cifra de 531 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.



COSMOLOGÍA Y ASTROPARTÍCULAS

ANISOTROPÍA DEL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS (P/308605)

R. Rebolo López.

P. Alonso Arias, M. Fernández Torriero, R.T. Génova Santos, F. Guidi, C.M. Gutiérrez de la Cruz, C. Hernández Monteagudo, S. Iglesias Groth, C. H. López Carballo, J.D. Miguel Hernández, M. Peel, F.N. Poidevin y J.A. Rubiño Martín.

Colaboradores del IAC: M.C. Aguiar González, P.C. Fernández Izquierdo, P.A. Fuerte Rodríguez, M.F. Gómez Reñásco, E.D. González Carretero, R.J. Hoyland, M.R. Pérez de Taoro y T. Viera Curbelo.

A. Lasenby, M. Ashwown (Univ. de Cambridge, Reino Unido), L. Piccirillo, B. Watson, C. Dickinson, J. Chluba (Univ. de Manchester, Reino Unido), E. Martínez, P. Vielva, D. Herranz, B. Barreiro, P. Casas (IFCA, Santander), E. Artal (DIMON), F. Atrio (USAL), C. Hernández-Monteagudo (CEFCA), D. Tramonte (Univ. de Kwazulu-Natal, Sudáfrica), C. López Carballo (Univ. La Serena, Chile); R. A. Sunyaev (MPA, Garching, Alemania); E. Battistelli (Univ. la Sapienza, Italia), G. Luzzi (ASI, Italia), A.C. Leite, C.J.A.P. Martins (CAUP, Portugal), M. Barsanelli, A. Mennella (Univ. de Milán, Italia), O. Tajima (Univ. de Kioto, Japón), K. Lee, E. Won (Univ. de Corea, Corea del Sur), C. Otami, S. Mima (RIKEN, Japón), J. Suzuki (KEK, Japón); J. Macías (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 Mi-

croondas 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 10%.

El Proyecto concentra sus esfuerzos en realizar medidas a más alta resolución espacial y sensibilidad que las obtenidas por este satélite. En el pasado se 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, 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, y en el desarrollo de nuevos experimentos que están siendo o que serán próximamente instalados en el Observatorio del Teide: GroundBIRD, LSPE-STRIP y TMS.

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

HITOS

Enero

Finaliza la integración del instrumento visitante KISS. Comisionado y comienzo de la operación científica.

Junio

Publicación del tercer artículo con resultados científicos de QUIJOTE.

Detección de emisión anómala de microondas en M31.

Julio

QUIJOTE papers meeting. IAC

Septiembre

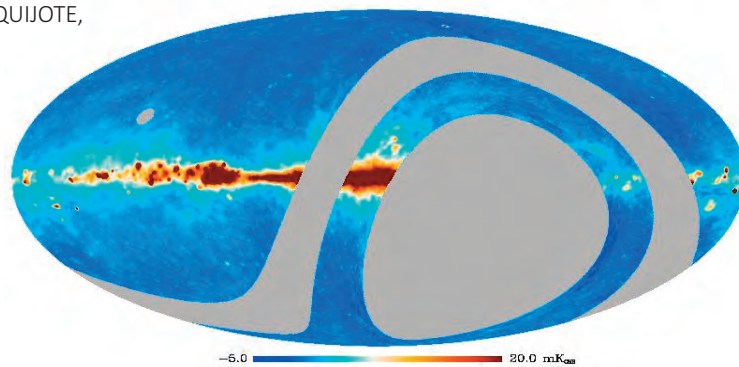
Instalación del telescopio GroundBIRD en el Observatorio del Teide y Primera Luz.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

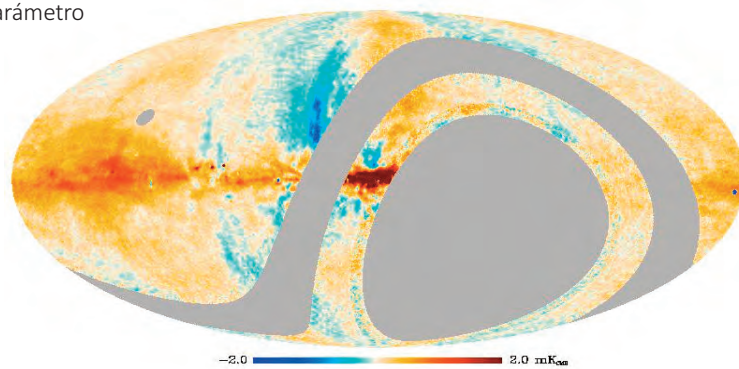
QUIJOTE

La mayor parte de la actividad durante 2019 estuvo relacionada con el Proyecto QUIJOTE: en particular en la mejora en el procesado de datos del experimento QUIJOTE-MFI (mejoras en la calibración, reducción de efectos sistemáticos, correcciones de señal de radio-interferencia), antes de su liberación pública. En las figuras pueden apreciarse los mapas de QUIJOTE de intensidad, y de polarización (Q,U) a 11 GHz, cubriendo todo el hemisferio norte ecuatorial. Se ha trabajado en la redacción de unos 8 artículos, resultantes de estos datos, que estarán acabados durante la primera mitad de

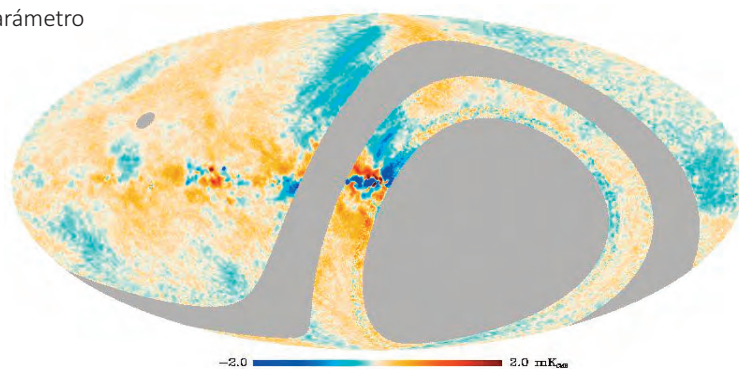
Mapa de intensidad de QUIJOTE, a 11GHz



Mapa de QUIJOTE del parámetro de Stokes Q, a 11 GHz



Mapa de QUIJOTE del parámetro de Stokes U, a 11 GHz



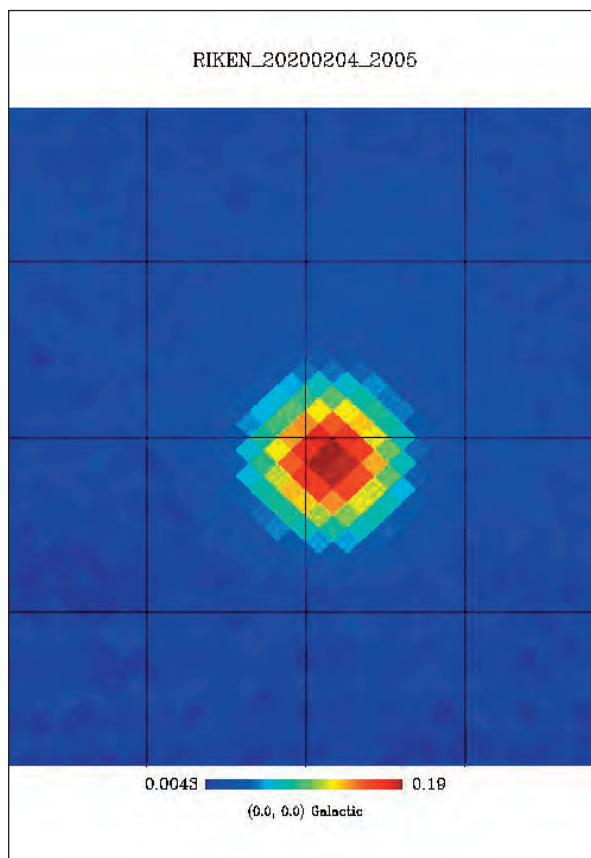
2020. Parte de esta actividad la financió el proyecto europeo Radioforegrounds. En paralelo se trabajó en la explotación científica de observaciones en modo raster en varios campos (M31, rho-Ophiuchus, Taurus, W51, IC443), y se publicó un artículo mostrando resultados en la región de Taurus (Poidevin et al. 2019, *MNRAS*). En la actualidad se están realizando observaciones con el experimento KISS (Univ. de Grenoble) en el primer telescopio de QUIJOTE.

Planck

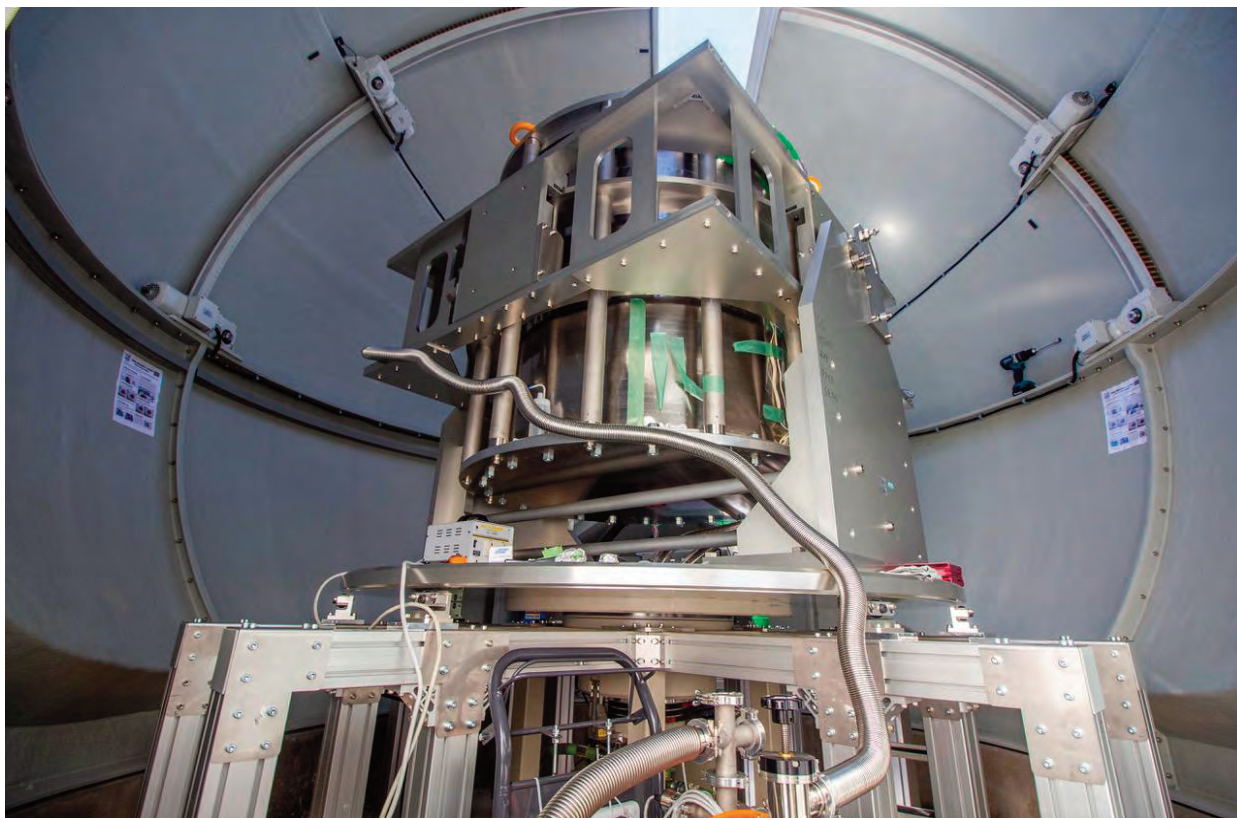
En los últimos años nuestro grupo ha tenido una fuerte involucración en la explotación científica del satélite Planck, en particular dentro de los grupos del estudio del efecto Sunyaev-Zel'dovich en cúmulos de galaxias (ver detalles en el informe del Proyecto P/301203) y de la emisión anómala de microondas. En julio de 2018 se liberaron los datos finales de Planck, acompañados por un grupo de 12 artículos, todos ellos firmados por investigadores de este grupo, que se encuentran actualmente en proceso de revisión.

Otros experimentos en el Observatorio del Teide

Durante 2019 hemos realizado observaciones con el experimento KISS, en QUIJOTE. Se ha contribuido al análisis de los datos de este experimento.



Mapa de la Luna, obtenido con GroundBIRD.



Telescopio GroundBIRD, instalado en el OT.

En septiembre de 2019 se instaló el telescopio GroundBIRD (150 y 220 GHz) en el Observatorio del Teide (Ver foto inferior), y ese mismo mes se tuvo primera luz, y desde entonces se han estado realizando observaciones y trabajando en el análisis y procesado de estos datos (Ver mapa de la Luna en la Fig. inferior).

En 2020 se instalará en el Observatorio del Teide el experimento STRIP-LSPE, liderado por la Univ. de Milán y que operará a 40 y 90 GHz. Nuestro grupo ha tenido una contribución a nivel de gestión y coordinación. Durante 2019 también se ha trabajado en el desarrollo del instrumento MFI2 para QUIJOTE y en el TMS (Tenerife Microwave Spectrometer), ambos liderados por el IAC (Ver detalles en el informe del Proyecto P/401199/03).

ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (P/308806)

E. Mediavilla Gradolph.

A. Esteban Gutiérrez, A. Oscoz Abad y R. Scarpa.

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

INTRODUCCIÓN

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

variabilidad inducido por el efecto microlente y, (v) desarrollar nuevos métodos numéricos y estadísticos para estudiar el efecto microlente.

HITOS

Se ha desarrollado una nueva técnica para estudiar la función inicial de masas en galaxias externas (IMF). Usando medidas de microlensing se estima una masa media de la población estelar de 0.16 masas solares. A partir de esta estimación se han derivado la pendiente, $\alpha = -2.6$, y el “cutoff”, $M = 0.13$ masas solares, de la IMF en región de masas bajas.

Se ha estudiado la fenomenología inducida por el efecto microlente en la luz polarizada del toro de polvo exterior a la BLR en el sistema SDSS J1004+4112. Se ha simulado el impacto del efecto microlente en la región ecuatorial de dispersión del toro de polvo para explicar los cambios en el grado y ángulo de polarización medidos en la imagen D de este sistema múltiple.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Este año se ha seguido investigando activamente en la aplicación del efecto microlente al estudio de la estructura no resuelta de cuásares y núcleos activos de galaxias (AGNs), desde el agujero negro supermasivo central, hasta la fuente extensa en infrarrojo (el toro de polvo y gas), incluyendo otras estructuras a escalas intermedias como el disco de acreción y la región de líneas anchas (BLR).

Se han publicado nuevos resultados que indican que existe una correlación entre las anchuras de las líneas de emisión (H α , H β y MgII) y el redshift del Fe III que apoyan el uso de esta característica espectral para medir las masas de los agujeros negros supermasivos. Se ha aplicado este método también al sistema Q 0957+561, obteniendo estimaciones de masas más precisas, gracias a la determinación de un tamaño de la región emisora en Fe III para este sistema a partir de las medidas de microlensing. En la línea de investigación sobre agujeros negros primordiales, se ha analizado el impacto que puede tener una distribución de agujeros negros según su masa en las medidas de microlensing, encontrando que la estadística de magnificación asociada al efecto microlente está degenerada con la de una distribución de masa única.

A partir del microlensing del continuo se han estimado los tamaños de los discos de acreción y el perfil radial de temperaturas en los cuásares Q 0957+561, SDSS 0924+0219, Q 1355-2257 y SDSS 1029+2623. Las medidas indican, como en casos anteriores, que los tamaños son más grandes que los predichos por la teoría

de disco fino, aunque los perfiles de temperatura pueden ser consistentes con este modelo. Se ha llevado a cabo un estudio preliminar sobre la posibilidad de medir, con una sola época de observación, el desplazamiento del centroide inducido por el efecto microlente en la imagen del continuo de un cuásar. La idea es utilizar como referencia una región (BLR o NLR) lo suficientemente grande como para poder ser insensible al efecto microlente. Los resultados indican que el efecto podría ser medible en sistemas con alta macro-magnificación y gran radio de Einstein. Las medidas diferenciadas de los centroides del continuo y la BLR podrían obtenerse a partir de espectroscopía de campo integral.

Se ha desarrollado una nueva técnica para determinar los coeficientes del virial individuales correspondientes a las BLRs de 10 cuásares comparando las estimaciones de masas del agujero negro central obtenidas a partir de las anchuras de las líneas de la BLR y a partir del desplazamiento al rojo del Fe III. Los valores obtenidos están en acuerdo cuantitativo con otras medidas de la literatura, pero muestran una dispersión muy baja que podría indicar que la cinemática de la BLR es bastante regular, sin grandes diferencias entre objetos. Ajustando los histogramas de coeficientes del virial con un modelo cinemático sencillo se infiere que la BLR es, probablemente, una estructura no plana en la que la cinemática está dominada por movimientos isotrópicos.

EXPERIMENTO QUIJOTE CMB (P/401199/03)

J.A. Rubiño Martín.

P. Alonso Arias, M. Fernández Torriro, R.T. Génova Santos, F. Guidi, C.M. Gutiérrez de la Cruz, C. Hernández Monteagudo, R. Hoyland, C.H. López Caraballo, J.D. Miguel Hernández, M. Peel, F.N. Poidevin, R. Reboló López y E. Tiouchichine.

Colaboradores del IAC: M. Aguiar González, P. Fernández Izquierdo, P.A. Fuerte Rodríguez, M.F. Gómez Reñasco, E.D. González Carretero, M.R. Pérez de Taoro y T.A. Viera Curbelo.

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. Artal (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 está en operación en el QT-1 desde noviembre de 2012. 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.

Los instrumentos 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 usan 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 y equipamiento científico-técnico: 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.

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 Reino Unido. Web: <http://www.iac.es/project/cmb/quijote>.

HITOS

Enero

Finaliza la integración del instrumento visitante KISS. Inicio de fase de comisionado y operación científica.

Julio

16: Desmontaje y traslado del T-FGI a la sala de verificación del IAC.

19: Se reciben en el IAC el criostato del MFI2 y la cámara de vacío del TMS.

Diciembre

Recepción del diseño detallado de la carga fría a 4K del TMS, producida por INAF-OAF (Bologna, Italia).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante 2019 en cada uno de los aspectos técnicos del Proyecto QUIJOTE. Un informe más detallado se encuentra en el apartado correspondiente del Área de Instrumentación. Los resultados relacionados con aspectos científicos se presentan en el informe del PP/308605.

Primer Telescopio: QT1

Durante 2019 se ha trabajado en completar los artículos asociados al “wide survey” con el instrumento MFI (10-20GHz). Dichos artículos se enviarán a publicar en la primera mitad de 2020. También se publicó el análisis de la emisión anómala de microondas en la región de Taurus (Poidevin et al.). Durante todo el año, instrumento visitante KISS, de la Univ. de Grenoble-Alpes, ha estado operando en el QT1 con el apoyo del equipo técnico y científico de QUIJOTE. Esta fase continuará, previsiblemente, hasta la instalación del instrumento MFI2, prevista en la segunda mitad de 2020.

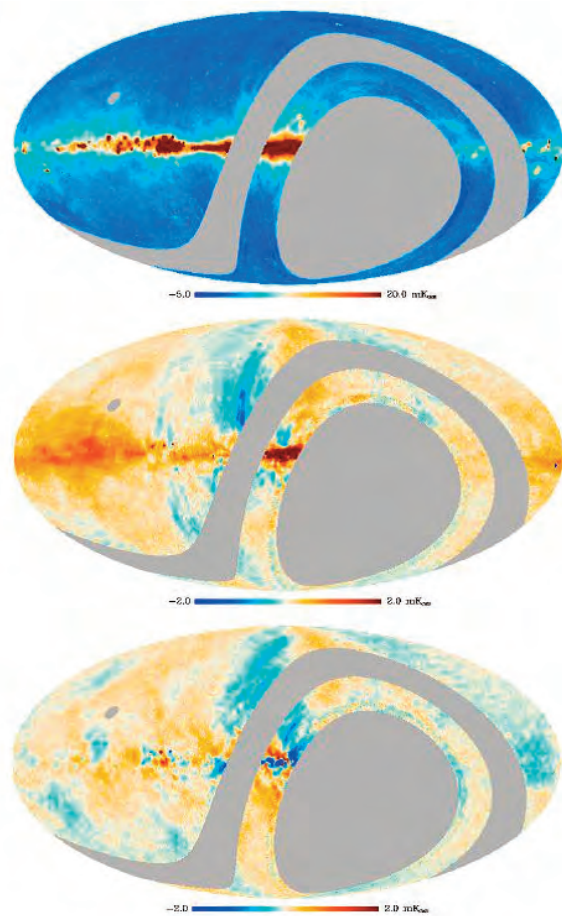
Segundo Telescopio: QT2

El instrumento TFGI (Thirty & Forty GHz Instrument), instalado en el QT2 con 7 detectores, estuvo operando durante 2 meses (febrero-abril), hasta el momento en que se produjo una avería en la junta rotatoria. Después de reparar esta avería, no se consiguió recuperar las condiciones de vacío nominales del instru-

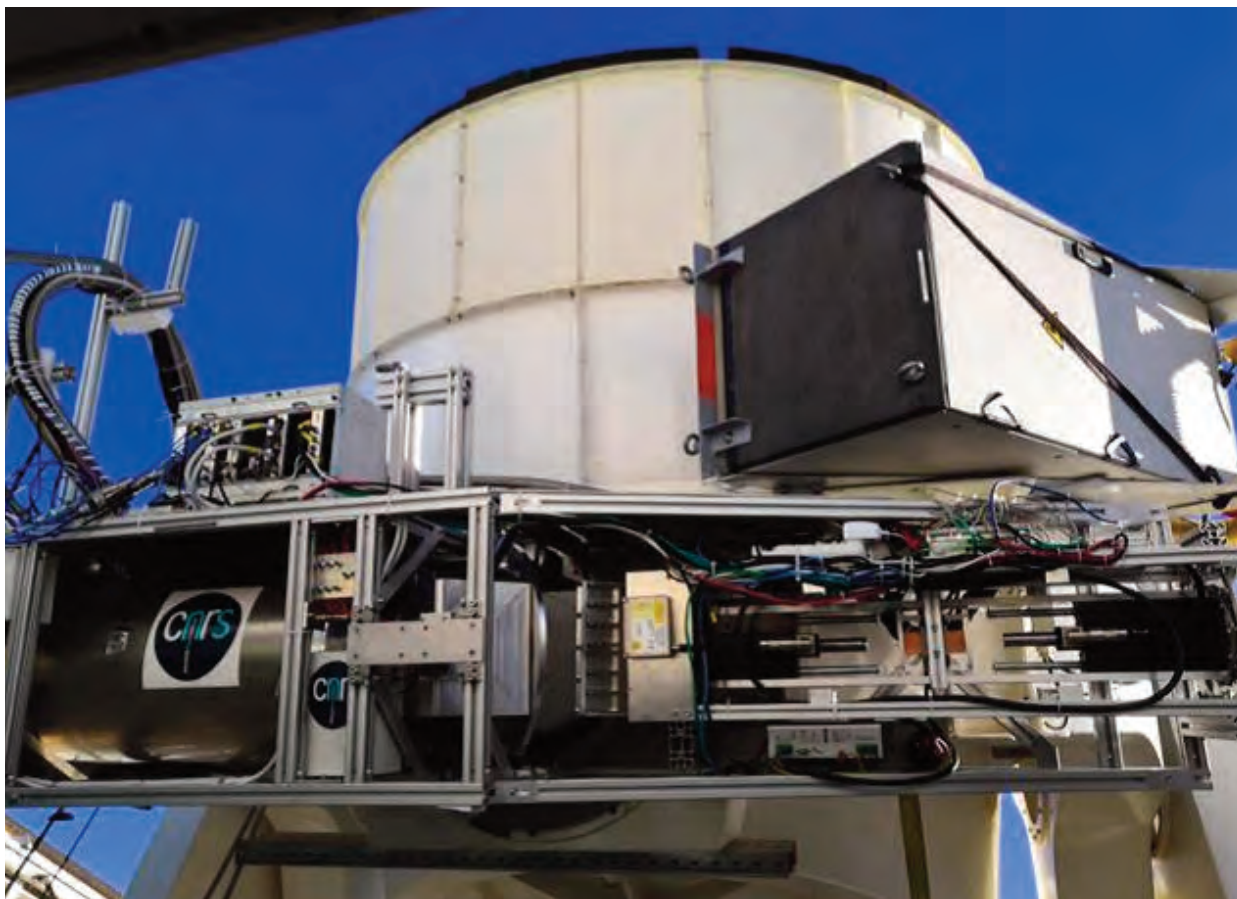
mento. Finalmente, ante la detección de una fuga importante, se decidió trasladar el instrumento a la sala de verificación del IAC. Durante el resto de 2019 continuaron las pruebas para identificar el origen de la fuga y la implementación de la solución.

Nuevos instrumentos: MFI2 y TMS

Los nuevos instrumentos de QUIJOTE son el MFI2: un instrumento multi-frecuencia mejorado, y el TMS: un espectrógrafo de microondas, ambos en la banda de 10-20 GHz. Durante la primera mitad de 2019 se completó la fabricación del criostato del MFI2 y de la cámara de vacío del TMS, trabajo adjudicado a AVS (Added Value Solutions, Elgóibar, España). Se recibieron en el IAC en el mes de julio. En el Taller de Mecánica del IAC se inició la fabricación de las bocinas del MFI2, así como la de un prototipo de la bocina del TMS. Durante 2019 se completó y fabricó un prototipo mejorado de bocina del TMS. Fue medido en la Univ. degli Studi de Milán con resultados satisfactorios, dando por



Mapas del QUIJOTE-MFI a 11GHz, suavizados a la resolución de 1°, en coordenadas Galácticas. Arriba: Stokes I intensidad. Centro: Stokes Q polarización. Abajo: Stokes U polarización.



Espectrógrafo KISS instalado en el QT1. KISS opera entre 80 y 280 GHz, y usa detectores KID a 100mK.

tanto luz verde a la fabricación de las bocinas definitivas. Este diseño permite ampliar el ancho de banda para cubrir el rango completo de 10 a 20 GHz. También en Italia, nuestros colaboradores del Obs. de Astrofísica e Scienza dello Spazio (Bologna) completaron el diseño detallado de la carga fría a 4K para el TMS, que se recibió en diciembre.

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

F.S. Kiatúra Joyanes.

A. Aguado Barahona, A. Balaguera Antolínez, R. Barrera Delgado, J.E. Betancort Rijo, C. Dalla Vecchia, A. Esteban Gutiérrez, R.T. Génova Santos, C.M. Gutiérrez de la Cruz, C. Hernández Monteagudo, M. Hernández Sánchez, S. Iglesias Groth, A. Kovacs, M. López Corredoira, R. Rebolo López y J.A. Rubiño Martín.

Colaboradores del IAC: C. Allende Prieto, I. Alonso Asensio, A. Asensio Ramos, M. Huertas-Portocarrero Company, E. Mediavilla Gradolph y C. Muñoz-Tunón.

T. Abel (Kavli Stanford, EEUU); R.E. Angulo (DIPC, San Sebastián); F.D. Albareti (Univ. Autónoma Madrid); M. Ata (Kavli, Tokyo, Japón); F. Atrio-Barandela (Univ. de Salamanca); M. Bilicki (Univ. de Leiden, Países Bajos); E. Branchini (Univ. de Roma, Italia); R. B. Metcalf (Univ. de Bologna, 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); T. Faerber (Univ. Uppsala, Suecia); 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); A. Spallicci (Univ. de Orleans, Francia); F. Sylos-Labini (Fermi Center, Roma, Italia); M. Vakili (Obs. de Leiden, Países Bajos); R. Wechsler (UCL Stanford); G. Yepes (UAM); C. Zhao (EPFL, Lausanne, Suiza).

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 resultado del crecimiento gravitatorio de aquellas pequeñas fluctuaciones de densidad primigenias. La caracterización de la distribución de inhomogeneidades a gran escala en el Universo actual proporciona pues una herramienta poderosa, y complementaria al FCM, para determinar el origen y contenido material de nuestro universo, su ritmo de expansión a lo largo de la historia y el proceso detallado de ensamblaje de las grandes estructuras. Su estudio permitirá, en los próximos años, responder a tres de las grandes cuestiones abiertas en la Cosmología actual:

- ¿Qué es la materia oscura, y cuál es su contribución precisa al contenido energético del Universo?
- ¿Qué es la energía oscura y cuáles son sus efectos dinámicos a lo largo de la historia del Universo?
- ¿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 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

Publicación de los resultados finales del programa LP15 para el estudio de cúmulos PSZ2.

Publicación de las simulaciones para DESI y EUCLID UNITSIM (Chuang, Yepes, Kitaura et al).

Publicación del método de aprendizaje BAM para la generación de catálogos de galaxias (Balaguera-Antolínez, Kitaura et al).

Publicación del método Bayesiano para clusters incluyendo corrección de velocidades peculiares BARCODE (Bos, Kitaura & Weygaert).

Publicación de la detección de exceso de señal ISW en DES (Kovacs et al).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El grupo de Cosmología estructura a gran escala trabaja en distintos campos enunciados a continuación:

Simulaciones detalladas de N-cuerpos para DESI y EUCLID

El Proyecto PRACE (Project Grant Number 201616393) con IPs: G. Yepes (UAM), Chia-Hsun Chuang (UC Stanford) y F.S. Kitaura terminó las simulaciones y publicó en *MNRAS* los resultados (C.-H. Chuang, Yepes, Kitaura et al). Estas simulaciones están siendo utilizadas en DESI para la preparación del análisis del survey.

Las simulaciones se pusieron a disposición de la comunidad en la página web: <http://www.unitsims.org/>.

Producción de catálogos simulados de galaxias

Durante 2019 se ha avanzado mucho en el Proyecto CosmicAtlas, se han logrado publicar los artículos en *MNRAS* relacionados con la nueva técnica de aprendizaje de simulaciones de N-cuerpos para mapear la distribución de halos de materia oscura (Balaguera-Antolínez, Kitaura et al) y reproducir las matrices de covarianza con alta precisión (Balaguera-Antolínez, Kitaura et al).

Se publicaron así mismo en *MNRAS* los trabajos dentro del Proyecto EUCLID relacionado con la comparación de técnicas para el cálculo de matrices de covarianza, como ya se informó en el año anterior (Blot et al; Lippich et al; Colavincenzo et al; incluyendo a Balaguera-Antolínez, Dalla Vecchia, Kitaura y Pellejero-Ibañez del IAC).

El trabajo que forma parte del doctorado de M. Pellejero-Ibañez donde se demuestra que las técnicas desarrolladas en este grupo son precisas para masas de halo bajas necesarias para EUCLID y DESI fue mandado a *MNRAS* en 2019 y aceptado para publicación en 2020 (Pellejero-Ibañez, Balaguera-Antolínez, Kitaura et al).

Análisis Bayesiano de la estructura a gran escala

El trabajo en reconstrucciones Bayesianas para cúmulos de galaxias que forma parte de la tesis doctoral de Patrick Bos (con co-supervisor F.S. Kitaura) fue publicado en *MNRAS* (Bos, Kitaura and Weygaert), cuyo código se hizo público el año anterior.

Así mismo avanzamos en el proyecto COSMIC BIRTH desarrollando un código nuevo para medir el BAO deshaciendo la gravedad en la distribución de galaxias con técnicas Bayesianas (Kitaura et al mandado a *MNRAS*).

Además, como un ingrediente clave desarrollamos una técnica de muestreo nueva utilizando órdenes mayores de la discretización de las ecuaciones de Hamilton, siendo esta la primera publicación como primera autora de M. Hernández-Sánchez mandada a *MNRAS*.

Cúmulos de galaxias detectados a través de la señal SZ en Planck

Durante 2019, se han publicado dos artículos (Streblyanska et al.; Aguado-Barahona et al.) que contienen el análisis de los datos del programa LP15 (IP. J.A. Rubiño) para la caracterización en el óptico de 190 objetos del catálogo PSZ2 (el segundo catálogo de objetos Sunyaev-Zeldovich producido por Planck). En total, se han confirmado 81 nuevos cúmulos de galaxias, previamente no conocidos. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de A. Aguado.

ASTROFÍSICA DE PARTÍCULAS (P/300328)

R.J. García López.

J. Becerra González, R. Clavero Jiménez, E.H. Colombo, J. Herrera Llorente, M. Karjalainen, A. López Oramas,

J. Otero Santos, A. Reina Conde, G. Vanzo y M.L. Vázquez Acosta.

Colaborador del IAC: A. Herrero Davó.

Todos los investigadores incluidos en el Consorcio CTA-España, así como los miembros del CIEMAT que participan en AMS y los que están involucrados en la Colaboración MAGIC.

INTRODUCCIÓN

El Grupo de Astrofísica de Partículas del IAC participa activamente en tres grandes colaboraciones internacionales de Astrofísica de muy altas energías: AMS (Alpha Magnetic Spectrometer), los telescopios de radiación Cherenkov MAGIC I y II, y el Cherenkov Telescope Array (CTA).

AMS es un detector de partículas diseñado para operar en el espacio, a bordo de la Estación Espacial Internacional. Se instaló con éxito en mayo de 2011, y se espera que opere durante toda la vida útil de la misma. Su misión es realizar un estudio de alta precisión y estadística del espectro y la composición de los rayos cósmicos primarios en un amplio rango de energía, así como buscar antimateria primordial y materia oscura de forma indirecta.

La Colaboración MAGIC está formada por 20 institutos y departamentos universitarios de Alemania, Armenia, Bulgaria, España, EEUU, Finlandia, Italia, Polonia y Suiza. La colaboración cuenta con dos telescopios de 17 m de diámetro localizados en el ORM, diseñados para medir la radiación Cherenkov asociada a cascadas atmosféricas producidas por rayos gamma de muy alta energía y localizados en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

Además de esto, y también en el marco de la observación de rayos gamma de muy alta energía, el IAC participa en la Colaboración Internacional CTA, cuyo objetivo es construir dos grandes complejos de observación en los hemisferios Norte y Sur. El Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, ha sido seleccionado para albergar el Observatorio Norte. El primer telescopio de gran diámetro fue inaugurado en octubre de 2018 y actualmente se está en fase de construcción de otros tres.

HITOS

Detección del primer estallido de rayos gamma en muy altas energías: GRB 190114C.

Estudio multi-longitud de onda del GRB 190114C.

Estudio de la kilonova asociada al estallido GRB 160821B.

Descubrimiento de la fuente AGN 2WHSP J073326.7+515354 en muy altas energías.

Commissioning del telescopio LST1 de CTA.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2019 se han producido varios eventos importantes haciendo uso de los telescopios de la Colaboración MAGIC.

- Detección del primer estallido de rayos gamma (GRB) en muy altas energías. Esto supuso un hito fundamental por haber estado persiguiéndolo con estos telescopios durante los últimos 15 años.

- La observación del GRB 160821B, que permitió detectar la segunda kilonova conocida en el infrarrojo.

- La búsqueda de contrapartidas de ondas gravitacionales y kilonovas.

- El descubrimiento de una nueva fuente AGN de muy alta energía: 2WHSP J073326.7+515354.

- El estudio de la radiación de fondo extragaláctica a través de la observación de blázares.

- El estudio de estrellas binarias de rayos gamma a muy altas energías ($E > 100 \text{ GeV}$), de las que se conocen poco más de media docena en toda la Galaxia.

Dentro de la Colaboración AMS, se ha continuado con el estudio de núcleos de carbono y oxígeno en el espectro de los rayos cósmicos, siendo uno de los dos institutos españoles que realizan análisis detallados de estos datos.

En la Colaboración CTA, se ha participado de forma activa en las labores de “commissioning” del telescopio LST1.

En 2019, el Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF, Italia) propuso la ubicación del “Mini-array” de telescopios ASTRI (Cherenkov) en el Observatorio del Teide. La responsabilidad de acordar los términos de dicha instalación y la participación científica en el mismo ha sido asumida por este Proyecto de investigación.

TEORIA DE ASTROPARTÍCULAS (P/301803)

J. Martín Camalich.

P. Beck (Univ. de Graz, Austria); D. Bals (Kings College, Londres); A. Crivellin (PSI); L. Geng, R. Shi (Univ. Beihang, República Popular China); M. González Alonso, A. Greljo, R. Ziegler (CERN – IFICA, Suiza); B. Grinstein,

A. Manohar (UCSD); G. Hiller (TU Dortmund); A. Ibarra (TU, Munich, Alemania); S. Jaeger (Univ. de Sussex, Reino Unido); J. Zupan (Univ. de Cincinnati, EEUU).

INTRODUCCIÓN

El grupo de Teoría de Astropartículas ha iniciado una línea de investigación en el IAC con objeto de estudiar las implicaciones que las actividades observacionales del IAC puedan tener para la comprensión de las leyes físicas fundamentales. El foco temático principal consistirá en la búsqueda de nuevas leyes (“Nueva Física”) con especial atención a la fenomenología relacionada con la materia oscura y la refutación experimental (o descubrimiento) de diversas hipótesis teóricas y paradigmas existentes. La fuente de información experimental será la derivada de búsquedas directas de materia oscura desarrollados en laboratorios como el CERN (Suiza), KEK (Japón), etc. como la que se infiera indirectamente de observaciones astronómicas, tratando de identificar sinergias y oportunidades con las realizadas en el IAC. Habrá dos líneas principales de investigación:

- Fenomenología de materia oscura tipo axiÓN, en particular correlacionando datos astronómicos con búsquedas directas en laboratorio.

- Monitorizar resultados experimentales en el CERN y otros laboratorios de altas energías e investigar posibles anomalías que puedan resultar ser señales de nueva Física. Estudiar sus consecuencias teóricas con especial atención a su capacidad de proporcionar candidatos de materia oscura viables o esclarecer otros problemas cosmológicos.

La ambición de este Proyecto en años venideros es la de crecer con al menos un estudiante y post-doc, atrayendo el interés de otros investigadores del IAC y de la comunidad internacional de Física de Astropartículas.

HITOS

Coordinación como editor teórico de la monografía que investiga el impacto científico esperado del futuro LHC en la fase de High-Luminosity/High-Energy-LHC (HL/HE-LHC). Participante en el documento equivalente del Proyecto Future Circular Collider (FCC).

Análisis de anomalías experimentales en la llamada física de sabor cartografiando de manera rigurosa las posibilidades de encontrar directamente nuevas partículas fundamentales en el LHC (dos artículos, uno en *Phys. Rev. Lett.*).

Organización del Congreso “Hadronic Contributions to New Physics Searches” en Puerto de la Cruz, Tene-

rife, que tuvo un impacto considerable en la comunidad de altas energías.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2019 se han consolidado muchos de los proyectos científicos que comenzaron en la fase postdoctoral del IP en el CERN. Se publicaron dos artículos directamente relacionados con una serie coherente de desacuerdos entre datos experimentales y predicciones del Modelo Estándar de Partículas (“anomalías”) en la física electro-débil llamada de “sabor” (flavor physics). Estos datos se recogieron en experimentos del CERN, Suiza/Francia (LHCb, CMS, ATLAS) y de KEK, Japón (Belle), y en caso de ser confirmados con suficiente evidencia estadística podrían conducir al descubrimiento de Nueva Física. (Semejante descubrimiento transformaría profundamente nuestra comprensión del Universo y podría esclarecer problemas actuales tales como la naturaleza de la materia oscura, energía oscura, etc.). En los artículos publicados, *JHEP* 1912 065 y *Phys.Rev.Lett.* 122 no.13, 131803, se analizan los datos publicados previamente este mismo año y se identifican todas las posibles interacciones y partículas nuevas que podrían producir el efecto. En particular, en el segundo artículo publicado en *Phys. Rev. Lett.* se establece una conexión directa con las estrategias de descubrimiento de esas partículas en el “Large Hadron Collider” (LHC) y se concluye que gran parte del espacio de parámetros de las distintas hipótesis será accesible en la operación futura del LHC, que se llama de alta luminosidad (“High-luminosity” o HL-LHC) y que se extiende hasta 2030.

El IP ejerció también de co-editor teórico de una monografía encargada por el laboratorio CERN acerca del potencial de descubrimiento del HL-LHC en “flavor physics”. Este trabajo involucró la coordinación de aproximadamente 200 expertos mundiales, experimentales y teóricos a través mayormente de 3 workshops organizados en el CERN. El legado de ese trabajo es la monografía, terminada de editar y publicada en 2019, y que supone la guía de referencia acerca del potencial esperado de esa ampliación futura del LHC. Adicionalmente participó (mínimamente) en el contenido de la sección de “flavor physics” del documento técnico elaborado (en 4 volúmenes) para presentar el Proyecto Future Circular Collider (FCC).

Este año, el IP ha sido invitado a dar charlas de review plenarias en la conferencia internacional PLANCK, en el workshop INVISIBLES, y una opening talk en un workshop de “upgrade” del experimento LHCb. Ha sido conferenciante invitado en dos workshops (Portoroz y Valencia) y fue invitado a dar un coloquio en el Instituto de Física de la UNAM (México DF). Fue también invitado a escribir un artículo de divulgación en el CERN Courier.

En 2019 también ejerció de anfitrión y organizador de la segunda edición del workshop Hadronic Contributions of New Physics Searches (HC2NP). Este evento auspiciado por el IAC reunió a unos 50 expertos mundiales en física de altas energías en Tenerife y fue un gran éxito.

Por último, este Proyecto recibe en 2019 financiación a través de los proyectos del Plan Nacional.



Representación artística del estallido de rayos gamma GRB 190114C, detectado por los telescopios MAGIC en enero de 2019. Este descubrimiento desvela, por primera vez, la componente más energética de estos estallidos. Crédito: Gabriel Pérez Díaz (IAC).

SISTEMAS PLANETARIOS Y SISTEMA SOLAR

EXOPLANETAS Y ASTROBIOLOGÍA (P/301301)

E. Pallé Bago.

R. Alonso Sobrino, J.A. Belmonte Avilés, A.L. Cabrera Lavers, C. Cardona Guillén, N. Casasayas Barris, P. Chinchilla Gallego, H. Deeg, A. Fukui, D. Hidalgo Soto, P. Klagyivik, N.C. Lodieu, R. Luque Ramírez, S. Mathur, F.A. Murgas Alcaino, N. Narita, G. Nowak, H. Parviainen, V.J. Sánchez Bejar y M.B. Stangret.

P. Miles Páez (Univ. Western Ontario, Canadá); M.R. Zapatero Osorio (CAB-INTA-CSIC); M. MasHesse (CAB); M. Deleuil (LAM Marseille, Francia); D. Gandolfi, (Univ. de Torino, Italia); 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, Chequia).

INTRODUCCIÓN

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

vas 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 instrumentación 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 (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, como el espectrógrafo óptico de alta resolución HORUS en el Telescopio GTC. La explotación de la fotometría y espectroscopia de tránsitos con LIRIS en el WHT es también uno de nuestros principales intereses, especialmente en preparación de la instalación en 2015 del instrumento EMIR en el Telescopio GTC.

En resumen, el proyecto “Exoplanetas y 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

Una super-Tierra y dos sub-Neptunos transitando la cercana estrella M TOI-270 (Gunther et al.), *Nature Astronomy*.

Mapas en 5D de cuatro cúmulos abiertos cercanos: Híades, Pleyades, Alpha Persei y Pesebre (Lodieu).

Descubrimiento de un sistema de exoplanetas muy cercano con un mundo potencialmente habitable (Luque et al.).

Descubrimiento de dos nuevas Tierras alrededor de Teegarden (Zechmeister et al.).

Descubrimiento de un inusual sistema planetario que desafía los modelos de formación de planetas (Moraes et al.) *Science*

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Búsqueda y confirmación de exoplanetas

Durante 2019, se continuó con la búsqueda de exoplanetas alrededor de las estrellas Ms con el instrumento CARMENES, lo que ha lleva al descubrimiento de varios nuevos planetas, incluida la publicación en *Nature* de un planeta gaseoso entorno a una estrella M, o el sistema de exoplanetas entorno a Teegarden. Se continuó la colaboración con Qatar Exoplanet Survey (QES) 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 HARP-N y FIES en el ORM, de datos de las misiones espaciales K2 y TESS, llevando a la publicación de varios artículos anunciando nuevos planetas. El instrumento MUSCAT2 sigue con su large survey de exoplanetas, y se publicó un primer estudio sobre los efectos de colores en el análisis de tránsitos. Además, se terminó un estudio sobre el seguimiento terrestre de planetas de la misión KEPLER (Freudenthal).

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 y CARMENES) para estudiar la atmósfera de exoplanetas utilizando espectroscopia de transmisión. Destacan el análisis de la atmósfera de MASCARA-2b usando datos de HARPS-N y CARMENES (Casasayas-Ba-

rris) y el estudio de la atmósfera de HAT-P-11b usando datos del Telescopio GTC (Murgas et al.).

Misiones Espaciales

En diciembre 2019 se produjo el lanzamiento con éxito de CHEOPS, los primeros datos son inminentes. El grupo sigue activamente involucrado como Co-Is en la explotación de la misión TESS, que ocupan una gran parte de las labores del equipo. Para las misiones PLATO y ARIEL se participa activamente en varios grupos de trabajo para su preparación, liderando nuestro grupo muchos de ellos.

Objetos fríos

Explotando la exquisita precisión astrométrica de Gaia, nuestro grupo ha producido mapas 5D de los cúmulos abiertos más cercanos: las Híades, las Pléyades, Alpha Persei y Praesepe.

Definimos la primera secuencia de enanas L en la asociación OB más cercana al Sol, Scorpius superior, con una edad de 5-10 Myr, proporcionando una secuencia de referencia para enanas marrones y objetos aislados de masa planetaria.

PEQUEÑOS CUERPOS DEL SISTEMA SOLAR (P/309307)

J. de León Cruz.

J.A. Licandro Goldaracena, V. Lorenzi, A. Oscoz Abad, M. Popescu, J.L. Rizos García, E. Tsumi y O. Vaduvescu.

N. Pinilla-Alonso, H. Campins, Y. Fernández (Univ. Central Florida, UCF, EEUU); F. Moreno, L. Lara, J.L. Ortiz, R. Duffard (IAA); C. de la Fuente Marcos, R. de la Fuente Marcos (UCM); P. Michel, A. Morbidelli, M. Delbó, P. Tanga (Obs. de la Côte d'Azur, Francia); J. Carvano, D. Lazzaro, A. Alvarez-Candal (Obs. Nacional, Brasil); J. Fernández, G. Tancredi (Univ. de Uruguay); G.P. Tozzi (INAF/Obs. de Arcetri, Italia); M. Melita (IAFE, Argentina); R. Gil-Hutton (CASLEO, Argentina).

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto 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 (Centaurus y los llamados Main Belt Comets- MBCs); los asteroides primitivos. Los dos últimos grupos contienen el material más primordial y prístino del Sistema Solar son claves para comprender su origen y evolución. Se destacan entre los asteroides aquellos 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). Debido a su cercanía, los NEAs son los objetos más accesibles al estudio in-situ con misiones espaciales y su futura explotación como fuente de materias primas (asteroid mining). Se destaca el liderazgo por parte del IP del grupo de un survey espectroscópico (visible e infrarrojo cercano) de asteroides primitivos (PRIMitive Asteroid Spectroscopic Survey- PRIMASS). El Proyecto PRIMASS ha recibido financiación de la NASA (17-PDART17_2-0097, IP: N. Pinilla-Alonso, 137.000€- 2 años) para archivar todos estos espectros (más de 700) en el Small Bodies Node del NASA Planetary Data System.

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 termofísicos. 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.

El grupo mantiene diversas colaboraciones internacionales con otros grupos entre las que se pueden destacar: (1) la pertenencia al Grupo de Ciencia de la misión de NASA OSIRIS-REx, en concreto al Image Processing Working Group, en donde se encarga del tratamiento de los mapas de color que se están obteniendo actualmente con las cámaras OCAMS; (2) la pertenencia al núcleo central de proponentes de la misión Hera de la ESA (aprobada en noviembre de 2019); (3) la coordinación de un grupo internacional de estudio de NEAs llamado EURONEAR (European Near Earth Asteroid Research); (4) la pertenencia al "Center for Lunar and Asteroid Surface Science" (CLASS, NASA); (5) la integración en el grupo de Sistema Solar de la misión Euclid; (6) la participación activa en los surveys J-PLUS y J-PASS, en los que trabaja en la explotación de las observaciones de objetos del Sistema Solar; (7) la pertenencia

a los grupos de trabajo de Sistema Solar de los telescopios Gaia y JWST.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2019 se continuó con la actividad investigadora realizada en 2018, potenciando las líneas dedicadas al estudio de las propiedades físicas y composicionales de los asteroides primitivos, tanto NEAs como asteroides del cinturón principal. Se continuó con el estudio de objetos transicionales (MBCs); la participación en misiones espaciales (OSIRIS-REx, Hera, Hayabusa2); la explotación de grandes bases de datos (data mining); la participación en telescopios espaciales (Gaia, JWST, Euclid); el estudio de los ETNOs. Se ha reforzado el liderazgo del grupo en el estudio de NEAs mediante su participación en dos propuestas aprobadas en el llamado de H2020 Advanced research in Near-Earth Object (NEOs) and new payload technologies for planetary defence (SU-SPACE-23-2019), así como una propuesta al llamado de ESA P3-NEO-I - Observational support from collaborating observatories.

Se han publicado 26 artículos en revistas internacionales con árbitro, presentado 36 contribuciones (orales y posters) en congresos de ámbito nacional e internacional, incluyendo 1 charla invitada.

OSIRIS-REx

J.L. Rizos completó y publicó la aplicación de las técnicas de clustering a las imágenes de (1) Ceres tomadas por la misión Dawn de NASA (Rizos et al. 2019). Completó además el estudio de los mapas de color de Bennu y presentará su tesis en abril de 2020.

PRIMASS

Se obtuvieron nuevos espectros y se inició el proceso de archivo de la librería PRIMASS-L (+ de 700 espectros) en el PDS de NASA. Se obtuvo tiempo para el 2020A en GTC, TNG y IRTF. Se desarrolló un software de análisis de espectros (CANA) en Python (M. De Prá).

Hera

Se coordinó el envío de propuestas para obtener curvas de luz del target de la misión (asteroide binario Didymos). Se redujeron los datos y se están analizando. La misión Hera fue aprobada en la reunión ministerial de la ESA (noviembre de 2019, Sevilla).

Hayabusa2

En mayo de 2019 se incorporó al grupo E. Tatsumi con un contrato postdoctoral de 2 años, quien mantiene doble afiliación IAC-Universidad de Tokio, lo que

da acceso al grupo a los datos de la misión sobre el asteroide Ryugu.

MOVIS (VISTA-VHS)

Se continuó con la identificación de objetos de tipo basáltico a partir de sus colores NIR con MOVIS. Entre los meses de septiembre y diciembre vino a trabajar con el grupo P. Matlovic (Comenius Univ., Bratislava, Eslovaquia) para analizar los espectros en el visible de estos objetos (Matlovic et al. en preparación).

NEAs

Se completó el survey de espectros en el visible (INT) de unos 80 NEAs, incluyendo 27 PHAs y 31 NEAs accesibles a naves (Popescu et al. 2019). Se consiguió tiempo en GTC (2019A y 2019B) y se obtuvieron espectros visible de NEAs recién descubiertos y accesibles a naves. Además se ha conseguido tiempo en el Telescopio GTC para 2020A como soporte de los NEAs que se observen con el radar de Arecibo (NEOROCKS). Se obtuvo tiempo con MuSCAT2 (TCS) y se observaron más de 70 NEAs.

ARQUEOASTRONOMÍA (P/309307)

J.A. Belmonte Avilés.

C. Esteban López y M. Urrutia Aparicio.

Colaborador del IAC: A. Aparicio Juan.

A. Rodríguez Antón (Independiente); M. García Quintela (Univ. de Santiago); G. Magli (Politécnico de Milán, Italia); L. Costa Ferrer (Independiente, Santiago); J.L. Escacena (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); C. González García (IN-CIPIT, Santiago); M. Hoskin (Univ. de Cambridge, Reino Unido); S. Machause López (Univ. de Valencia); D 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 (UAM, UNED); R. Shady (UNMSM, Lima, Perú).

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto tiene como objetivo fundamental determinar la importancia de la astronomía como parte integrante de la cultura y de la civilización desde el Paleolítico a nuestros días. El interés del grupo se centra, en especial, en los pueblos del antiguo ámbito Mediterráneo desde el Atlántico al Oriente Medio, con una dedicación especial a España, su entorno geográfico inmediato y el Egipto antiguo. Sin embargo, también se tienen ramificaciones en el área del Pacífico, Perú y en Mesoamérica.

HITOS

En la reunión anual Comité Internacional de Patrimonio Mundial de la UNESCO en Baku (Azerbaián), en el mes de julio, fue declarado como Patrimonio Mundial el Paisaje Cultural “Risco Caído y las Montañas sagradas de Gran Canaria”. Este es un logro de la Iniciativa Astronomía y Patrimonio Mundial de la UNESCO y la IAU en que miembros del Proyecto están muy involucrados.

Se ha publicado el libro “Archaeoastronomy of the Roman World” de la *Editorial Springer*, del que un miembro del Proyecto ha formado parte del cuerpo editorial. El libro cuenta con tres de los capítulos que son contribuciones del equipo del Proyecto y sus colaboradores más estrechos (Ver PRODUCCIÓN CIENTÍFICA).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Como ya se ha mencionado en los Hitos, este año se ha conseguido la Declaración de Patrimonio Mundial para el Paisaje Cultural “Risco Caído y las Montañas Sagradas de Gran Canaria”. Este es un logro excepcional en el marco de la Iniciativa Astronomía y Patrimonio Mundial de la IAU y la UNESCO. En este mismo marco, este año se ha contribuido de forma significativa al trabajo de preparación y de redacción de la Memoria de la propuesta “Menorca Talayótica”, bien seriado que posiblemente será presentado a finales de 2020 una vez la Memoria esté completada, para su defensa por España en 2021 o 2022. La colaboración se ha centrado en temas de interés arqueoastronómico en el bien seriado, en especial los dólmenes, navetas y recintos de taula (Belmonte y Orfila; Urrutia y Belmonte).

En el marco de los estudios arqueoastronómicos en la Cuenca Mediterránea y en Oriente Medio, se ha completado el análisis de la relación entre astronomía y paisaje en los templos de Deir el Bahari (Luxor, Egipto) y se ha redactado un artículo que ha sido aceptado para su publicación en *Trabajos de Egiptología*. También se ha finalizado el análisis de los datos del trabajo de

campo llevado a cabo en las ruinas de Petra en el equinoccio de primavera de 2018, redactando un artículo que ha sido aceptado para su publicación en la revista *Nexus*. También se ha llevado a cabo trabajo de campo arqueoastronómico en el Sahara Occidental en el marco de una colaboración más amplia de estudios generales de ciencias sociales y naturales destinado a la creación de un Centro de Interpretación Cultural en la localidad saharauí de Ausserd. Los datos se encuentran actualmente en proceso de reducción.

Se realizó el estudio de varias cuevas-santuario ibéricas y celtibéricas de las provincias de Valencia y Zaragoza, respectivamente, así como del poblado y necrópolis ibéricas de San Cristóbal de Mazaleón, Teruel.

Este año se ha comenzado en serio el trabajo de investigación sobre las “Tradiciones astronómicas del Camino de Santiago”, que constituye el núcleo de la tesis

doctoral de M. Urrutia, FPI asociada al Proyecto. Este año se completaron sendas campañas de trabajo de en áreas del Camino de Galicia y Castilla y León, completando la muestra con grupos de prueba en la Ribeira Sacra y en la Montaña Palentina. Se han obtenido datos de casi dos centenares de iglesias románicas que parecen ser muy prometedores. Los datos se encuentran en proceso de reducción y análisis. Los primeros resultados sugieren la necesidad de completar la muestra con datos en Navarra y La Rioja.

En un marco más general, y a invitación del equipo editorial de la revista “*Sustainability*”, se ha completado un estudio (González-García y Belmonte) donde se demuestra el carácter sostenible de los estudios de Arqueoastronomía al no necesitar modificar el terreno ni el territorio para poder llevar a cabo el trabajo de campo correspondiente.

FÍSICA SOLAR

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (P/300313)

M. Luna Bennasar.

I. Arregui Uribe-Echevarría, T. Felipe García, P.A. González Morales, P. Hunana, E. Khomenko Shchukina, V. Liakh, D. Martínez Gómez, F. Moreno-Insertis, B.A. Popescu Braileanu y N. Vitas.

M. Luna Bennasar (Univ. Islas Baleares); D. Nóbrega Siberio (Univ. de Oslo, Noruega); J. Martínez Sykora, V. Hansteen (Lockheed Martin Solar & Astrophysical Lab., EEUU); E. Priest (Univ. de St. Andrews, Reino Unido); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); J. Stepan (Astronomical Inst. ASCR, Ondrejov, República Checa); M. Madjarska (Max Planck Institute for Solar System, Gottingen, Alemania); L. Belluzzi (Obs de Locarno, Suiza); V. Olshevsky (Univ. de Leuven, Bélgica); P. Cally S. Slevang (Monash Univ., Melbourne, Australia); M. Stangalini (Univ. Tor Vergata, Roma, Italia); J. Klimchuk, T. Kucera K. Muglach, H. Gilbert, J. Karpen (NASA Goddard Space Flight Center, EEUU); B. Schmieder (LESIA, París, Francia); R. Chandra (Kumaun Univ., Nainita, India); C. Fischer (Kiepenheuer Inst., Freiburg, Alemania); B. Schmieder (Obs. de Meudon, Francia).

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

Se ha descubierto que la estructura fina de la corona solar puede influenciar en el balance energético de la corona. Estas estructuras oscilan de forma colectiva y sus movimientos permanecen ocultos. Los resultados están publicados en *Astronomy & Astrophysics*, 629 A20.

Se ha establecido un criterio analítico sobre qué condiciones se va a producir lluvia coronal o no dependiendo de la asimetría del calentamiento coronal. Ha sido publicado en *ApJ* 884, id. 68.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante el año 2019 se ha continuado con el modelado teórico así como con su aplicación observacional:

Ondas en Manchas Solares

Las umbras de manchas solares muestran un cambio en el período dominante de sus oscilaciones de cinco minutos (3.3 mHz) en la fotosfera a tres minutos (5.5 mHz) en la cromosfera. Mediante simulaciones numéricas se han explorado dos modelos populares para explicar estas últimas: el resonador acústico cromosférico y la propagación de ondas directamente desde las capas inferiores. Se ha concluido que ambos modelos pueden explicar las oscilaciones cromosféricas observadas de tres minutos.

Ondas y Oscilaciones en la Corona Solar

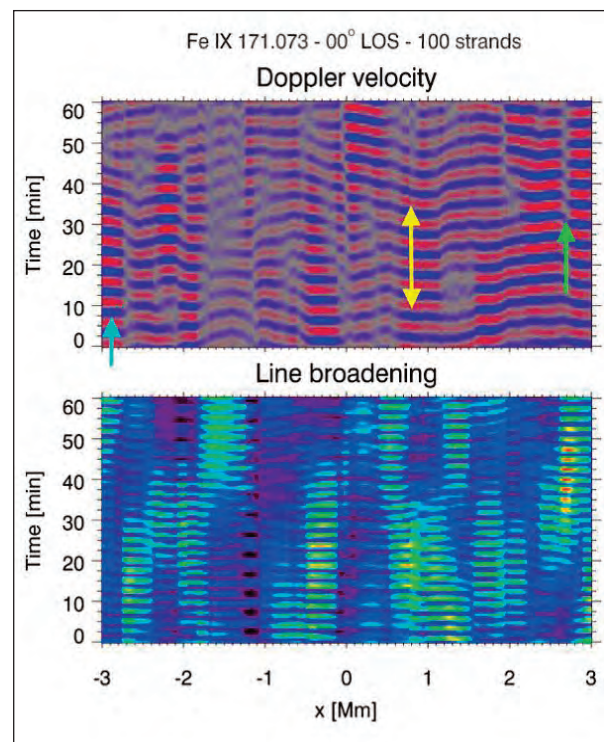
Se ha desarrollado un procedimiento mediante el cual se pueden analizar las propiedades de modos nor-

males de oscilación de ondas en simulaciones numéricas de bucles coronales. El objetivo es separar las distintas contribuciones de distintos modos normales a partir de la señal observada. En un primer paso, el procedimiento ha sido implementado y aplicado a resultados de simulaciones numéricas. Se planea aplicar este estudio a observaciones reales.

Se ha investigado, desde el punto de vista teórico-numérico, la posible presencia de oscilaciones colectivas de estructuras finas en la corona solar, su asociación en forma de racimos, y la banda de periodos a la que dan lugar. Para comparar con observaciones, se han generado observaciones sintéticas de velocidades Doppler y anchuras de líneas espectrales (Ver figura). Se ha concluido que este tipo de oscilaciones colectivas pueden contribuir de manera significativa al balance de energía en la corona.

Condensaciones y Lluvia Coronar

Se ha estudiado el proceso por el cual se forman condensaciones en la corona solar. Las asimetrías en el calentamiento en los pies de los bucles coronales pueden hacer que no se produzcan condensaciones solares, como la lluvia coronal o las protuberancias. No se conoce por qué en algunas observaciones se ve lluvia coronal y en otras no. Este estudio arroja luz sobre las condiciones en que se va a producir dicho fenómeno.



Señal Doppler y anchuras espectrales sintéticas de un conjunto de 100 fibrillas de la corona solar.

Difusión ambipolar en la cromosfera

Se ha estudiado la importancia de la difusión ambipolar en el calentamiento de regiones de emergencia de flujo en la cromosfera usando un nuevo módulo desarrollado para el código Siverio para el código Bifrost. Se ha concluido que la difusión ambipolar se ve contrarrestada fuertemente por los fenómenos de ionización / recombinación de no equilibrio.

Teoría de la difusión ambipolar

Se ha estudiado la física fundamental del proceso de difusión ambipolar mediante resolución de modelos de geometría simple que permiten estudiar aspectos fundamentales que subyacen a este fenómeno.

MAGNETISMO SOLAR Y ESTELAR (P/309902)

T. Felipe García.

I. Arregui Uribe-Echevarría, A. Asensio Ramos, MS. Chitrapadi Rajaram, M. Collados Vera, C.H. Domínguez-Tagle Paredes, E. KhomenkoShchukina, M.J. Martínez González, M. Montes Solís, C. Quintero Noda, B. Ruiz Cobo, J.C. Trelles Arjona y C. Westendorp Plaza.

Colaborador del IAC: H.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); W. Schmidt, D. Soltau, Th. Berkefeld, S.K. Solanki, A. Gandorfer (Kiepenheuer Inst. für Sonnenphysik, Alemania); P. Cally, S. Shelyag (Monash Univ., Melbourne, Australia); M. Stangalini (Univ. de Tor Vergata, Roma, Italia); C. Beck (NSO, EEUU); C. Kuckein (Potsdam, Alemania); C. González Fernández (Univ. de Cambridge, Reino Unido); J. de la Cruz Rodríguez, A. Pastor Yabar, C. Díaz Baso (Univ. de Estocolmo, Suecia); M. Leitzinger (Univ. de Graz, Austria); (Kiepenheuer Inst. for Solar Physics, Alemania); A. López Ariste (CNRS, Francia); F. Leone (Univ. de Catania, Italia); R. Manso Sainz (MPI, Alemania); D. Braun (North West Research Associates, EEUU).

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 mag-

néticos llegan a frenar su rotación durante el colapso de la nube molecular, y en el fin de la vida de una estrella, el magnetismo pueden ser clave en la forma en la que se pierden las capas externas de forma dramática. En la vida adulta, el magnetismo da lugar a la actividad de las estrellas. Nuestro Sol tiene campos magnéticos que dan lugar a una actividad tan espectacular que es capaz de tener un impacto en la Tierra. Pero en otras estrellas, la actividad magnética es, en algunos casos, órdenes de magnitud más intensa que la solar, influenciando drásticamente el transporte de especies químicas y de momento angular, así como afectando posibles sistemas planetarios alrededor de éstas.

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar y en otras estrellas. Estas incluyen estructuras tan diversas como las 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.
- Estudio del magnetismo en protuberancias estelares.
- Impacto del campo magnético en las últimas fases de la evolución estelar.

HITOS

Aplicación de métodos de inferencia Bayesiana para la determinación de la magnitud del campo magnético y de la densidad del plasma en la estructura fina de protuberancias solares. Para ello se han utilizado medidas del periodo y tiempo de amortiguamiento de las ondas observadas. Se ha determinado qué mecanismo de amortiguamiento explica la atenuación.

Métodos Bayesianos han sido utilizados para la inferencia del campo magnético y la densidad del plasma en bucles coronales utilizando una amplia base de datos de observaciones de eventos de oscilaciones amortiguadas.

Desarrollo de un nuevo método para mejorar la detección de regiones activas en el hemisferio no visible usando redes neuronales.

Inversiones espectropolarimétricas basadas en redes neuronales. Este método ofrece varias ventajas con respecto a los métodos de inversión habituales.

Análisis espectropolarimétrico de filamentos, infiriendo sus propiedades magnéticas y dinámicas en un modelo de una componente y evaluando las limitaciones de este modelo.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Desarrollos en sismología Bayesiana de la corona solar

Se ha continuado con desarrollos de aplicación de técnicas bayesianas de inferencia de parámetros físicos y comparación de modelos en sismología de la atmósfera solar, obteniéndose los siguientes resultados:

- Determinación del campo magnético y estructuras finas de protuberancias solares a partir de medidas del periodo y tiempo de amortiguamiento de las ondas.
- Inferencia del campo magnético y la densidad del plasma en bucles coronales.
- Evaluación de la capacidad para inferir la estructura de densidad en el borde de bucles coronales.

Desarrollos en ondas en inestabilidades en la corona solar

Se ha colaborado con las Universidades de Exeter y Lovaina en el estudio de las propiedades de ondas e inestabilidades en estructuras de la corona. Estas colaboraciones han permitido estudiar las propiedades de inestabilidades de Kelvin-Helmholtz en presencia de un flujo oscilatorio en modelos de oscilaciones transversales de bucles coronales, desarrollar un modelo fenomenológico con para explicar observaciones de plasmas de protuberancia, e investigar las propiedades de

ondas MHD en estructuras no uniformes de plasma de la corona solar.

Detección de regiones activas en el farside

Se ha desarrollado un nuevo método para inferir la presencia de manchas solares en el hemisferio no visible del Sol. Se basa en el uso de una red neuronal, que asocia mapas sísmicos del farside obtenidos de medidas de Heliosismología local con la probabilidad de que exista una mancha en el hemisferio no visible.

Validación de inversiones NLTE durante umbral flashes

Se han construido espectros polarimétricos sintéticos de una línea cromosférica durante un umbral flash a partir de simulaciones numéricas. Las atmósferas obtenidas de las inversiones realizadas con diferentes muestreos en longitud de onda se han comparado con las atmósferas de la simulación. Estos resultados permiten decidir la configuración ideal para futuras campañas observacionales.

Inversiones espectropolarimétricas basadas en redes neuronales

Se han entrenado redes neuronales para realizar inversiones. Éstas permiten inferir la atmósfera con una precisión comparable a otros métodos de inversión y proporcionan varias ventajas: son más rápidas, la estratificación atmosférica se obtiene en escala geométrica, permiten medir la presión y la depresión Wilson y los resultados están descontaminados de dispersión instrumental.

Análisis espectropolarimétrico de filamentos

Se ha realizado una serie de trabajos en los que se evalúa el potencial de la línea de Ca II 8542 para diagnosticar filamentos, y se han medido sus propiedades magnéticas y dinámicas mediante inversiones.

Simulaciones más allá de MHD

Mediante simulaciones numéricas, se ha estudiado cómo afecta el desacoplamiento de iones y neutros a la propagación de ondas. Se ha usado tanto un código de dos fluidos como un código de un fluido que incluye difusión ambipolar y efecto Hall.

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

F. Pérez Hernández.

R. Alonso Sobrino, P. Beck, J.A. Belmonte Avilés, H. Deeg, L. González Cuesta, A. Jiménez Mancebo, P. Klagyivik, S. Mathur, P.L. Pallé Manzano, C. Régulo Rodríguez y T. Roca Cortés.

Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich y J. Patrón Recio.

R.A. García, L. Bugnet (IRFU/DSM/CEA Saclay, Francia); A.R.G.S. Santos, T.S. Metcalfe (SSI, Boulder, Colorado, EEUU); M. Pinsonneault (OSU, Ohio, EEUU), M.F. Anderson, J. Christensen-Dalsgaard, F. Grundahl, H. Kjeldsen (Univ. de Aarhus, Dinamarca); Corsaro (INAF Obs. Astrofisico de Catania, Italia); K. Jain (NSO, Boulder, Colorado, EEUU); M. Cunha (CAUP, Portugal); G. Davies (Univ. de Birmingham, Reino Unido); T. Bedding (Univ. de Sydney, Australia); F. Hill (GONG-NSO, EEUU); 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 (DLR, Alemania); V. Kozhevnikov (Ural State Univ., Rusia); D. Pollacco (Queens Univ. Belfast, Reino Unido); 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); J. Fernández (Univ. Tsing Hua, Taiwan).

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 internas del Sol. 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.

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 seguimos llevando a cabo observaciones usando principalmente con los telescopios TNG, NOT, GTC, además de contribuir al desarrollo de las nuevas misiones espaciales.

HITOS

Gracias a la determinación precisa de la densidad de una estrella por medio de un análisis sísmico, pudo determinarse igualmente con gran precisión la densidad de los planetas que alberga. El análisis de los datos de Kepler sugiere que uno de los planetas del sistema sufrió una colisión. El trabajo se publicó en *Nature Astronomy*.

El estudio de la rotación de la superficie y la actividad magnética de unas 26 000 estrellas K y M de la se-

cuencia principal observadas por la misión Kepler con nuestras herramientas permitió obtener el periodo de rotación de más de 16 000 estrellas, convirtiéndose en el mayor catálogo para los tipos espectrales considerados (Santos et al.).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Medidas con SONG permitieron obtener mejores estimaciones de masa, radio y edad en subgigantes y gigantes rojas, así como los parámetros de los planetas que albergan. Se obtuvieron medidas del magnetismo en EK Eridani.

La combinación de observaciones fotométricas desde el espacio (K2 yTESS) y espectroscópicas con SONG, ha demostrado la potencia de esta estrategia para el análisis de las oscilaciones y en particular de su no adiabaticidad.

Adquisición continua de la velocidad radial solar y de su espectro visible con resolución 110 000.

Se estudió la influencia de los cambios de frecuencias causada por la actividad magnética de las estrellas en la determinación de los parámetros globales de estas. Se estimó que pueden afectar a la determinación de la edad con desviaciones de hasta un 10% y cantidades algo menores en otros parámetros como masa, radio y abundancia de Helio.

Se analizaron unas 1.000 estrellas sin oscilaciones detectadas durante la fase inicial de exploración de la misión Kepler. Aunque la actividad magnética puede tener influencia en la ausencia de oscilaciones, no la explica para todas estas estrellas.

Se finalizó el análisis de la rotación en las superficies de estrellas K y M observadas con Kepler, arrojando un

conjunto de unas 16.000 estrellas con periodos de rotación fiables.

Se realizó un análisis sísmico de estrellas con planetas usando datos de TESS

Se desarrolló un código que calcula automáticamente para cada estrella la apertura que maximiza la S/R de los modos de oscilación observados con TESS.

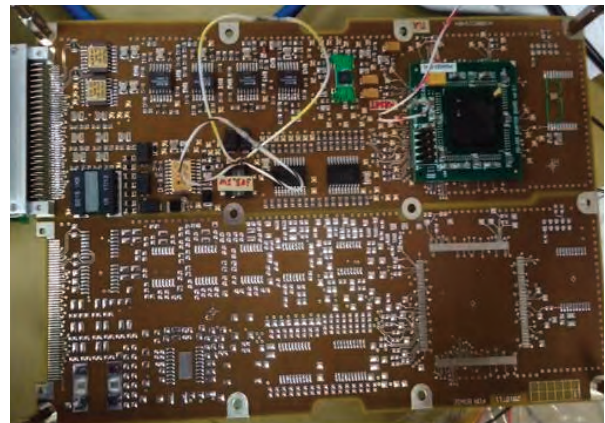
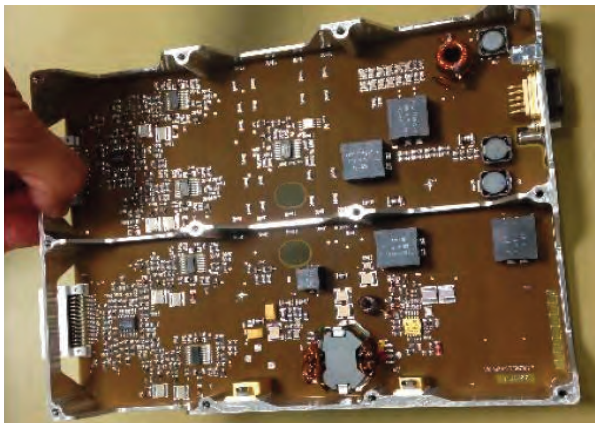
Se analizaron 90 estrellas de la misión KEPLER/K2, entre ellas 5 de tipo solar. Se ajustaron sus espectros identificando sus modos p y mixtos.

Tras 25 años de funcionamiento del satélite SoHO, el instrumento VIRGO sigue proporcionando valiosa información sobre el espectro de oscilación del Sol. El VIRGO Data Center sigue su actividad produciendo los datos de nivel 0,1 y 2.

En el marco de la colaboración KESPRINT nuestro grupo participó en el análisis de estrellas con planetas y en varios sistemas estelares descubiertos con K2 y con TESS.

Durante 2019 se instaló e inauguró el nuevo telescopio robótico de 1 metro, Artemis (MIT, Liege, IAC) en el Observatorio del Teide. Su objetivo principal es la búsqueda de exoplanetas por tránsito en las enanas ultrafías más cercanas. Se une a la búsqueda de tránsitos Speculoos, extendiéndolo al hemisferio norte como SNO: "Speculoos Northern Observatory".

Se supervisó la contribución técnica del IAC a la misión PLATO, la cual consiste en el suministro de la fuente de alimentación (PSU) de la unidad MEU ("Main Electronics Unit"). En 2019 se han construido los Modelos de Ingeniería del PSU (Ver figura) mientras el MEU en su conjunto ha pasado la revisión PDR ("Preliminary Design Review").



PLATO PSU (izquierda: PSU-ctrl, derecha: PSU-power).

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

T. del Pino Alemán.

D. Afonso Delgado, A. Asensio Ramos, E.S. Carlín Ramírez, M. Cubas Armas, S. Esteban Pozuelo, A.B. Griñón Marín, S. Hebbur Dayananda, J. Bestard, H. Li, R. Rezaei, H.D. Socas Navarro, A. Sukhorukov, J. Trujillo Bueno, A.M. Vicente Garrido y N. Vitas.

Colaboradores del IAC: C. Allende Prieto, I. Arregui Uribe-Echevarría, M. Collados Vera, M.J. Martínez González, C.D. Ramos Almeida y B. Ruiz Cobo.

M. Bianda, L. Belluzzi, R. Ramelli (Inst. Solari Ricerche, Suiza); R. Casini, R. Centeno (High Altitude Obs., NCAR, EEUU); R. Manso Sainz (MPIA, 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 físicas del plasma astrofísico en con-

sideración 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 código numérico para la inversión de mapas de parámetros de Stokes con una red neuronal convolucional. El método es órdenes de magnitud más rápido que las inversiones tradicionales, es capaz de proporcionar información física adicional y corrige efectos instrumentales de forma automática.

Lanzamiento exitoso del cohete sonda con el espectropolarímetro CLASP-2 (Chromospheric LAYer Spectro-Polarimeter). Las observaciones obtenidas no tienen precedente.

Estudio de la sensibilidad magnética de las alas de la línea resonante de H I en 121.6 nm. Investigación de relevancia especialmente para entender el diagnóstico de las observaciones de CLASP.

Estudio de la sensibilidad magnética de las líneas espectrales del Mg II en la región espectral alrededor de 280 nm. Investigaciones de relevancia especialmente para el diagnóstico de las observaciones de CLASP-2.

Estudio de señales de polarización anómala mediante un modelo semi-paramétrico. Se ha clasificado su morfología y explicado su formación en el marco del modelo.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha desarrollado un código numérico (SICON, Stokes Inversion based on COnvolutional Neural networks) para la inversión de observaciones solares. Haciendo uso de una red neuronal convolucional, el código proporciona a partir de mapas bidimensionales de parámetros de Stokes un cubo tridimensional con las propiedades termodinámicas y magnéticas. Esta técnica es órdenes de magnitud más rápida que las inversiones tradicionales, proporciona información sobre la altura geométrica y el cubo resultante está corregido de efectos instrumentales.

Se desarrolló una nueva versión de NICOLE para aplicación a observaciones de espículas solares.

Se ha estudiado señales de polarización anómala que se encuentran de forma rutinaria en observaciones solares. Se ha propuesto un modelo para la resolución del problema de transporte fuera del equilibrio termodinámico (NLTE) de forma semi-paramétrica. Se ha mostrado que los ceros del espectro de polarización circular permiten clasificar su morfología y entender su formación.

Se ha estudiado la formación de la polarización de las alas de la línea resonante del H I resolviendo el problema de transporte en NLTE en modelos de la atmósfera solar con scattering coherente. Se ha encontrado que las alas del perfil de polarización lineal son sensibles a campos magnéticos cromosféricos con fuerzas similares al campo Hanle. Estos resultados ayudarán a extender el diagnóstico de las observaciones del experimento suborbital CLASP (Chromospheric Lyman-Alpha Spectro-Polarimeter).

Se ha estudiado la formación de las líneas de Mg II en el rango espectral alrededor de 280 nm resolviendo el problema de transporte en NLTE en modelos de la atmósfera solar. Se ha estudiado la sensibilidad magnética de la polarización y se ha encontrado que existe sensibilidad en todo el rango espectral, cubriendo alturas desde la alta fotosfera hasta la región de transición. Estos resultados son de importancia de cara al diagnóstico de las observaciones del experimento sub-

orbital CLASP-2 (Chromospheric LAYer Spectro-Polarimeter).

Se ha reanalizado las observaciones del espectropolarímetro a bordo del satélite Solar Maximum Mission en 1980 y 1984. El nuevo análisis confirma la presencia de polarización radial en la región espectral entre las líneas resonantes del Mg II y muestra evidencia de fluctuaciones del patrón de polarización en un amplio rango espectral. Se ha llevado a cabo un estudio cuantitativo de diagnóstico magnético de dichas observaciones con técnicas bayesianas y una base de datos de perfiles teóricos.

Se ha realizado con éxito el lanzamiento del cohete sonda con el espectropolarímetro CLASP-2, un experimento de colaboración internacional. Se ha obtenido observaciones espectropolarimétricas de alta calidad en la región espectral alrededor de 280 nm y se ha progresado en su reducción y diagnóstico. En noviembre tuvo lugar en el Instituto de Astrofísica de Canarias la primera reunión científica sobre CLASP-2.



Lanzamiento de CLASP-2. Crédito: US Army, White Sands Missile Range.

ESTRELLAS Y MEDIO INTERESTELAR

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NEBULOSAS IONIZADAS (P/308614)

J. García Rojas.

R. Corradi, C. Esteban López, D. Jones, A. Mampaso Recio y J.E. Méndez Delgado.

K. Arellano-Córdova, G. Domínguez-Guzmán, M. Rodríguez (INAOE, México); B. Balixk (Univ. Washington, EEUU); H. Boffin (ESO, Alemania); F. Bresolin (IfA, Hawai, EEUU); L. Carigi, G. Delgado Inglada, C. Morrisset, M. Peimbert, M. Peña, L. Sabin (IA-UNAM, México); J. Drew (Univ. Hertfordshire, Reino Unido); X. Fang (Univ. de Hong-Kong); R. Galera Rosillo, 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); M. Miller Bertolami (UNLP, Argentina); B. Miszalski (SALT, Sudáfrica); H. Monteiro (Univ. de Itajubá, Brasil); A. Prsa (Univ. Villanova, 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 (University College, Londres, Reino Unido).

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.

- Determinar las condiciones físico-químicas de las nebulosas planetarias galácticas con geometría bipolar y de las nebulosas alrededor de estrellas simbióticas. El fin es entender el origen de la bipolaridad y poner a prueba los modelos teóricos que intentan explicar la morfología y la cinemática nebular, con especial énfasis

en los modelos con estrellas binarias centrales. Se estudiarán también 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 demostrado que las dos estrellas del sistema binario central de la nebulosa planetaria M3-1 están llenando sus respectivos lóbulos Roche. Esto permitiría que el sistema evolucionara a la fase de variable cataclísmica, pudiendo producir una explosión de tipo nova en un futuro cercano. Nota de prensa en: <http://shorturl.at/lyDEH>.

Se ha encontrado evidencia observacional de la existencia de un mecanismo de física atómica predicho teóricamente, pero que aún no había sido conformado experimentalmente. La inclusión de este mecanismo en modelos de fotoionización de plasmas astrofísicos puede tener importantes implicaciones en la determinación de abundancias elementales. <http://shorturl.at/llW49>.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha finalizado el análisis de una muestra de 18 Regiones HII en las galaxias espirales cercanas M101 y M31. Se obtuvieron gradientes de C/O negativos y de N/O planos, en consonancia con lo encontrado en otras galaxias. Se estudió el efecto de la estructura de temperaturas adoptada en la determinación de abundancias. Los resultados establecen que en ambas galaxias no hay evidencia de inhomogeneidades químicas a través del disco, y que las escalas temporales de enriquecimiento de C y de N son similares.

Se está finalizando el análisis de una muestra de 33 regiones HII galácticas con espectros de alta calidad para refinar los gradientes de abundancias de C, N, O, Cl, S, Ne y Ar.

Se han desarrollado herramientas para automatizar el análisis químico y cinemático de espectros profundos de objetos HH en la nebulosa de Orión con múltiples componentes de velocidad. El análisis del primer objeto (HH529-I) revela hasta 5 componentes distintas.

Se ha continuado trabajando en el análisis de datos MUSE-VLT de 3 nebulosas planetarias con alto ADF. Se han puesto especial énfasis en el refinamiento de los ajustes automáticos de líneas obtenidos con el código ALFA. Resultados preliminares se han presentado en un congreso internacional.

Se ha encontrado que la estrella central binaria en la nebulosa planetaria NGC 2346 tiene el periodo orbital más largo observado hasta el momento para un objeto que ha experimentado un proceso de envoltura común (EC). Este sistema podría poseer la estrella secundaria más masiva en este tipo de objetos, un resultado que permite extender el estudio de la fase de EC a periodos orbitales más largos y estrellas secundarias más masivas.

Se han descubierto dos regiones de emisión extendida, alineadas con la órbita propuesta para una tercera estrella en el sistema central de la nebulosa planetaria Sh 2-71. Basándose en varios test realizados usando observaciones de archivo y modelos, se ha concluido que esta nebulosa planetaria es uno de los mejores candidatos a ser una nebulosa planetaria cuya formación se ha visto influenciada por las interacciones en un sistema central triple.

Se han obtenido nuevos datos fotométricos y espectroscópicos de múltiples objetos que por la forma de sus curvas de luz son sospechosos de albergar un sistema binario con estrellas evolucionadas.

Se ha implementado un tratamiento mejorado del efecto de la irradiación estelar y de la extinción en las curvas de luz de estos sistemas en el código de modelización PHOEBE.

Se continúa la búsqueda de nuevos sistemas binarios en nebulosas planetarias a partir de los datos del satélite TESS, con múltiples candidatos ya encontrados.

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

D.A. García Hernández.

L. Crivellari, F. Dell'Agli, M.A. Gómez Muñoz, A. Manchado Torres, T. Masseron, V. Pérez Mesa y O.M. Zamora Sánchez.

Colaboradores del IAC: C. Allende Prieto y J. García Rojas.

L. Stanghellini (NOAO, EEUU); E. Villaver, G. García Segura (UAM); P. García Lario, (ESAC); G. García-Segura (UNAM, México); B. Plez (Univ. de Montpellier, Francia); A. Karakas (Mt. Stromlo Obs., Canberra, Australia); M. Lugaro (Obs. Konkoly, Hungría); D. Lambert (Univ. Austin, Texas, EEUU); P. Ventura (INAF, Roma, Italia); F. Cataldo (Obs. de Catania, Italia); S. Kwok (British Columbia Univ. Vancouver, Canadá); R. Szczerba (Copernicus Astronomical Center, Torun, Polonia); J.M. Trigo-Rodríguez (CSIC-IEEC, Barcelona); L. Bianchi (YHU, EEUU); K. Rao (IIA, India).

INTRODUCCIÓN

Las estrellas de 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 instalaciones 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 usar el telescopio espacial GALEX para descubrir estrellas binarias en NPs Galácticas.

HITOS

Durante 2019, se han publicado 33 artículos en revistas astronómicas internacionales con referee de alto

impacto, así como 2 artículos en las revistas de Química-Física FNCN.

Se han detectado sistemas binarios alrededor de estrellas AGB masivas y extremas, lo cual ha resuelto el enigma de décadas sobre el superviviente extremo en estas estrellas.

Se ha mejorado la lista de líneas de la molécula de TiO, lo cual ayudará en el modelado de estrellas frías así como en la detección de exoplanetas alrededor de estrellas enanas M por la técnica de correlación cruzada.

Se han descubierto, por primera vez, estrellas evolucionadas (AGB y post-AGB) con doble química (rica en C y en O) en la Gran Nube de Magallanes.

Se encontró que la estrella central de la nebulosa planetaria NGC 2346, ha pasado por la fase de envoltiva de “envoltura común” (“common envelope” en inglés).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2019, se ha continuado trabajando con datos de SDSS-IV/APOGEE-2, con la intención de mejorar los resultados del último “data release” (DR16, públicos en Diciembre de 2019) y las listas de líneas moleculares. En particular, se han analizado homogéneamente un gran número (~3000) de estrellas gigantes en cúmulos globulares observadas por APOGEE-2, proporcionando el mayor número de abundancias químicas en este tipo de estrellas hasta la fecha. Gracias a estos datos, se ha desarrollado una técnica novedosa, basada en las observaciones, para probar los efectos no-LTE y 3D en estas estrellas y comparar con predicciones teóricas. Además, con APOGEE-2 se han descubierto, por primera vez, un pequeño grupo de estrellas ricas en fósforo y se ha enviado un artículo para su publicación.

Se han derivado, por primera vez, las abundancias elementales y cocientes isotópicos de CNO en estrellas AGB masivas al comienzo de los pulsos térmicos y los resultados se han comparado con modelos de nucleosíntesis estelar. Esto formó parte de la tesis doctoral de V. Pérez Mesa y se tiene un artículo científico en preparación.

En laboratorio se han publicado los experimentos para la caracterización de moléculas de fullerenos endohedrales con Litio (Li@C60), así como los experimentos de la pirolisis de tolueno en carbono sumergido.

Se ha trabajado en la mejora de la lista de líneas de la molécula de TiO y se han publicado los resultados. Además, se ha preparado y enviado un proyecto (ASTROMOL; IP: O. Zamora) al Plan Nacional de I+D para mejorar las listas de líneas de otras moléculas (ej. VO,

AlH, AlO, FeH o CrH) y poder modelar con precisión los espectros de estrellas frías gigantes y enanas y así poder atacar cuestiones sin responder sobre nucleosíntesis estelar y evolución química, el origen del Sistema Solar, la caracterización química de las estrellas anfitrionas de planetas, las propiedades de las enanas marrones y la química de atmósferas exoplanetarias.

Con la intención de comprender el proceso de formación de nanoestructuras de carbono (ej., tipo fullerenos y grafeno) en el espacio a través de enfoques altamente interdisciplinarios que incluyen Astronomía, Astroquímica de laboratorio, ciencia de materiales y Química Cuántica, entre otros, se ha preparado y enviado un proyecto ERC Advanced Grant (NANOHACS), una Acción COST (NanoSpace; 55 proponentes de 24 países), así como un proyecto (NanoFull) del Gobierno de Canarias. Todos estos proyectos han sido liderados por D. A. García-Hernández.

Se ha estudiado la estrella central de la nebulosa planetaria (NP) NGC 2346, combinando datos ultravioleta (UV) y ópticos. Se encontró que la estrella ionizante tiene una temperatura efectiva de 130.000 K y la estrella compañera es una A5IV.

Se analizaron las distancias a las estrellas centrales de las NPs obtenidas por el satélite Gaia. Se encontró, que las distancias obtenidas a partir de modelos de atmósferas no-LTE son sistemáticamente superiores.

ESTRELLAS BINARIAS (P/308807)

P. Rodríguez Gil.

A. Álvarez Hernández, M.J. Arévalo Morales, M. Armas Padilla, J. Casares Velázquez, V. Dhillon, I. González Martínez-Pais, P. Izquierdo Sánchez, C. Lázaro Hernández, T. Muñoz Darias, M. Pérez Torres y T. Shahbaz.

B.T Gänsicke, T.R. Marsch, D. Steeghs, M. Green, O. To-loza, C. Manser (Univ. de Warwick Reino Unido); E. Bredt (Univ. de Cambridge, Reino Unido); S. Littlefair, S. Parsons (Univ. Sheffield, Reino Unido); J. Ren (Univ. de Pekin, Rep. Popular China); P. Jonker (SRON, Países Bajos); T. van Grunsven (Nijmegen, Países Bajos); L. Schmidtobreick, J.M. Corral-Santana (ESO, Chile); A. Pala (ESO, Garching, Alemania); K. Gazeas (Univ. 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); P.A. Charles (Univ. de Southampton, Reino Unido); K. Long (Space Telescope

Science Institute, EEUU); M. Hernanz, G. Sala, N. Elías de la Rosa (Inst. Estudios Espaciales de Cataluña); R. Iglesias Marzoa (Univ. de La Laguna); S. Gómez, M. López Morales (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); P. Abraham (Obs. Konkoly, Hungría).

INTRODUCCIÓN

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la astrofísica estelar. Una gran parte de las estrellas de la Galaxia se ha formado en sistemas binarios o múltiples, por lo que entender la estructura y evolución de estos sistemas es importante desde el punto de vista estelar y galáctico. Un aspecto donde las binarias juegan un papel fundamental es en la determinación de parámetros estelares absolutos, siendo la única fuente de valores precisos para los radios y las masas estelares.

Líneas de trabajo:

- La determinación de parámetros absolutos en binarias eclipsantes de tipo Algol. Desde 2006 se trabaja en la determinación precisa de sus parámetros absolutos estelares en el rango de la secuencia principal poco masiva, mal conocidos, y poner a prueba los modelos de atmósferas estelares para estrellas M más modernos.

- Estudio de variables cataclísmicas con periodos orbitales cortos. Va dirigido a entender las estructuras de acreción que se forman a consecuencia de la transferencia de masa, así como su evolución. Entre los objetivos se pretende corroborar o desmentir las predicciones que hace la teoría estándar de evolución de estos sistemas binarios, llevando a cabo estudios de poblaciones tanto en la región cercana al mínimo periodo orbital observado (~ 80 min), como en la frontera superior del “hueco de periodos”, el intervalo de periodos orbitales comprendido entre 3 y 4.5 h. En un periodo orbital de 3 horas la teoría predice el cese del transporte de masa, lo cual parece contradecirse con la existencia de cataclísmicas con los mayores ritmos de transferencia de masa justo en la frontera superior de 3 h. Se están realizando medidas de las masas de estos sistemas durante estados de cese temporal de la acreción, cuando la desaparición del disco permite la observación de ambas componentes estelares. Este último Proyecto cuenta con una amplia colaboración internacional, y requiere observaciones en modo “Target of Opportunity” con telescopios de clase 8-m, como el VLT y Gemini, así como el telescopio GTC.

- Estudio de estrellas binarias progenitoras de nebulosas planetarias. Uno de los posibles efectos que podrían esculpir una nebulosa planetaria bipolar es la ór-

bita de una estrella binaria central, que contiene al menos una enana blanca. Por tanto, se busca una correlación significativa “bipolaridad-binariedad” a partir de su estudio. La historia de los episodios de eyección de masa dará pistas acerca de la fase de envoltura común, aún poco entendida.

- Con el comienzo de la tesis de P. Izquierdo Sánchez (FPI Severo Ochoa) a mediados de 2017, se abrió otra línea de investigación en el campo de las enanas blancas: la búsqueda y estudio de remanentes post-planetarios alrededor de enanas blancas, que puede beneficiarse de la experiencia de los estudios de discos de acreción en las variables cataclísmicas.

HITOS

- Nova recurrente M31N 2008-12a en la Galaxia de Andrómeda.

- Remanente de un núcleo planetario en la enana blanca SDSS J122859.93+104032.9.

- Enana blanca fuertemente contaminada por metales de origen postplanetario, GD 424.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2019 se han publicado dos trabajos de gran impacto, uno en *Nature* y el otro en *Science*, ambos con gran repercusión mediática internacional. El primero presenta el hallazgo de una enorme burbuja nebular alrededor de una nova en la Galaxia de Andrómeda, que se alimenta de las erupciones regulares que ocurren cada año. La enana blanca de M31N 2008-12a, con una masa cercana al límite de Chandrasekhar, hace de este sistema uno de los mejores candidatos a supernova de tipo Ia. El segundo revela la presencia de un planetesimal orbitando alrededor de la enana blanca SDSS J122859.93+104032.9, imbuido en un disco de escombros y gas postplanetarios también alrededor de la estrella progenitora. Este cuerpo podría ser el núcleo de hierro remanente de un planeta al que el intenso tirón gravitatorio de la enana blanca ha arrancado sus capas más externas. En ambos descubrimientos el telescopio GTC ha jugado un papel esencial.

Durante 2019 se continuó con la observación espectroscópica de enanas blancas con el objetivo de conseguir un censo completo hasta una distancia de 40 pc de la Tierra. Hasta la fecha se han encontrado unas 20 enanas blancas contaminadas por metales de las 141 identificadas. Las ricas en metales se están monitorizando fotométricamente en busca de tránsitos similares a los del sistema WD 1145+017.

Se ha profundizado en el análisis de la enana blanca GD 424, fuertemente contaminada por metales cuyo

origen más plausible es que la estrella haya desmembrado y engullido un cuerpo rocoso.

Durante 2019 se progresó significativamente en la obtención de datos para la primera medición precisa (dinámica) de la masa de las enanas blancas magnéticas en las variables cataclísmicas de tipo Polar Intermedia GK Per, XY Ari y DO Dra. Se espera publicar el estudio dinámico de GK Per en 2020 y completar las observaciones de XY Ari y DO Dra ese mismo año.

Para el estudio de variables cataclísmicas el TAC de ESO ha concedido un total de 77,5 horas de tiempo de servicio con VLT/XSHOOTER en dos propuestas (12.1 + 65.4 h). Como parte de la Colaboración ENGRAVE se han conseguido un total de 42 horas de tiempo ToO en el telescopio VLT con los instrumentos XSHOOTER, HAWKI, FORS2 y MUSE para el estudio de las posibles contrapartidas electromagnéticas de eventos de ondas gravitatorias.

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

R. Rebolo López.

C. Cardona Guillén, P. Chinchilla Gallego, J.I. González Hernández, N. Cedric Lodieu, V.J. Sánchez Béjar, R. Sarmiento, A. Suárez Mascareño y B. Toledo Padrón.

INTRODUCCIÓN

Se investigan los procesos que conducen a la formación de estrellas de baja masa, enanas marrones y exoplanetas y caracterizar las propiedades físicas de estos astros en varias etapas evolutivas. Las estrellas de muy baja masa y las enanas marrones son probablemente los objetos más numerosos de nuestra Galaxia, pero no por ello están suficientemente bien establecidas sus propiedades. En particular, los objetos subestelares constituyen uno de los grupos más difíciles de estudiar desde el punto de vista observacional dada su baja luminosidad intrínseca. Se pretende establecer la frecuencia, multiplicidad y distribución espacial de estrellas ultrafrías y objetos subestelares en la vecindad del Sol y en regiones de formación estelar y cúmulos cercanos con el fin de proporcionar información sobre los mecanismos que los originan, caracterizar sus propiedades ópticas e infrarrojas, y establecer relaciones entre sus propiedades espectrales, masas y luminosidades. Se hace especial énfasis en empujar la

frontera de detección hacia los objetos de menor masa, bien sea como objetos ligados por atracción gravitatoria a otros, o flotando libremente en el espacio interestelar. Los objetos menos masivos también suelen ser los de menor luminosidad intrínseca y temperaturas superficiales más frías por lo que entrañan notable dificultad de detección por medio de imagen directa. Sin embargo, la detección directa permite una caracterización fotométrica y espectroscópica mucho más completa y una mejor determinación de sus propiedades físicas y químicas. También se pretende investigar la presencia de exoplanetas en estrellas de baja masa empleando técnicas de medida de velocidad radial con muy alta precisión y técnicas de muy alta resolución espacial. Se trabaja en el desarrollo de espectrógrafos ultraestables para grandes telescopios y de sistemas de imagen 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 un objetivo que se persigue es establecer la frecuencia de estos planetas en las estrellas de la vecindad solar y caracterizar las propiedades de los sistemas planetarios a los que pertenecen.

HITOS

Mapas 5D de cuatro cúmulos estelares cercanos: Híades, Pleiades, Alpha Per, Presebre.

La primera secuencia de enanas de tipo L en Upper Sco con una ed.

Determinación de los parámetros físicos de las subenanas pobres en metales.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En el transcurso de la tesis doctoral de P. Chinchilla se han completado las búsquedas de compañeros por movimiento propio común a grandes separaciones (100-50.000UA) alrededor de estrellas jóvenes cercanas y de la asociación de Upper Scorpius. Dentro de estas búsquedas cabe destacar el hallazgo alrededor de dos estrellas M de USco de dos compañeros subestelares de tipo espectral L0 y L0.5, en el límite de masas entre las enanas marrones y planetas, situadas a distancias de ~2000-3500 UA. Este trabajo ha sido publicado en Chinchilla et al., *A&A*, 633, 152. Otro resultado relevante es el descubrimiento y caracterización de una enana L intermedia alrededor de una enana marrón de Beta Pictoris, que para la edad de este grupo de movimiento se trataría de un compañero de masa planetaria.

En colaboración con B. Gauza se ha llevado a cabo la publicación de un sistema triple, formado por dos estrellas M de baja masa y una enana marrón en la fron-

tera L/T situada a unos 3800 UA, descubierto en el desarrollo de su tesis doctoral en el IAC (Gauza et al., *MNRAS*, 487, 1149).

Dentro del desarrollo instrumental del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio GTC (GTCAO), se ha llevado a cabo el diseño preliminar del sistema de Estrella de Guía Laser (LGS), la revisión del diseño preliminar (PDR) tuvo lugar en el mes de mayo.

El grupo ha producido mapas 5D de grupos abiertos cercanos: las Hyades, las Pléyades, Alpha Persei y Praesepe explotando la exquisita precisión astrométrica de Gaia.

Se definió la primera secuencia enana L en la asociación OB más cercana al Sol, Scorpius Superior, con una edad de 5-10 Ma, proporcionando una secuencia de referencia de enanas marrones y objetos aislados de masa planetaria.

Recopilamos y analizamos el conjunto de datos espectroscópicos más completo hasta la fecha para inferir la metalicidad, la gravedad y escalas de temperatura de sub-enanas pobres en metales.

Se han descubierto varios exoplanetas como parte de nuestra participación en el Proyecto CARMENES.

NATURALEZA Y EVOLUCIÓN DE BINARIAS DE RAYOS X (P/309710)

T. Muñoz Darias.

A. Álvarez Hernández, M. Armas Padilla, J. Casares Velázquez, V. Cúneo, V. Dhillon, J.I. González Hernández, I. González Martínez-Pais, F. Jiménez Ibarra, G. Panizo Espinar, M. Pérez Torres, P. Rodríguez Gil, J. Sánchez Sierras y T. Shahbaz.

Colaboradores del IAC: M.J. Arévalo Morales, J. Becerra González, A. Herrero Davó y G. Israelyan.

P. Charles (Univ. de Southampton, Reino Unido); P. Jonker (Univ. de Utrech, Países Bajos); T. Marsh, D. Steeghs, B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido); R. Fender, S. Motta (Univ. de Oxford, Reino Unido); R. Breton, D. Mata Sánchez (Univ. de Manchester, Reino Unido); J.M. Paredes, M. Ribó (Univ. de Barcelona); J. Martí (Univ. de Jaén); T. Belloni, S. Campana, P. D'Avanzo, G. Ponti (Obs. de Brera, Italia); I. Negueruela (Univ. de Alicante); J.M. Corral-Santana (ESO, Chile); D. Russell (Univ. de Abu Dhabi, Arabia Saudita); B. de Marco (Nicolas Copernicus A.C., Polo-

nia); N. Degenaar, R. Wijnands (Univ. de Amsterdam, Países Bajos); A. de Ugarte Postigo (IAA); Y. Ueda (Univ. de Kyoto, Japón).

INTRODUCCIÓN

Los agujeros negros y estrellas de neutrones en binarias de rayos-X son laboratorios únicos para explorar la física de estos objetos compactos. No solo permiten confirmar la existencia de agujeros negros de origen estelar a través de mediciones dinámicas de sus masas, sino que también permiten investigar el comportamiento de la materia y la radiación bajo la influencia de un campo gravitatorio extremo. De este modo, es posible estudiar la física del proceso de acreción, la forma más eficiente de producción de energía conocida. El conocimiento de este proceso es esencial para entender el Universo, jugando un papel crucial en la astronomía galáctica y extra-galáctica.

Los objetivos científicos que se persiguen son:

- Estudios de acreción y eyección. Esta línea explota una fenomenología que nuestro grupo ha descubierto recientemente y se enfoca en la relación universal existente entre el proceso de acreción en agujeros negros y los procesos de expulsión en forma de jets colimados y vientos. Se pondrá énfasis en las propiedades generales y el efecto que el viento frío que hemos descubierto en binarias de rayos-X tiene sobre todo el proceso de acreción. Investigaremos como de comunes son estos vientos, como afectan al proceso de crecimiento en el agujero negro y cuál es su relación con los jets y los vientos observados en rayos-X. Asimismo se realizarán estudios espectrales detallados en rayos X, con el fin de caracterizar los diferentes estados y geometrías de acreción en función de la luminosidad.

- Se tiene como objetivo definir la distribución de masas de agujeros negros estelares y estrellas de neutrones. Para ello medimos masas en binarias de rayos-X, continuando así nuestra ya reconocida contribución a uno de los experimentos fundamentales en la astrofísica moderna. De este modo, esperamos mejorar significativamente las distribuciones conocidas de objetos compactos, lo cual permitirá verificar modelos de explosión de supernovas y evolución de binarias compactas; además de obtener límites a la ecuación de estado de la materia nuclear. Para ello, mediremos las masas en binarias de rayos-X conocidas o recientemente descubiertas, y se intentará encontrar un gran número de nuevas binarias de rayos X en nuestra galaxia que puedan después ser estudiadas dinámicamente.

- Analizar la estructura y variabilidad de los discos de acreción alrededor de los objetos compactos en diferentes bandas espectrales (óptico-rayos X). La distribución espectral durante la erupción (especialmente a altas energías) y su variación temporal es esencial para restringir los modelos de erupción y la estructura física del disco (ej. radio del disco advectivo) así como la contribución del jet a la emisión en el visible y el infrarrojo.

HITOS

Torres, et al. “Dynamical Confirmation of a Black Hole in MAXI J1820+070” *ApJ*...882L..21T: Demostración de la presencia de un agujero negro en una nueva binaria transitoria. También presentamos restricciones importantes al ángulo de inclinación que permiten acotar la masa del agujero negro con gran precisión.

Casares et al. “Accretion and Outflow in V404 Cyg” *MNRAS*. Primera medida de la masa eyectada durante la erupción en una binaria de rayos X, basada en el tiempo de recombinación de la línea H α , asociada a emisión nebular. La masa eyectada es ~ 100 veces superior a la masa acreta lo cual favorece el papel de la presión de radiación en la formación de vientos.

Muñoz-Darías et al. “Hard state accretion disk winds from black holes”, *ApJ Lett*. Primera detección de vientos fríos en un sistema con una evolución clásica, lo que implica que los vientos ópticos son probablemente un elemento común en las erupciones de agujeros negros.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2019 se han producido progresos sustanciales en las principales líneas de investigación del grupo. En total se han publicado 19 artículos. De estos, el grupo ha liderado 9 trabajos y ha coliderado (segundo autor) uno más.

Vientos en Agujeros negros

Se ha continuado con el liderazgo del grupo en este tema con la publicación de un artículo sobre la detección de viento en los agujeros negros MAXI J1820+070 y Swift J1357. Se ha trabajado intensamente en los datos del sistema Swift J1858.6-0814 que entró en erupción en 2019 y cuyos resultados se publicaran este año.

Masas de estrellas de agujeros negros y estrellas de neutrones

Publicación de la confirmación dinámica de un agujero negro estelar en MAXIJ1820+070, el transiente

más importante de los últimos 5 años. Asimismo, se publicaron restricciones importantes a los parámetros orbitales del sistema PSR J1023+0038. Igualmente, el grupo lidero el artículo más importante del sistema MAXI 1813-095 y participó en la identificación y caracterización de contrapartidas ópticas e infrarrojas a 15 binarias de rayos X en quietud sospechosas de contener agujeros negros.

Estudios de estrellas binarias ultra-compactas

Se trata de un proyecto novedoso en el que el grupo tiene una cuota de liderazgo alta. En 2019 se publicó el estudio en rayos-X sobre el sistema 1RXS J170854.4-321857 liderado por el grupo (Armas Padilla). Se avanzó significativamente en varios trabajos globales que se publicaran durante 2020.

Cabe destacar, además, que el grupo ha dedicado importantes esfuerzos en desarrollar casos para ERC grants. T. Muñoz-Darías ha solicitado una ERC-Consolidator en febrero de 2020 y J. Casares Velázquez está preparando una ERC-Advanced para agosto de 2020.

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

S. Simón Díaz.

M. Britavskiy, L. Crivellari, R. Dorda Laforet, G. Gómez Velarde, A. Herrero Davo y D. Lennon.

Colaboradores del IAC: A. Asensio Ramos, C. Fariña, Y. Martínez Osorio, P.L. Pallé Manzano y J.A. Pérez Prieto.

A. de Burgos (NOT); J. Puls (Univ. de Munich, Alemania); C. Evans (ROE, Reino Unido); N. Markova (NAO, Bulgaria); M.A. Urbaneja (Univ. de Innsbruck, Austria); F. Najarro, M. García, J. Maíz Apellániz, M. Cerviño, J. Caballero, J. Holgado (CAB, Madrid); I. Negueruela, A. Marco, L. Patrick, J. Lorenzo, E. Trigueros, S. Rodríguez Berlanas (Univ. de Alicante); N. Langer (Univ. de Bonn, Alemania); N. Castro (Univ. Postdam, Alemania); S. Clark (Open Univ., Reino Unido); G. Maynet, S. Ekstroem, C. Georgy, L. Haemmerle (Univ. de Ginebra, Suiza); R. Barbá, J. Arias (Univ. La Serena, Chile); R. Gamen, G. Ferrero (Univ. La Plata, Argentina); D. Calzetti (Univ. de Massachusetts, 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).

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

Se han re-evaluado los parámetros estelares de la componente óptica del sistema OB+BH LB-1. Aunque se propuso inicialmente que se trataba de un sistema de 8+70 Msol, nuestro trabajo mostró que la estrella primaria es en realidad una estrella de menor masa, de alrededor de 3.5 Msol, lo cual implica que el agujero negro no puede tener más de 5 Msol.

Usando datos de Gaia-DR2 se encontró, en la región de la Tarántula de la Gran Nube de Magallanes, la estrella runaway de mayor masa conocida. Dicho descubrimiento proporciona una fuerte evidencia observacional de que procesos de eyección dinámica pueden impulsar estrellas muy masivas del centro de los cúmulos de formación estelar masiva.

Un estudio que estrellas supergigantes rojas en cúmulos de las Nubes de Magallanes ha permitido mostrar que su distribución de luminosidades es incompatible con las predicciones de los modelos de evolución estelar aislada y posiblemente resultado de procesos de fusión de estrellas masivas.

Reportada la diversidad de tipos de variabilidad detectados en supergigantes azules mediante las misiones espaciales K2 y TESS. Su estudio nos permitirá obtener información acerca de las propiedades del interior de las estrellas masivas a lo largo de su evolución.

Explorada por primera vez la subestructura espacial de la asociación de Cygnus OB2 usando paralajes de Gaia-DR2, encontrándose una sub-estructura en la asociación a través de la línea de visión.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Estrellas OB en la Vía Láctea

Durante este año se han realizado grandes avances en la caracterización empírica de dos muestras de estrellas O de la Vía Láctea. Una de ellas se refiere al conjunto de estrellas O observadas dentro de los proyectos IACOB y OWN (tesis de G. Holgado, enero de 2019) y la segunda a aquellas localizadas dentro de la región de formación estelar masiva de Cygnus OB2 (tesis de S. Berlanas, julio de 2019). En ambos casos se ha hecho

uso de una gran cantidad de espectros obtenidos por el grupo utilizando los telescopios NOT, MERCATOR, IDS e ISIS, así como datos de Gaia-DR2. Por otra parte, dentro de la tesis de A. de Burgos, se ha empezado a extender de manera sistemática nuestros estudios al rango de las supergigantes B (BSgs).

De forma paralela se está abriendo brecha en el estudio de estrellas OB dentro del dominio temporal, utilizando para ello series temporales de espectroscopia obtenidas con los telescopios SONG, NOT, MERCATOR y STELLA y datos proporcionados por el satélite TESS. Algunas de estas observaciones han sido tomadas de manera simultánea (en concreto se han conseguido datos con estas características para una muestra de 15 estrellas O y B Sgs). La explotación científica de dichos datos está sirviendo para (1) la búsqueda de binarias (en colaboración con los proyectos OWN y MONOS), y (2) la caracterización de los distintos tipos de variabilidad en estrellas masivas azules (en colaboración con el Proyecto MAMSIE). Todo ello está abriendo la puerta al estudio astrosismológico de un dominio estelar hasta ahora poco explorado.

Estrellas OB dentro del survey WEAVE-SCIP

El grupo de estrellas masivas del IAC está jugando un papel fundamental en la definición de los casos científicos referentes a las estrellas masivas OB dentro del Survey WEAVE-SCIP, así como en asegurar una explotación científica eficiente de los datos proporcionados por dicho Survey.

Se ha participado en la escritura del documento definitivo explicando el caso científico y el plan de actuación.

Se han implementado y testeado de una serie de pipelines (incluyendo técnicas de “machine learning”) que permitirán la organización y análisis de la gran cantidad de espectros de estrellas que proporcionará el Survey a partir de finales del 2020 y durante 5 años.

Se ha trabajado en la selección de candidatos OB y la creación de catálogos para el Survey.

Se ha participado en los distintos “operational rehearsals” de WEAVE.

Se ha preparado una propuesta de verificación científica.

Estrellas supergigantes rojas (RSG) en galaxias del Grupo Local

Se han presentado han presentado varios trabajos sobre la búsqueda de binarias en estrellas RSG, y la caracterización física y evolutiva de RSG en galaxias de baja metalicidad.

Se ha comenzado a investigar la conexión evolutiva (desde un punto de vista empírico) de las estrellas OB y RSG, incluyendo el efecto de la interacción binaria sobre la evolución de las estrellas masivas.

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

G. Israelian.

Colaboradores del IAC: J. Casares Velázquez, R.J. García López, J.I. González Hernández y R. Rebolo López.

N. Santos, V. Adibekyan, E. Delgado Mena, 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 sobreabundancia relativa de elementos refractarios (Si, Mg, Ca, Ti, etc.) respecto a los volátiles (CNO, S y Zn). Se han llevado a cabo varios estudios espectroscópicos del hierro (Santos et al. 2001, *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

El análisis sugiere que la correlación general observada puede no explicarse completamente por sesgos observacionales. Los datos precisos adicionales serán fundamentales para confirmar o negar esta posible correlación.

Se muestra cómo la evolución temporal de algunas especies químicas cambia con la metalicidad, con variaciones notables en las metalicidades súper solares, lo que ayudará a limitar mejor los rendimientos de los diferentes procesos de nucleosíntesis a lo largo de la historia de la Galaxia.

Se ha encontrado la evidencia de presencia de isótopo ^6Li en algunas estrellas tipo F. Estos resultados tienen un impacto sobre los modelos de formación de los “hot jupiters”.

Fue desarrollado un nuevo código para calcular los parámetros estelares de estrellas tipo FGK con una precisión muy alta.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El número de detecciones de exoplanetas continúa creciendo después del desarrollo de mejores instrumentos y misiones. Los pasos clave para la comprensión de estos mundos provienen de su caracterización y estudios estadísticos. Exploramos el diagrama de me-

talicidad-período-masa para exoplanetas conocidos mediante el uso de una versión actualizada de los parámetros Stellar para estrellas con el catálogo Exoplanets (SWEET-Cat), una compilación única de parámetros estelares precisos para estrellas anfitrionas de planetas proporcionadas para la comunidad de exoplanetas. Aquí, nos enfocamos en los planetas con una masa mínima por debajo de $30 M_{\oplus}$ que parece presentar una posible correlación en el diagrama de metalicidad-período-masa donde la masa del planeta aumenta con la metalicidad y el período.

Encontramos que la relación $[\alpha / \text{Fe}]$ (promedio de Mg, Si y Ti), $[\text{O} / \text{Fe}]$ y $[\text{Zn} / \text{Fe}]$ son proxies de buena edad con una dispersión más baja que la dispersión de edad-metalicidad. Varias proporciones de abundancia presentan una correlación significativa con la edad para las estrellas de disco delgado químicamente separadas (es decir, bajo α) pero en el caso de las estrellas de disco grueso químicamente definidas (es decir, alto α) solo los elementos Mg, Si, Ca y Ti II muestra una clara correlación con la edad. Encontramos que las estrellas de disco grueso están más enriquecidas en elementos de luz que las estrellas de disco delgado de edad similar. El máximo enriquecimiento de los elementos del proceso s en el disco delgado ocurre en las estrellas más jóvenes que a su vez tienen metalicidad solar. Las pendientes de las relaciones de edad $[X / \text{Fe}]$ son bastante constantes para O, Mg, Si, Ti, Zn, Sr y Eu, independientemente de la metalicidad. Sin embargo, este no es el caso de Al, Ca, Cu y la mayoría de los elementos del proceso s, que muestran tendencias muy diferentes según la metalicidad. Esto demuestra las limitaciones del uso de relaciones lineales simples basadas en ciertas proporciones de abundancia para obtener edades para estrellas de diferentes metalicidades. Finalmente, se mostró que al usar relaciones 3D con un reloj químico y dos parámetros estelares (T_{eff} , $[\text{Fe} / \text{H}]$ o masa estelar) podemos explicar hasta el 89% de la varianza de la edad en una estrella. Se obtiene un resultado similar cuando se usan relaciones 2D con un reloj químico y un parámetro estelar, explicando hasta un 87% de la varianza.

Hemos calculado las correcciones para la abundancia de litio, $A(\text{Li})$ y la relación isotópica $^6\text{Li} / ^7\text{Li}$ en varias estrellas con y sin planetas extrasolares. Los resultados indican la presencia de pequeñas cantidades de ^6Li en algunas estrellas tipo F.

El nuevo código automático STEPAR se desarrolló para calcular los parámetros atmosféricos estelares T_{eff} , $\log g$, $[\text{Fe} / \text{H}]$ y ξ de estrellas de tipo FGK mediante el método de ancho equivalente (EW). Se demostró que los resultados de la prueba estrella de referencia y también discuten las limitaciones del método.

ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN ESTRELLAS (P/301008)

C. Allende Prieto.

P. Alonso Palicio, D. García Álvarez, Y. Martínez Osorio,
T. Masseron, A. Molaeinezhad y R. Rebolo López.

Colaboradores del IAC: A. Asensio Ramos, J. Calvo Tovar,
J. Casares Velázquez, C. Dalla Vecchia, D.A. García Her-
nández, R. García López, F. Garzón López, M.F. Gómez
Reñasco, J.I. González Hernández, F. Gracia Temich, E.
Joven Álvarez, F.S. Kitaura Joyanes, A. Kovacs, J.A. López
Aguerri, M. López Corredoira, A. Perdomo García, J.L.
Rasilla Piñeiro, P. Rodríguez Gil, J.F. Sánchez Almeida,
F. Tenegi Sanginés, N. Vitas y O.M. Zamora Sánchez.

I. Hubeny (Univ. de Arizona, EEUU); L. Koesterke, M.
Shetrone, B. Castanheira (Univ. de Texas, EEUU); W.
Brown (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics,
EEUU); M. Kilic (Univ. de Oklahoma, EEUU); S. Majewski
(Univ. de Virginia, EEUU); R. Schiavon (Univ. de Liver-
pool, Reino Unido); J. Holtzman (Univ. de Nuevo Mé-
xico, EEUU); H.G. Ludwig (Univ. de Heidelberg, Alema-
nia); C. del Burgo (INAOE, México); T. Beers (Notre-
dame, EEUU); V.S. Smith (NOAO, EEUU); Y. Sun Lee
(Chungnam National Univ., República de Corea); M.
Cropper, D. Kawata (Univ. College London, Reino
Unido); M.T. Belmonte, J.C. Pickering (Imperial College,
Reino Unido); K. Cunha (Obs. Nacional, Brasil); C. Roc-
kosi (Univ. de California, EEUU); A. Cooper (Univ. Tsing
Hua, Taiwán); B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino
Unido); R. Ezzeddine (Univ. de Florida, EEUU); S. Kopo-
sov (Carnegie Mellon Univ., EEUU).

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

Puesta en marcha del espectrógrafo HORuS en el telescopio GTC.

Preparación y publicación de los resultados de APO-GEE en SDSS DR16, incluyendo espectros para más de 400.000 estrellas

Primeros cálculos No-ETL multi-especie con modelos de átomos actualizados.

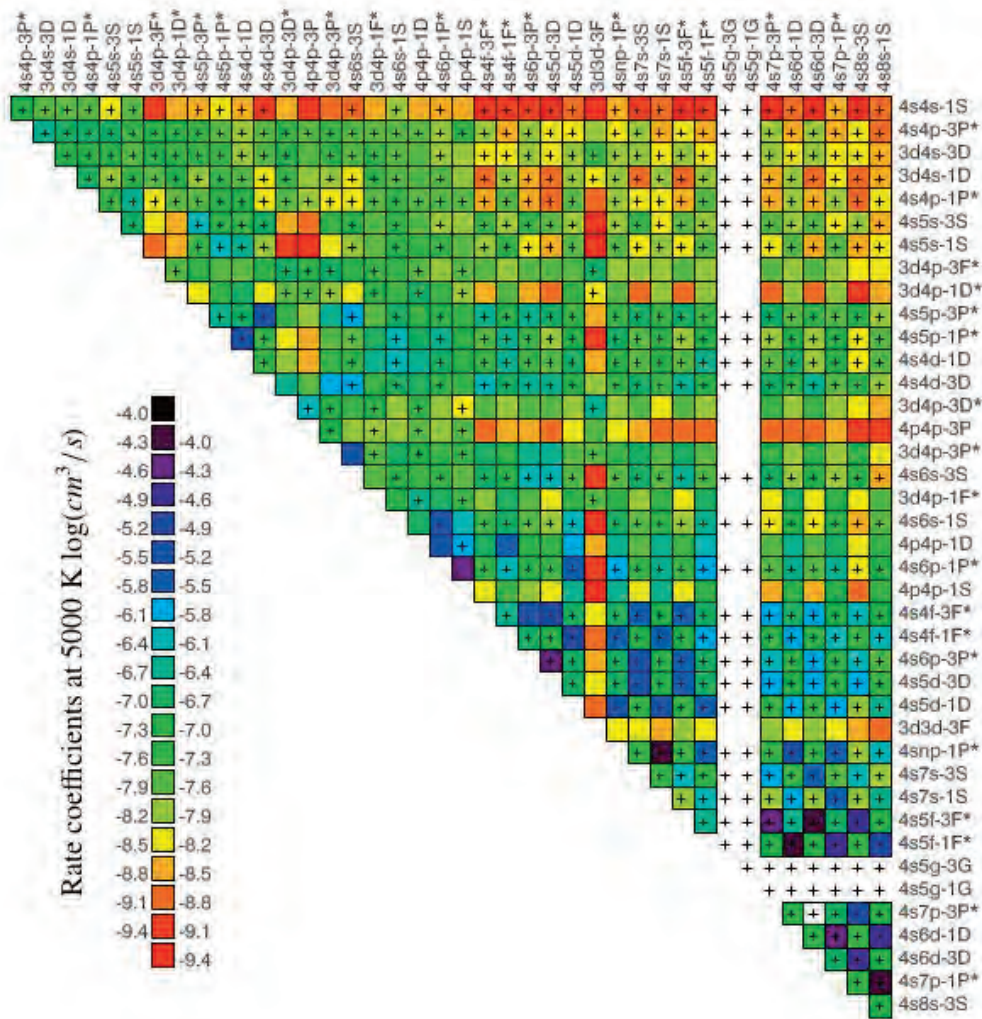
Envío a la revista para publicación del primer artículo con datos de HORuS-GTC.

Descubrimiento de litio al nivel del plateau de Spite en una estrella de [Fe/H].

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Mejora de los modelos de atmósfera y las simulaciones de espectros estelares

Se ha continuado el desarrollo de código para la combinación, selección y tratamiento de datos atómi-



Matriz de colisiones inelásticas con electrones para el átomo de calcio (Osorio et al. 2019). La escala de color indica la probabilidad de transición.

cos para cálculos de transporte radiativo en condiciones fuera del equilibrio termodinámico local. A partir de bases de datos públicas, y nuevos cálculos teóricos de los procesos radiativos y colisionales más relevantes, se han elaborado modelos de átomo para calcio, potasio, magnesio y sodio. Estos modelos se han puesto a prueba utilizando espectros de estrellas de referencia (Proción, Arturo y el Sol), y se están utilizando en la preparación de modelos sintéticos para el proyecto APOGEE, parte del Sloan Digital Sky Survey (sdss.org).

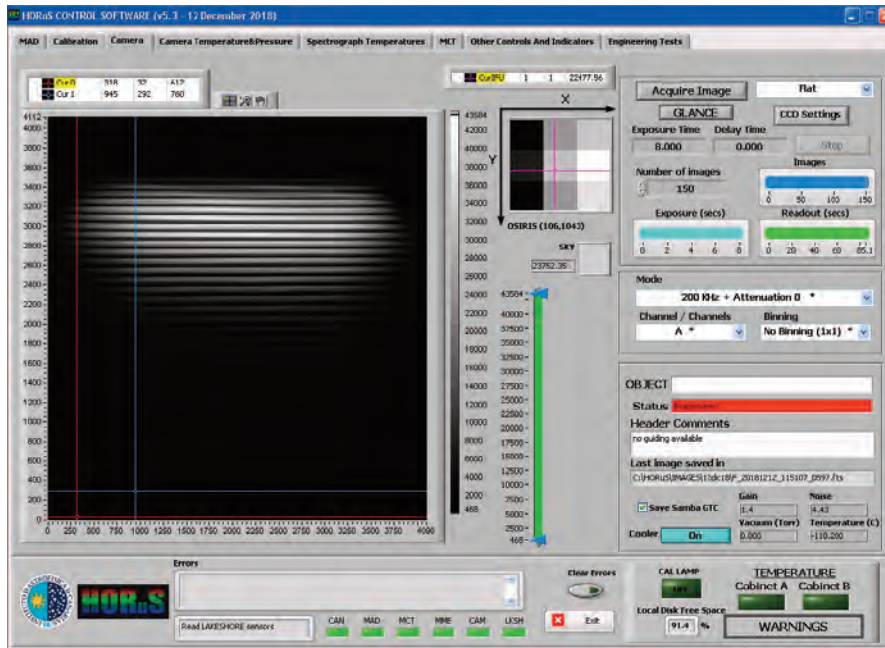
También se ha llevado a cabo una revisión sustancial de los códigos TLUSTY y Synspec, desarrollados principalmente por I. Hubeny, para su utilización en estrellas frías y objetos subestelares. La ecuación de estado y las opacidades moleculares han sido mejoradas, y son ahora consistentes en los dos códigos, lo que permite la extensión de los cálculos fuera del equilibrio termo-

dinámico local a estrellas frías, que son una importante parte del Proyecto APOGEE. Se ha comenzado el desarrollo de una interfaz en python (synple), para facilitar el uso de Synspec para el cálculo de tablas de opacidades y mallas de espectros estelares teóricos.

Desarrollo de herramientas para la obtención, reducción y el análisis de observaciones espectroscópicas

Tras la instalación y puesta en servicio del espectrógrafo HORuS en el telescopio GTC a principios de año, se desarrolló un datoducto para la reducción automatizada de los datos. El código (HORuS “chain”) está disponible públicamente y proporciona espectros extraídos y calibrados en longitud de onda para fuentes puntuales.

Se ha trabajado considerablemente en los códigos de análisis de datos para los cartografiados espectros-



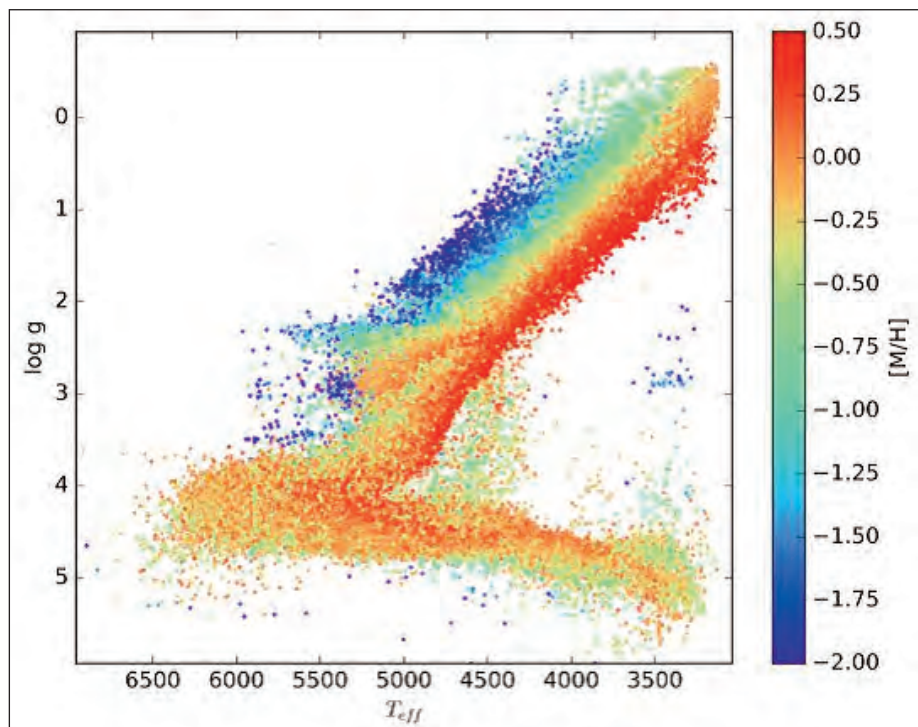
Pantallazo del software de adquisición de HORuS.

cópicos DESI (www.desi.lbl.gov) y WEAVE (www.ing.iac.es/weave/), que echaran a andar a lo largo de 2020.

El diseño, preparación, y ejecución de estudios espectroscópicos de estrellas

Se han hecho importantes avances en el estudio de la Vía Láctea utilizando datos de la misión Gaia y del

Proyecto APOGEE: desde el estudio de las abundancias en cúmulos abiertos y globulares a la identificación de poblaciones anómalas utilizando técnicas de minería de datos. También se han realizado estudios de la galaxia enana de Sagitario, y de varias estrellas de metalicidad extremadamente baja.



Gravedades superficiales y temperaturas efectivas de las estrellas de APOGEE DR16.

FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS

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

J.E. Beckman.
J. Font Serra.

Colaboradores del IAC: E. Casuso Romate, J.H. Knapen
y E. Sökmen.

L. Gutiérrez Albores, M. Rosado, A. Rodríguez, P. Velázquez, A. Camps (UNAM, México); J. Zaragoza (INAOE, México); P. Erwin (MPIE, Alemania); P. Amram, B. Epinat (Obs. de Marsella, Francia); S. Comerón (Univ. de Oulu, Finlandia); G. Vera Santana (Univ. Internacional de Valencia).

INTRODUCCIÓN

Los objetivos básicos del Proyecto son avanzar nuestros conocimientos de la estructura y la evolución de las galaxias usando métodos cinemáticos y fotométricos, y entender su evolución desde la evidencia de la interacción entre sus estrellas y su gas. Uno de nuestras técnicas principales es medir los campos bidimensionales de velocidad con alta precisión de resolución en velocidad y en ángulo usando nuestro espectrómetro especializado, tipo Fabry-Perot, “GHaFaS” en el foco Nasmyth del telescopio WHT en La Palma. Estas observaciones dan, no solamente información dinámica local y global de una galaxia, sino al cartografiar la emisión de su gas ionizado usando H α , combinando los dos tipos de mediciones aprendemos como el ritmo de formación estelar dentro de una galaxia depende de las estructuras globales y locales, así procurando información de importancia sobre los procesos de retroalimentación que limitan el ritmo global de formación estelar. Esta investigación en la cinemática de las galaxias se combina con observaciones precisas de sus perfiles radiales de brillo superficial, empezando con galaxias locales, y llegando a desplazamiento con rojo intermedio,

que ya está probando los límites de lo posible con la resolución angular de imágenes del telescopio Espacial Hubble. El fin a medio plazo, es poder usar las técnicas de Fabry-Perot para obtener imágenes cinemáticas de galaxias de alta resolución usando el telescopio GTC.

HITOS

Un grupo de observaciones detalladas de las relaciones entre parámetros de estructura de las barras y los brazos de las galaxias que favorece la teoría de “swing amplification” para la producción de los brazos, y descarta la teoría alternativa de los “manifolds” (Font et al. *MNRAS* 482, 5362).

La detección de la autorregulación de la formación en estelar en galaxias con discos, y la producción de un modelo cuantitativo para explicarlo (Zaragoza-Cardiel et al., *MNRAS* 487L, 61).

La publicación de la versión más profunda del campo ultraprofundo de Hubble (Borlaff et al. *A&A*, 621A, 133).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2019 se dio un paso importante en la definición del comportamiento de los parámetros estructurales y dinámicos claves de las galaxias y su variación con el tipo morfológico (el “tipo Hubble”). La teoría de “swing amplification” para explicar las propiedades de los brazos espirales recibió apoyo definitivo por nuestro descubrimiento que el ángulo de bobinar de los brazos (“pitch angle”) va a mayor desde las tempranas a las tardías, al contrario a la predicción de la teoría alternativa de los “manifolds”. Seis parámetros importantes de la estructura y la dinámica de la barra de las galaxias barradas, en función del tipo morfológico de la galaxia, muestran un cambio de sentido, una “rotura” en el tipo cd. Todos estos resultados son nuevos a pesar que el campo está bien explorada en la literatura. Otra observación llamativa es que el número de brazos en una galaxia es el doble del número de las resonancias en el disco, un resultado hecho posible usando nuestro método de detectar las resonancias.

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

I. Pérez Fournon.

S. Geier, C.E. Jiménez Ángel F.N. Poidevin y R. Shirley.

Principales colaboraciones internacionales en las que participa el grupo: Herschel SPIRE, HerMES, Herschel-ATLAS, SPICA, SAFARI, BELLS GALLERY, SERVS, DEEP-DRILL, SDSS-IV, SHARDS Frontier Fields y LensWatch.

INTRODUCCIÓN

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

Los proyectos principales en 2019 han sido:

- Galaxias y cuásares distantes con emisión en el infrarrojo lejano descubiertas con el Observatorio Espacial Herschel en los “Key Projects” HerMES y Herschel-ATLAS.

- Creación del mayor catálogo de galaxias infrarrojas Herschel en el marco del proyecto europeo Herschel Extragalactic Legacy Project (HELP).

- Sloan Digital Sky Survey IV: galaxias del Proyecto BELLS GALLERY y galaxias Lyman alpha muy luminosas.

- Participación en el desarrollo del instrumento SAFARI, una de las contribuciones europeas a la misión espacial infrarroja SPICA de las agencias espaciales ESA y JAXA.

- Búsqueda de supernovas en galaxias distantes amplificadas por lentes gravitacionales.

- Descubrimiento de supernovas utilizando las alertas públicas de Zwicky Transient Facility (ZTF) y seguimiento fotométrico y espectroscópico con los telescopios Liverpool y GTC.

- Estudios con el telescopio GTC de sistemas de absorción en la línea de visión a cuásares rojos.

HITOS

En Marques-Chaves et al. (2019) se presenta el descubrimiento de HLock01-LAB, una nebulosa emisora Ly-alpha de gran tamaño y luminosidad a un desplazamiento al rojo de 3.326 y un análisis detallado de sus propiedades utilizando imágenes y espectroscopía obtenidas con GTC OSIRIS así como datos de otros telescopios.

Shirley et al. presentan un catálogo de 170 millones de objetos en una región del cielo de 1.270 grados cuadrados en campos que han sido observados con las cámaras del Observatorio Espacial Herschel. Este es el primer intento de combinar sistemáticamente los datos de 23 de los principales campos de cartografiados extragalácticos.

Geier et al. presentan el descubrimiento de un QSO a $z=2.60$ enrojecido por un sistema de líneas amortiguadas de Ly-alpha en absorción en sistemas en la línea de visión a menor desplazamiento al rojo (DLA) a $z=2.226$. El QSO fue identificado utilizando un método nuevo que combina las medidas del satélite Gaia de la ESA con fotometría en el visible y en el infrarrojo.

Los mayores cartografiados extragalácticos de Herschel, H-ATLAS y HerMES, han descubierto una muestra de galaxias polvorientas con formación estelar ultrarrojas, cuyos flujos aumentan con la longitud de onda en las bandas de Herschel/SPIRE. Ma et al. presentan el análisis de una muestra de 300 galaxias Herschel ultrarrojas.

En 2019 se han puesto en marcha las herramientas para descubrir supernovas en sistemas de lentes gravitacionales, así como supernovas en todo tipo de galaxias utilizando las alertas públicas del proyecto Zwicky Transient Facility (ZTF). El Proyecto “Supernova and Gravitational Lenses Follow up (SGLF)” anuncia cada día unas 10 nuevas supernovas.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Las actividades principales del grupo en 2019, en el marco de los proyectos del Observatorio Espacial Herschel, han estado orientadas al análisis de galaxias Herschel a desplazamiento al rojo alto con datos de los telescopios GTC, WHT, VLT, ALMA, IRAM, HST, Spitzer y otros. Se ha contribuido a varias publicaciones de los proyectos HerMES y Herschel-ATLAS (Marques-Chaves et al., Greenslade et al., Ma et al., Yang et al. 2019, Gómez-Guijarro et al., Leung et al. y otras enviadas o en preparación). Se ha contribuido a la creación del mayor catálogo de galaxias infrarrojas Herschel en el marco del Proyecto europeo Herschel Extragalactic Legacy Project (HELP, Shirley et al. y otras publicaciones

en prensa en 2020 y en preparación).

En el marco del Proyecto BELLS GALLERY, se han completado varios proyectos de observaciones de galaxias Lyman alpha con los telescopios GTC, WHT y otros (Marques-Chaves et al. y otras publicaciones en preparación).

En 2019 se ha continuado la participación en el desarrollo del instrumento SAFARI del telescopio espacial infrarrojo SPICA de las agencias espaciales europea (ESA) y japonesa (JAXA). SPICA que fue seleccionada en 2018 como una de las tres misiones candidatas a ser la quinta misión de tamaño medio, M5, de la ESA.

Se ha continuado el proyecto de búsqueda de supernovas en galaxias distantes amplificadas por lentes gravitacionales con los telescopios Liverpool y Las Cumbres Observatory. Asimismo se ha comenzado un proyecto de descubrimiento de supernovas utilizando las alertas públicas del Proyecto Zwicky Transient Facility (ZTF) y el seguimiento fotométrico y espectroscópico con los telescopios Liverpool y GTC para la clasificación espectroscópica y determinación del desplazamiento al rojo.

Utilizando el telescopio GTC, se han llevado a cabo estudios de sistemas de absorción en la línea de visión a cuásares rojos, en parte basados en una nueva técnica de selección de cuásares utilizando datos de la misión Gaia.

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

C. Muñoz-Tuñón.

P. Arrabal Haro, A. Bouquin, N. Caon, N.D. Castro Rodríguez, C. Fariña, J.A. López Aguerri, A. Lumberras Calle, J. Méndez Abreu, J.H. Putko, D. Reverte Paya, J.M. Rodríguez Espinosa, J.F. Sánchez Almeida, L. Sánchez Menguiano y A. Varela Pérez.

Colaboradores del IAC: C. Dalla Vecchia, H. Dannerbauer, A. Monreal Ibero e I. Trujillo Cabrera.

R. Amorin Barbieri (Univ. La Serena, Chile); I. Cruz González, E. Benítez (UNAM, México); A. del Olmo García); J. Gallego Maestro (UCM, Madrid); O. González Martín (IRYA, Morela, México); R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); E. Pérez Montero (IAA, Granada); D. Sobral (Univ. de Lancaster, Reino Unido); E. Salvador Solé (Univ. de Barcelona); M. Mass Hesse, P. Pérez González (C. de Astrobiología, INTA-CSIC, Madrid); G. Tenorio Tagle, S.

Silich, S. Martínez (INAOE, México); M. Mezcua (ICE-CSIC Barcelona); B. Elmegreen, D. Elmegreen (Vassar College, Nueva York, EEUU); R. Sánchez Janssen (Royal Obs. Edinburgo, Reino Unido); M. García del Valle (ING, La Palma); ESTALLIDOS (<http://www.iac.es/project/GEFE/estallidos/>).

INTRODUCCIÓN

El Proyecto interno GEFE está enmarcado en el proyecto coordinado, ESTALLIDOS, financiado por el plan nacional desde el año 2001. El último proyecto aprobado es ESTALLIDOS 6.0 (AYA2016- 79724-C4-2-P). En el Proyecto GEFE trabajamos en base al caso científico del proyecto ESTALLIDOS 6.0.

Los estallidos de formación estelar (Starbursts o SB) son clave la evolución de las galaxias y en la historia de formación estelar (FE) del Universo, la producción de metales, y en los procesos de retroalimentación que acoplan las galaxias con la red cósmica. Nuestro proyecto tiene como meta el estudio completo de la física de las regiones masivas del universo local, con objeto de entender el funcionamiento de las galaxias más lejanas y de los SBs más extremos. Combinamos estudios observacionales (usando telescopios terrestres y espaciales) con nuestros modelos teóricos. Entre las instalaciones que usaremos destacan los nuevos instrumentos del telescopio GTC, EMIR y MEGARA, en los que el equipo investigador participa y EMIR y MEGARA que entrarán en funcionamiento durante el periodo que cubre este Proyecto.

Hemos estructurado nuestra investigación de los próximos tres años alrededor de cinco objetivos:

- 1.- La interacción entre la FS masiva y el medio interestelar.
- 2.- El gas en la formación de las galaxias disco.
- 3.- El papel del entorno en la FS masiva y la evolución de galaxias.
- 4.- Formación estelar en el Universo temprano.
- 5.- Participación en la construcción de nueva instrumentación y en su verificación científica.

Los resultados que esperamos son: i) mejorar la comprensión de la evolución química de las galaxias usando datos de IFUs y modelos bi-dimensionales, ii) entender el papel del gas molecular y los fotones energéticos de fondo, iii) desarrollar una técnica para hacer imagen del gas de la red cósmica que alimenta la formación estelar en galaxias, iv) caracterizar las propiedades químicas y dinámicas del gas que cae sobre las galaxias, v) descifrar las distintas formas en las que afecta a la formación estelar a lo largo de la vida del

Universo, prestando especial atención al disparo de la FE en las galaxias con menos metales, vi) explicar cómo SB masivos evolucionan en modo de ‘positive feedback’, para entender los SB extremos en el Universo primitivo, vii) estudiar la FS en galaxias Ly-alpha y Ly-break, viii) buscar candidatos a ser estrellas de población III en galaxias extremadamente pobres en metales, locales y a alto desplazamiento al rojo, ix) desarrollar las técnicas que permitan un uso eficiente de EMIR y MEGARA. Lideraremos casos científicos en los que se usan estos instrumentos, tanto durante la fase de verificación como en su explotación posterior.

HITOS

Cada aumento local en la formación estelar está asociado a una caída en la metalicidad del gas que forma estrellas (Sánchez Menguiano et al., *ApJ*, 882, 9. (Ver Fig. 1) y esto explica por qué las galaxias disco siguen la relación fundamental de la metalicidad (Sánchez Almeida & Sánchez Menguiano, *ApJL*, 878, 6).

El que sean objetos triaxiales explica por qué algunas galaxias parecen no tener materia oscura (Sánchez Almeida and Filho, 2019, *RNAAS*, 3, 191. (Ver Fig. 2).

Las galaxias extremadamente deficientes en metales son objetos triaxiales (Putko et al., *ApJ*, 883, 10).

Galaxias con líneas de emisión en el cartografiado SHARDS. E ha utilizado SHARDS para detectar una muestra completa de galaxias con líneas de emisión (ELG), alcanzando 2 magnitudes más profunda que los estudios espectroscópicos anteriores en el mismo campo. La muestra seleccionada representa el 20% de la población de galaxias con este desplazamiento al rojo y luminosidad

Dos clases de galaxias dentro de los starburst de baja masa. La componente subyacente de las galaxias formadoras de estrellas se separa en dos clases diferentes, unas más rojas y esferoidales y la otra más azul y con estructura de disco. Con posible evolución entre clases.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Relación de fundamental de la metalicidad (FMR de sus siglas en inglés). Hemos encontrado que cuando se produce un exceso local de formación estelar viene siempre acompañado con una caída en la metalicidad de la fase gaseosa (Sánchez Menguiano+19; Fig. 1). Este resultado explica por qué las galaxias de disco siguen la FMR (Sánchez Almeida y Sánchez Menguiano). Las caídas en la metalicidad se han observado al comparar galaxias individuales con propiedades promedio (Hwang+19).

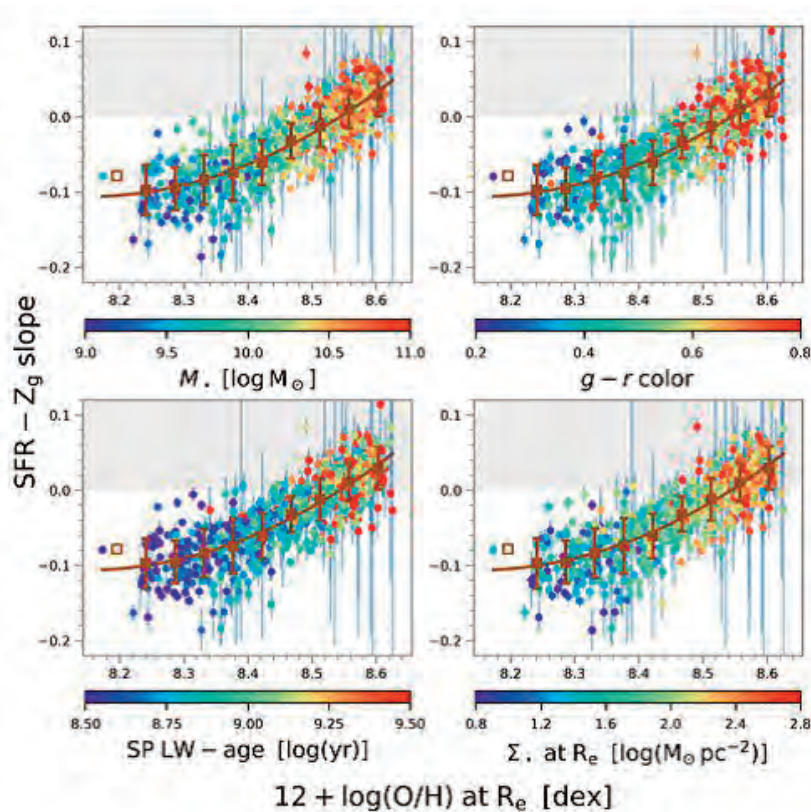


Figura 1.

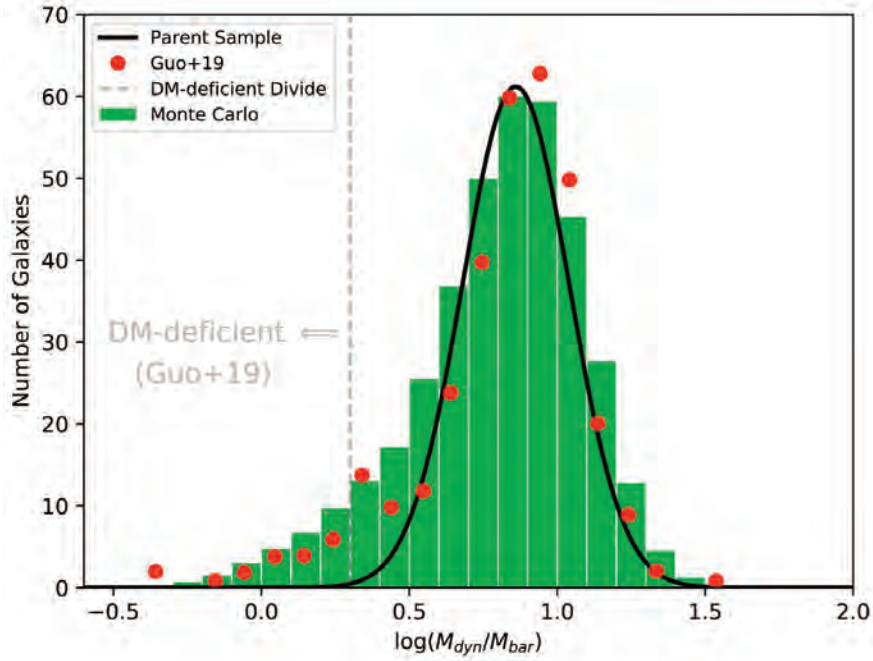


Figura 2.

Sobre galaxias sin materia oscura. Se ha demostrado que este es un artefacto resultante de descuidar la triaxialidad de las galaxias (Sánchez Almeida y Filho19; Fig. 2). También una asignación de distancia errónea puede

ser responsable de la supuesta deficiencia de materia oscura en algunos objetos (Trujillo + 19).

Aplicación de técnicas de “machine learning” (Sánchez Menguiano+19; García Díaz et al.+19).

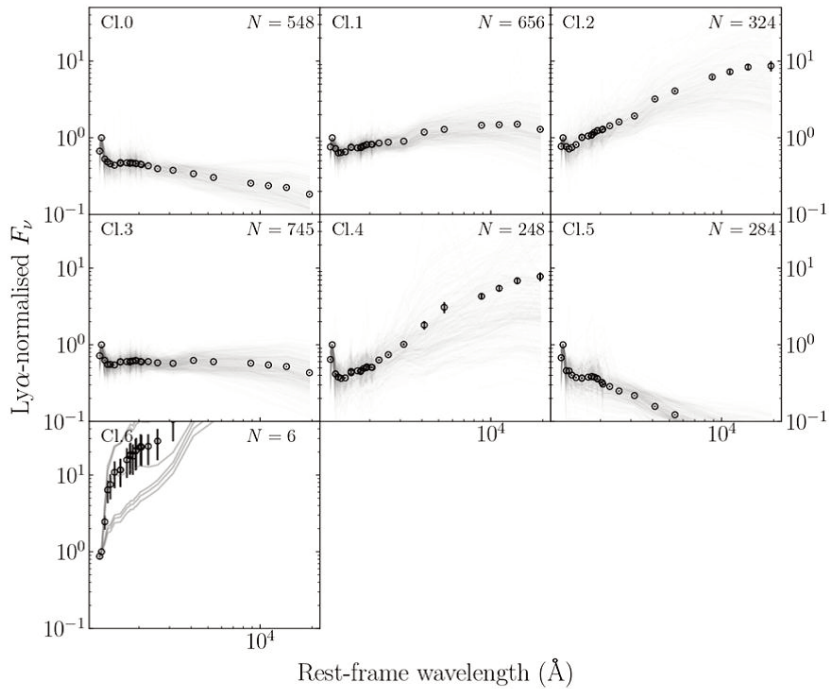


Figura 3. Clasificación no supervisada de la mejor mezcla gaussiana de la muestra LAE SC4K-COSMOS a $z = 2.5-3.5$, en siete grupos. El SED promedio de las fuentes dentro de cada grupo está representada por los círculos negros vacíos, mientras que las líneas grises sombreadas representan todas las SED individuales que pertenecen a cada grupo. Arrabal Haro PhD.

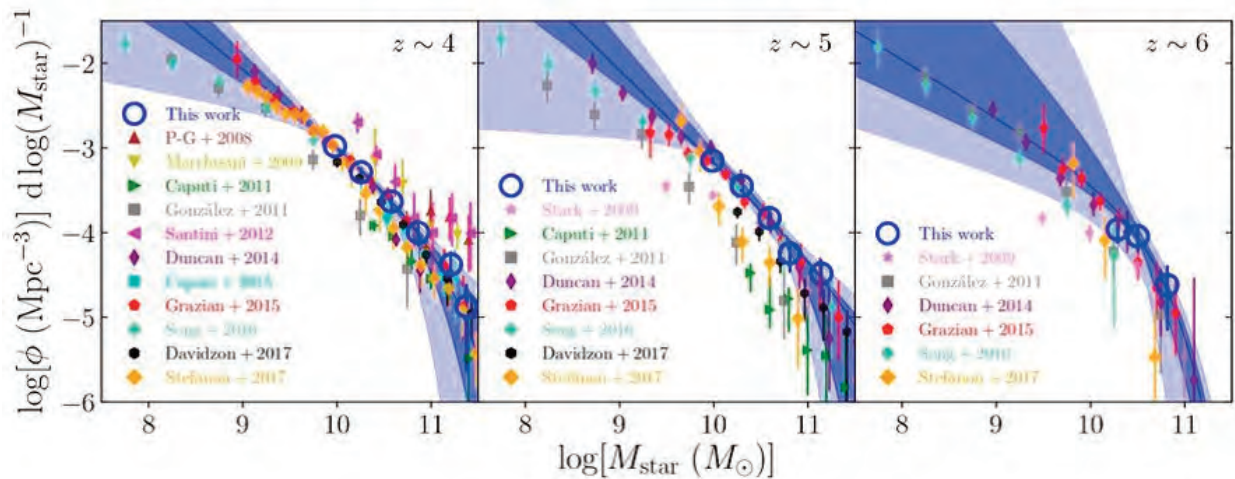


Figura 4. Función de densidad de masa (SMF de sus siglas en inglés) derivada en cada rango de desplazamiento al rojo en comparación con estudios anteriores. El mejor ajuste usando un método de Monte Carlo está indicado por la línea azul continua, mientras que los contornos azules más oscuros y claros corresponden a los intervalos de confianza del 68% y 99,7%, respectivamente.

Modelo de poblaciones estelares de una muestra de galaxias LAE y LBG a $z = 3.4-6.8$ en el campo GOODS-N utilizando CIGALE. De los modelos que mejor se ajustan, hemos derivado masas y edades estelares. Existe la necesidad de una o dos poblaciones estelares para modelar los SED. Se encuentran diferencias significativas entre las subclases de observación que sugieren una evolución desde los LAE jóvenes hasta los LBG viejos.

Galaxias con líneas de emisión en el cartografiado SHARDS. Se ha utilizado SHARDS para detectar una

muestra completa de galaxias con líneas de emisión (ELG), siendo 22 magnitudes más profundos que los estudios espectroscópicos anteriores en el mismo campo. La muestra seleccionada representa el 20% de la población de galaxias con este desplazamiento al rojo y luminosidad, y se caracteriza por estallidos de formación de estrellas jóvenes con metalicidades subsolares y baja extinción.

Se han defendido tres tesis doctorales en el periodo 2019-2020: Dres. Lumbreras Calle, Arrabal Haro y Olmo García.

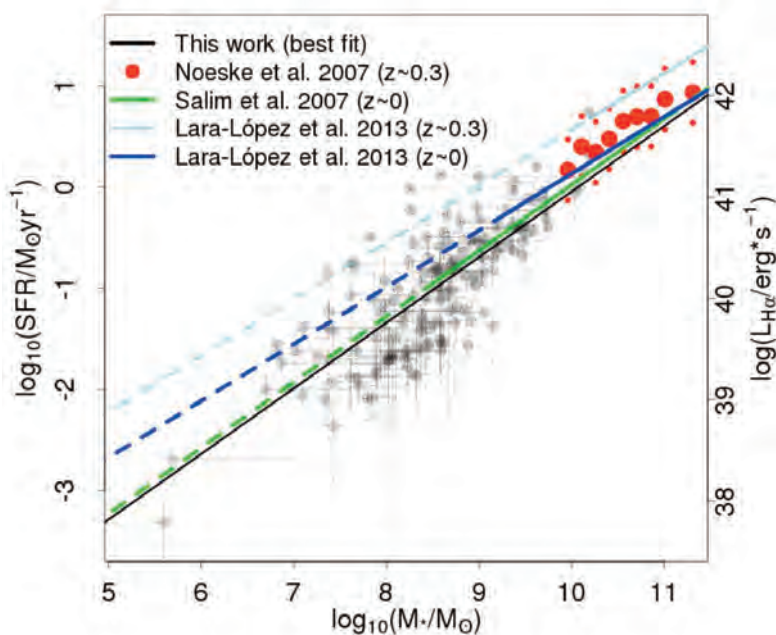


Figura 5. Tasa de formación estelar (SFR de sus siglas en inglés) en función de la masa estelar de nuestra muestra de galaxias ELG en comparación con trabajos previos en la literatura. Obtenida de Lumbreras + 19.SFR.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (P/309403)

A. Aparicio Juan.

A.M. Martínez García y E. Sokmen.

Colaborador del IAC: M. Monelli.

S. Hidalgo (IACTEC); E. Valenti, F. Surot Madrid (ESO, Garching, Alemania); S. Cassisi, A. Pietrinferni (INAF-Téramo, Italia); E. Kirby, T. Mineikis (Univ. California, Irvine, EEUU); G. Piotto (Univ. de Padua, Italia); M. Robberto, L. Pueyo, A. del Pino (StSCI, EEUU); G.M. Srampelli (Univ. John Hopkins, EEUU); E. Skillman (Univ. de Minnesota, EEUU).

INTRODUCCIÓN

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

Historia de formación estelar en el Grupo Local

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

Multipoblaciones estelares en cúmulos globulares

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

Formación y estructura de la Vía Láctea

Esta línea tiene como eje principal el estudio del disco de la Vía Láctea a través de los cúmulos abiertos y de los datos que proporcionará GAIA (espacio) y el

survey ESO-VVV. Este tipo de datos van a dar una oportunidad única de conocer la historia de formación estelar en el disco y en el bulbo galáctico. En este marco, es necesario adecuar las herramientas desarrolladas por el grupo para el análisis de poblaciones estelares al tipo de datos que están suministrando ambos surveys.

Evolución estelar y diagrama color-magnitud sintético

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

HITOS

Desarrollo de una “pipeline” para la substracción de la PSF utilizando KLIP a partir de cualquier catálogo de archivo de HST/WFC3-IR con el fin de revelar compañeras no resueltas en las alas de la PSF de una estrella primaria. Esta “pipeline” se ha extendido para hacerla compatible con datos HST/ACS.

Descubrimiento de 29 nuevas estrellas de baja masa candidatas a ser componentes de binarias en el cúmulo de la Nebulosa de Orión

Obtención del que, hasta la fecha, es el mapa de exceso de color de mayor resolución de una región de ~ 248 grados² en la región de “survey” ESO-VVV del disco de la Vía Láctea.

Estimación, por primera vez, de distancias galácticas utilizando estrellas de “red-clump” para una parte de la región muestreada (~ 59 grados²) más allá de ~ 5 kpc.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

E. Sokmen:

Ha trabajado en el desarrollo de su tesis doctoral, que se encuentra próxima a su finalización, sobre estructura del bulbo de la Vía Láctea. Ha colaborado con R. Surot en un nuevo método para obtener mapas de exceso de color.

A.M. Martínez García:

Ha trabajado en el desarrollo de su tesis doctoral, que ha comenzado en 2019, sobre cinemática de galaxias esferoidales del Grupo Local, basada en datos Gaia. Ha realizado una visita de dos semanas al STScI, Baltimore (EEUU), para trabajar con A. del Pino en la parte metodológica del proyecto de tesis.

A. Aparicio Juan:

Ha trabajado en la codirección de la tesis doctoral de G. Strampelli, sobre la población de estrellas subenanas binarias en cúmulos estelares. G. Strampelli realiza su tesis en el STScI, en Baltimore (EEUU) y ha realizado una visita de dos semanas al IAC para trabajar con A. Aparicio.

Ha trabajado en el estudio de la fase inicial de la formación estelar en galaxias enanas del Grupo Local, extendiendo la metodología desarrollada por el grupo para la estimación del momento de inicio de la formación estelar y su relación con el proceso cosmológico de la reionización del Universo.

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

M. López-Corredoira.

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

Colaborador del IAC: C. Allende Prieto.

P.L. Hammersley (ESO, Garching, Alemania); C. González Fernández (Univ. de Cambridge, Reino Unido); H. Wang (National Astron. Obs., Pekín, R.P. China); F. Sylos-Labini (Enrico Fermi Center, Roma, Italia); Y-W Lee (Yonsei Univ., Corea del Sur); R. Nagy (Univ. de Bratislava, Eslovaquia); G. Carraro, L. Girardi (Univ. de Padua, Italia).

INTRODUCCIÓN

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

El grupo ha utilizado la combinación de datos propios (que incluirán en el futuro observaciones espectroscópicas con GRANTECAN/EMIR) con los catálogos públicos (DENIS, 2MASS, UKIDSS, VISTA en infrarrojo

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

HITOS

En López-Corredoira et al. (A&A, 627, A3), se han presentado fuertes evidencias de que la proclamación hecha anteriormente por otros autores de que el bulbo Galáctico tiene forma de X estaba basada en suposiciones incorrectas de que las estrellas del “red clump” eran candelas estándar (luminosidad constante).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

F. Garzón, A. Cabrera-Lavers, N. Castro-Rodríguez, A. Streblyanska han dedicado la mayor parte de su tiempo a proyectos relacionados con el telescopio GTC y su instrumento EMIR. C.M. Gutiérrez ha dedicado la mayor parte de su tiempo al desarrollo de un nuevo telescopio robótico de 4 m. T. Mahoney dedica su tiempo fundamentalmente como editor de lenguaje en el IAC.

Algunos detalles del desarrollo y resultados del Proyecto:

Cinemática del disco de la Vía Láctea

El equipo ha estado involucrado en la explotación de los datos de Gaia, dedicándose este año al análisis de los datos del Gaia-DR2. Se ha publicado un artículo: López-Corredoira & Sylos-Labini (A&A, 621, A48). En colaboración con el equipo chino de LAMOST combinado con Gaia, se ha estado trabajando también en la cinemática de las estrellas del disco de la Galaxia; fruto de ese trabajo, se ha publicado el artículo Wang et al. (ApJ, 884, 115). En colaboración con C. Allende (IAC) y otros investigadores, se han utilizado datos SDSS/APOGEE para medir las velocidades galactocéntricas radiales de estrellas del disco; de tal investigación se ha publicado un artículo: López-Corredoira et al. (AJ, 157, 26). El estudio de la velocidades galactocéntricas radiales se ha extendido a otras galaxias con datos de radio del car-

tografiado THINGS, de lo que se ha derivado otra publicación: F. Sylos Labini et al. (*A&A*, 622, A58).

Morfología de la Vía Láctea

La estudiante de doctorado Z. Chrobakova ha utilizado datos de Gaia-DR2 para derivar mapas 3D de la densidad de la Galaxia, en colaboración con M. López Corredoira y el colaborador externo R. Nagy.

Estudio de la morfología del bulbo con datos de Gaia-DR2

M. López Corredoira, F. Garzón e investigadores coreanos, publicando un artículo (López-Corredoira et al., *A&A*, 627, A3) que muestra la invalidez de las hipótesis que otros investigadores han utilizado para proclamar la forma de X del bulbo.

Otras publicaciones

Se han escrito otros artículos y realizado otras participaciones en congresos. . (Ver PRODUCCIÓN CIENTÍFICA).

Visitas

Visita, invitado por la Univ. de Padua, de M. López Corredoira al Depto. de Física y Astronomía de dicha universidad en el mes de octubre para colaborar con el G. Carraro y otros investigadores, e impartir diversos seminarios sobre estructura y dinámica galáctica.

Visita de Z. Chrobakova al Instituto dei Sistemi Complessi (Roma, Italia) en la primera mitad de 2019 para colaborar con F. Sylos Labini.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (P/300424)

J. Méndez Abreu.

R.D. Barrena Delgado, W. Boschin, C. Dalla Vecchia, L.F. Domínguez Palmero, J.A. López Aguerra, A. Molaeinezhad, C. Muñoz-Tuñón y J. Romero Gómez.

E.M. Corsini (Univ. de Padua, Italia); L. Monelli (Inst. de Astronomía y Ciencia Planetaria, Chile); L. Constantin (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, S. Zarattini (Obs. Astronómico de Trieste, Italia); V. Debattista (Univ. de Lancashire, Reino Unido); E. D'Onghia (Univ. Wisconsin-Madi-

son, EEUU); M. de Santos Lleo (ESA); M. Arnaboldi (ESO, Alemania); O. Gerhard (MPIA, Alemania); R. Sánchez Janssen (ATC, Reino Unido); A. Diaferio (Univ. de Turín, Italia); 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 un 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 informa-

ción necesaria para entender la relación entre entorno y evolución galáctica. Estas son las cantidades que queremos medir en este Proyecto para muestras amplias de cúmulos de galaxias.

HITOS

Galaxias Ultra Difusas (UDG) en cúmulos. El cartografiado KIWICS, co-liderado por nuestro grupo y realizado en el telescopio ING, ha demostrado las fuertes similitudes entre las UDG y las galaxias enanas más pequeñas tanto en sus parámetros estructurales como en su transformación dentro de los cúmulos.

Dinámica de galaxias barradas. En una serie de artículos, y utilizando una muestra significativa de galaxias, mostramos que las barras débiles y fuertes tienen un patrón de velocidades y tasas de rotación similares, que son consistentes con ser rápidas. Estos resultados imponen límites en su distribución de materia oscura y no son reproducidas por las simulaciones.

C2D, un nuevo código espectrofotométrico para separar componentes estructurales de galaxias. Este nuevo código abre una nueva gama de posibilidades para futuros estudios sobre la evolución de las galaxias. El primer análisis, utilizando galaxias de tipo temprano, demuestra que la formación de estrellas solo está ocurriendo en los discos y no en los bulbos.

Las barras internas también se doblan. Encontramos la primera estructura en forma de cacahuete en la barra interna de una galaxia con dos barras (NGC1291), lo que demuestra que las barras internas evolucionan en modo similar a las barras externas. Este descubrimiento también sugiere que las barras internas son estructuras viejas y no formadas recientemente.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

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

Los diferentes objetivos que se propusieron para 2019 han dado los siguientes resultados:

El Proyecto 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 el Dr. J.A. López Aguerra es Co-IP del Proyecto WEAVE. Uno de los paquetes que se están desarrollando para el ins-

trumento WEAVE es el paquete de software denominado "Advance Processing System" (APS). Este paquete está siendo desarrollado por C. Allende y A. Mola-Empezad. Durante 2019 se han seguido realizando pruebas generales de todos los sistemas dentro del Proyecto WEAVE (incluyendo APS). Los resultados han sido muy satisfactorios y han dado lugar a una serie de sugerencias que serán incluidas antes de la Primera Luz del instrumento.

Dinámica de galaxias barradas

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. En el grupo se ha realizado un gran esfuerzo por adaptar nuestro conocimiento y herramientas previas en este campo a los nuevos datos IFS. Este año se han publicado dos artículos (liderados por V. Cuomo-supervisor J.A. López. Aguerra) donde se ha demostrado que incluso con los mejores datos IFS disponibles (instrumento MUSE/VLT) las barras en el Universo Local son todas rápidas, lo que sigue poniendo en problemas a los modelos numéricos actuales sobre formación de barras.

Estudio de estructuras galácticas

El estudio de las propiedades espectro-fotométricas de las diferentes estructuras que componen las galaxias (bulbos, barras, discos, etc.) proporciona una información fundamental para entender la formación y evolución de galaxias. En 2019 se publicó el artículo de presentación de un nuevo código (C2D), desarrollado por el grupo, que permite la separación espectroscópica de diferentes componentes fotométricas presentes en datos IFS en galaxias. Este nuevo logro supone un paso adelante fundamental en estudios de evolución galáctica ya que ahora se pueden estudiar separadamente (para bulbos y discos) su composición en términos de poblaciones estelares y propiedades del gas ionizado. La aplicación de este código a grandes cartografiados IFS se plantea en los objetivos futuros del grupo, y ya este año se ha publicado un segundo artículo dedicado al estudio de la formación estelar reciente en galaxias de tipo temprano.

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

A.M. Prieto Escudero.
T.K. Fritz.

Colaboradores del IAC: M.C. Aguiar González, J.J. Díaz García, J. Nadolny, J. Patrón Recio, V.J. Sánchez Bejar y A. Streblyanska.

X. López-López (Univ. La Laguna); A. Giménez, F. Masaro (IAC-Univ. de Torino, Italia); B. Villaroel (Univ. de Uppsalla, Suecia); J.A. Fernández-Ontiveros (IESP, Roma, Italia); G. Bruzual (UNAM, Morelia, México); G. Maris (CIDA, Mérida, Venezuela); A. Rodríguez-Ardila (LNA, Brasil); D. May (UPS, Brasil); K. Tristram (ESO, Chile); A. Burkert, K. Dolag, C. Alig (LMU, Munich, Alemania); A. Fresco, M. Schartmann, J. Dester, S. Sturm (MPE, Garching, Alemania).

INTRODUCCIÓN

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

Los objetivos de este Proyecto son:

Desarrollar un grupo leader en el IAC especializado en técnicas de alta resolución espacial en el IR, específicamente en Adaptive Optics, laser-guide Star, Speckle and Optical Interferometry. Para ello, este equipo está involucrado en el desarrollo del primer instrumento de Óptica Adaptativa para el telescopio GTC, FRIDA <http://www.iac.es/proyecto/frida/>, en la definición de programas estratégicos de observación con láser en el telescopio GTC con GTCOA y en la definición y desarrollo de instrumentación de Óptica Adaptativa futura para el telescopio VLT, ERIS <http://www.eso.org/~mschoell/ERIS/>.

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

- Proyecto PARSEC: "The central PARSEC of galaxies" <http://www.iac.es/project/parsec/main/index.php>. Estudio del centro de galaxias más cercanas y brillantes utilizando datos de resolución espacial comparable: radio con VLA, IR con Óptica Adaptativa e interferometría óptica, y óptico con HST.

- Proyecto PAIS: Particle Accelerators In Space <http://www.iac.es/proyecto/jets-and-hotspots-in-radio-galaxies/main/index.php>. Estudio de jets y hot-spots en galaxias. El programa explora los procesos físicos que dan lugar a emisión óptica en jets y hot-spots, usando datos con alta resolución espacial procedentes de los telescopios VLA, HST y VLT.

HITOS

Se realiza el primer estudio de formación estelar extragaláctica a escalas de PARSEC desde rayos X hasta radio (Prieto et al.).

PARSEC continúa siendo el único estudio a nivel internacional de centros de galaxias a escalas de parsecs y simultaneo en tiempo sobre todo el espectro electromagnético.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El grupo PARSEC@IAC es responsable del Proyecto PARSEC ciencia (The central parsec of galaxies) y del proyecto instrumental FRIDA (First Adaptive Optics-assisted near-IR Imaging and IFU for GTC).

Resultados Proyecto PARSEC ciencia

4 refereed papers en revistas internacionales, todos liderados por miembros de PARSEC: 2 en el IAC, 2 externos.

3 Conferencias internacionales: 2 charlas invitadas (A. Prieto).

2 Invitaciones a seminarios, en Univ. Autónoma Madrid, y Ludwig Maximilian Universitat (A. Prieto).

4 Propuestas de observación concedidas: 2 en ESO, Gemini-South y telescopio GTC.

1 Estancia invitada, 3 meses, en Munchen Sternwarte y Max-Planck Inst. Garching (Julio- septiembre) (A. Prieto).

1 tesis en curso en Universidad de Turín (F. Massaro y A. Prieto).

2 masters en curso, universidades de La Laguna y Valencia (A. Prieto).

1 Press Release, Univ. de Estocolmo (Suecia) <https://www.iac.es/en/outreach/news/descubiertas-en-el-cielo-fuentes-de-luz-que-aparecen-y-se-desvaneecen> (Villarroel et al., *Astronomical Journal* 12 Dec 159:8).

Resultados Proyecto PARSEC-FRIDA

A. Prieto, IP europeo del instrumento FRIDA, continúa con la dirección y seguimiento del equipo de ingeniería de FRIDA en el IAC. Esto incluye el software de alto nivel de FRIDA, y el sistema de control del detector de FRIDA

Aprobada la petición de subvención al Gobierno de Canarias de 0.5 ME para la compra del detector H2RG para FRIDA. A. Prieto y J. Patrón redactan la petición, enviada por GTC en el mes de octubre (aprobada enero 2020).

A. Prieto atiende como invitada a la presentación y seguimiento del PDR de GTCAO en el IAC, junio.

Se preparan informes sobre la evolución general del Proyecto FRIDA para el telescopio GTC y director del IAC (A. Prieto).

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

M.A. Beasley.

M. Balcells Comas, A. Di Cintio, E. Eftekhariardakani, J. Falcón Barroso, I.A. Ferreras Páez, J.I. García de la Rosa, A.E. García Pérez, M. Huertas-Portocarrero Company, R. Infante Sainz, A.D. Lorenzo-Cáceres Rodríguez, I. Martín Navarro, F. Pinna, M. Prieto Muñoz, P. Rodríguez Beltrán, J. Román García, T. Ruiz Lara, N. Salvador Rusiñol, I. Trujillo Cabrera, A. Vazdekis Vazdekis y D. Walo Martín.

Colaboradores del IAC: M. Akhlaghi, A. Asensio Ramos, R. Baena Gallé, G. Battaglia, C. Brook, R. Nushkia Chamba, C. Dalla Vecchia, J.H. Knapen, C. Martínez Lombilla, J. Méndez Abreu, M. Monelli, C.D. Ramos Almeida y J.F. Sánchez Almeida.

M. Montes (Univ. New South Wales, Australia); J. Angthopo (Univ. College Londres, Reino Unido); D. Vallis Gabaud (LERMA-CNR, París, Francia); E.R. Carrasco (Gemini Obs./AURA, La Serena, Chile); R. Leaman (MPIA, Alemania); F. Buitrago Alonso (Inst. de Astrofísica, Lisboa, Portugal); A. Chies Santos (UFGRS, Porto Alegre, Brasil); F. La Barbera (Obs. de Capodimonte, Italia).

INTRODUCCIÓN

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

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

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

Modelos de síntesis de poblaciones estelares

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

Evolución cósmica de galaxias

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

Procesos de evolución secular en galaxias cercanas

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

HITOS

Se ha publicado un artículo en *Nature Astronomy* sobre la detección de estrellas jóvenes en galaxias masivas de tipo temprano. DOI: 10.1038/s41550-019-0955-0. Nota de prensa IAC: <https://www.iac.es/es/divulgacion/noticias/detectan-estrellas-jovenes-en-las-galaxias-mas-viejas-y-masivas-del-universo>

Se ha demostrado que la distribución de la luz intracumular es un excelente trazador de la materia oscura en los cúmulos de galaxias. Esto nos permite localizar donde se dispone la materia oscura con simplemente hacer imagen profunda de los cúmulos <https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2018/faint-glow-within-galaxy-clusters-illuminates-dark-matter>

Se han desarrollado nuevos modelos de fluctuaciones de brillo superficial para espectros. Es una técnica nueva para explorar las poblaciones estelares de las galaxias.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha desarrollado una “pipeline” para la determinación semi-automática de la historia de formación estelar (SFH) y sus variaciones espaciales en las Nubes de Magallanes con datos de SMASH (T. Ruiz-Lara).

Se ha realizado un estudio la historia de formación estelar global y radial de la galaxia enana Leo I. En proceso de escritura conjunta (T. Ruiz-Lara).

Se ha publicado en *Nature Astronomy* un estudio detallado de las fracciones de formación estelar en galaxias masivas de BOSS (N. Salvador-Rusiñol).

Se ha completado el estudio del momento angular en galaxias a lo largo de la secuencia de Hubble usando datos procedentes del Proyecto CALIFA (J. Falcón-Barroso).

Se ha llevado a cabo una nueva reducción de los datos ultra profundos del Hubble Ultra Deep Field en el infrarrojo que nos ha permitido descubrir que las ga-

laxias más masivas de la imagen son el doble de extensas que lo que se pensaba (Borlaff, Trujillo et al.) (I. Trujillo Cabrera).

Se ha demostrado que la distribución de la luz intracumular es un excelente trazador de la materia oscura en los cúmulos de galaxias (Montes & Trujillo) (I. Trujillo Cabrera).

Se ha descubierto que las truncaciones de los discos de las galaxias tipo Vía Láctea se pueden encontrar hasta alturas sobre el disco de unos 3 kpc. Esto apunta a que los discos gruesos en estas galaxias tienen un origen secular. (Martinez-Lombilla, Trujillo & Knapen) (I. Trujillo Cabrera).

Se ha determinado la distancia a la primera galaxia enana reportada como “sin materia oscura”. A esta nueva distancia el objeto “recupera” la materia oscura y sería una galaxia normal (Trujillo et al.) (I. Trujillo Cabrera).

Se ha determinado la distancia a la segunda galaxia “sin materia oscura” y a las galaxias del campo de NGC1052. (Monelli & Trujillo) (I. Trujillo Cabrera).

Se ha realizado un estudio morfológico detallado de galaxias a $z=0$ en la simulación cosmológica Illustris TNG mediante deep learning (M. Huertas-Portocarrero Company).

Se ha estudio la metalicidad mínima de cúmulos globulares en una muestra completa de galaxias cercanas (M. Beasley).

Se ha publicado un capítulo de un libro de ERASMUS+ que se trata de una revisión de la formación de galaxias y sistemas de cúmulos globulares (M. Beasley).

Se ha desarrollado unos modelos nuevos de “fluctuaciones de brillo superficial espectral” (A. Vazdekis Vazdekis).

Se han iniciado las observaciones del programa GOYA usando tiempo garantizado con el instrumento EMIR en el telescopio GTC (M. Balcells, M. Prieto).

Se ha completado el diseño del programa observacional para el cartografiado StePS con el espectrógrafo WEAVE en el telescopio WHT (M. Balcells).

Se ha completado el diseño del programa observacional para el cartografiado WEAVE-Apertif con el espectrógrafo WEAVE en WHT (J. Falcón Barroso).

Se ha terminado un estudio del momento angular de las galaxias en la simulación de mayor volumen de EAGLE. Informe positivo del árbitro, en proceso de responder al árbitro (D. Waló Martín).

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

J.H. Knapen.

M. Akhlaghi, R. Baena Gallé, R. Nushkia Chamba, S. Díaz García, C. Martínez Lombilla y D. Rosado Belza.

Colaboradores del IAC: J. Falcón Barroso e I. Trujillo Cabrera.

H. Salo, S. Comerón, A. Watkins (Univ. de Oulu, Finlandia); P. James, C. Collins, I Stelle, S. Longmore, S. Wich, B. Kelly (Univ. Liverpool John Moores, Reino Unido); R. Peletier, S. Trager, M. Wilkinson, M. Biehl, A. Nolke, C. Haigh (Groningen, Países Bajos); B. Elmegreen (IBM, EEUU); D. Elmegreen (Vassar, EEUU); R. Beswick (Univ. de Manchester, Reino Unido); I. McHardy (Univ. Southampton, Reino Unido); M. Seidel (IPAC); B. Dullo (UCM); V. Debattista (Univ. de Lancashire, Reino Unido); R. Bacon (CRAL Lyon, Francia); S. Díaz García, S. Courteau (Queens, Canadá); S. Kaviraj (Hortfordshire, Reino Unido); S. Brougr, C. Martínez Lombilla (UNSW); L. Spitzer (Macquarie); J. Peralta (JAXA); E. Young (Southeast Research Inst.); L. Mugnier, Y. Lai-Tim (ONERA).

INTRODUCCIÓN

Nuestro grupo pequeño es bien conocido y respetado internacionalmente por nuestro trabajo innovador e importante 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 cuestiones más pertinentes sobre las propiedades principales de las galaxias, y cómo las galaxias han evolucionado hasta su actual estatus. Usamos imágenes y Espectroscopia, en el ultravioleta, óptico, infrarrojo, milimétrico y radio, usando al máximo las facilidades de observación 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 de las oportunidades de trabajo que se presentan a los que fueron miembros del grupo, del número y de la calidad de las colaboraciones con científicos importantes, de las citas a nuestro trabajo, y de 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 conjun-

tas 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 el cirro de nuestra Vía Láctea, y el uso de técnicas basadas en machine learning. Así, una vez los telescopios LSST (2020) y Euclid (2023) empiezan a producir sus juegos de datos enormes, nuestro grupo estará preparado para analizarlos y extraer la ciencia.

HITOS

Se han completado dos artículos sobre una nueva definición del tamaño de las galaxias y su aplicación a las galaxias ultradifusas.

Se publicaron dos artículos sobre las propiedades de espirales y anillos en galaxias basadas en imágenes IR del Proyecto S4G

Se publicó el primer artículo basado en la espectroscopía de campo integral MUSE corregida con Óptica Adaptativa completa, que estudia la física del gas y de las estrellas en la región nuclear de la galaxia compuesta AGN + starburst NGC 7742.

Se publicó un documento sobre la formación de estrellas en UGC 10214.

Se publicaron varios artículos que estudian la estructura vertical y horizontal de las galaxias espirales de canto, en base a las imágenes más profundas disponibles y corrigiendo los efectos de la función de dispersión de puntos.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se han acabado dos artículos sobre una nueva definición del tamaño de las galaxias y su aplicación a las galaxias ultradifusas. Se han publicado dos artículos sobre las propiedades de los espirales y de los anillos en las galaxias, basados en imágenes IR del Proyecto S4G. Se ha publicado un artículo sobre fracciones de gas y tiempos de agotamiento en galaxias con diferentes grados de interacción, y el primer artículo basado en la espectroscopía de campo integral MUSE corregida con óptica adaptativa completa, en el cual se ha estudiado la física de gas y estrellas en la región nuclear de la galaxia compuesta AGN + starburst NGC 7742. Se ha publicado un artículo sobre la formación de estrellas en la galaxia UGC 10214 y se ha colaborado en otro artículo sobre el software de reducción de datos de MUSE llamado GIST. Se han publicado varios artículos que estudian la estructura vertical y horizontal de las galaxias

espirales vistos de canto, basados en los datos de imágenes más profundos disponibles y corrigiendo los efectos de la función de dispersión de puntos. Se ha identificado una correlación entre la cinemática, la edad y la extinción de diferentes poblaciones estelares en los anillos de una pequeña muestra de galaxias de disco cercanas. Se ha programado un código para estimar los PSF extendidos para los instrumentos HSC y TESS. Se han completado varios artículos en la plantilla de papel reproducible (que recibió una subvención de la UE) y filamentos de Cosmic Web con MUSE, al tiempo que se trabaja en mejorar la reducción de datos de LSST para un bajo brillo superficial.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS (P/301113)

J. Cepa Nogué.

B. Cedrés Expósito, M. González Otero, J. Nadolny y C.P. Padilla Torres.

Colaborador del IAC: I. Trujillo Cabrera.

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

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 Espectroscopia 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.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2019 se ha proseguido la explotación científica de OTELO. Se han publicado los primeros 4 artículos de presentación del cartografiado y primera explotación científica, y se han enviado otros dos, uno de ellos ya en segunda iteración con el árbitro. En el primero se presenta un nuevo método de clasificación morfológica de galaxias mediante aprendizaje automático, que utiliza colores e índice de Sérsic o bien índice de concentración, y que es más fiable que otros méto-

dos. En el artículo reenviado se estudia la relación masa-metalicidad en las galaxias a bajo desplazamiento al rojo ($z = 0.4$), extendiendo ésta relación hasta masas estelares entre 10 y 100 veces mas bajas que otros estudios.

También se han terminado las observaciones de Lockman SpReSO, aunque se están revisando las máscaras de los objetos más débiles, para decidir si hay que repetir las observaciones de algunas de ellas para aumentar la señal hasta el nivel deseado.

EVOLUCIÓN GALÁCTICA EN EL GRUPO LOCAL (P/301204)

G. Battaglia.

M. Britavskiy, S. Cardona Barreo, T.K. Fritz, C. Gallart, M. Monelli, T. Ruiz Lara, F.R. Surot Madrid y S. Taibi.

Colaboradores del IAC: M.A. Beasley, C. Brook, A. Di Cintio y J. Falcón Barroso.

E. Bernard, V. Hill (Obs. De la Cote d'Azur, Francia); S. Cassisi (INAF, Obs. de Téramo, Italia); C. Martínez Vázquez (CTIO, Chile); M. Bellazzini (INAF, Bolonia, Italia); C. Nipoti (Univ. de Bolonia, Italia); Pérez (Univ. de Granada); M. Rejkuba, G. van de Ven (ESO, Alemania); EEUU); D. Nidever, K. Olsen (NOAO, EEUU); V. Belokurov, G. Iorio, D. Aguado (IoA, Cambridge, Reino Unido); S. Koposov (Carnegie Mellon Univ., EEUU); E. Tolstoy (Kapteyn Astronomical Inst., Países Bajos); R. Leaman (MPIA, Alemania); Jablonka, Y. Revaz (EPFL, Chequia); M. Zoccali (PUC, Chile).

INTRODUCCIÓN

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

Debido a su cercanía, las galaxias del Grupo Local se pueden resolver en estrellas individuales. Por esta

razón, usando los telescopios actuales y un conjunto de técnicas complementarias, se puede estudiar su estado evolutivo en un detalle imposible de conseguir para galaxias más lejanas. Utilizando fotometría que llegue al turn-off viejo de la secuencia principal es posible derivar su historia de formación estelar y caracterizar su evolución a lo largo de toda su vida. Además, la espectroscopia de estrellas individuales añade información directa sobre la cinemática y las abundancias químicas de las diferentes poblaciones estelares. Finalmente, las estrellas variables como RR Lyrae y Cefeidas aportan restricciones independientes sobre las edades y metalicidades de las poblaciones a las que pertenecen. Estas observaciones proporcionan información muy valiosa con la que contrastar las predicciones de los modelos cosmológicos de formación y evolución de galaxias.

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

HITOS

Se ha determinado la cadena de eventos que dio lugar a nuestra Galaxia mediante la masiva determinación de edades de estrellas pertenecientes al halo y al disco grueso de la Vía Láctea usando datos de Gaia. Publicado en *Nature Astronomy*, ha tenido una enorme repercusión mediática (<https://www.nature.com/articles/s41550-019-0829-5/metrics>).

Hemos analizado conjuntamente datos de VLT/FLAMES y Gaia para cuatro satélites “ultra-débiles” de naturaleza desconocida pertenecientes a nuestra Galaxia; concluimos que uno es una galaxia, muy probablemente antiguo satélite de la LMC. Con esto, el número de candidatos a “ex-satélites” de la LMC señala hacia un halo de materia oscura para la LMC muy masivo.

Mediante la combinación de datos propios y volviendo a analizar datos de la literatura, hemos concluido que, al contrario de lo propuesto en otros trabajos, la galaxia esferoidal enana Tucana no es una excepción al problema denominado “demasiado grande

para fallar” (too-big-to-fail), uno de los problemas clave a los que se enfrenta la actual Cosmología LambdaCMD.

La evaluación externa final de los cartografiados a llevar a cabo dentro del Proyecto WEAVE ha resultado exitosa. Nuestro papel principal en este proceso fue la coordinación y entrega de la versión final de la motivación científica y el plan de acción para el subproyecto (enmarcado en WEAVE) denominado “GA LRhighlat”.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha continuado con la determinación de historias de la formación estelar (SFH, por las siglas en inglés) de galaxias desde las más pequeñas, hasta la Vía Láctea. Con este propósito, se han realizado mejoras a los códigos de síntesis de poblaciones y al conjunto de códigos de determinación de la SFH, incluyendo el desarrollo de procedimientos integrados automáticos.

Se ha calculado la SFH de la LMC con resolución espacial, usando los nuevos procedimientos optimizados para el uso de los datos de SMASH (Ruiz-Lara+). Además, se ha participado en varios otros estudios de las Nubes de Magallanes usando este conjunto de datos (Martínez-Delgado+2019; Nidever+2019), y en el cálculo de un mapa de extinción de la SMC.

Se ha trabajado en la fotometría, obtención de la SFH y caracterización de la población de estrellas variables en varias galaxias enanas, usando datos del HST (Eri II, Fornax, Leo I, Leo T, Tucana, VV124 and KKR25) así como datos de tierra (Crater II). Se ha estudiado un cúmulo viejo en Sextans A. Se está trabajando en varios artículos, y algunos de ellos ya han sido publicados.

El Proyecto iniciado en 2018 en relación a la obtención de SFHs de la Vía Láctea usando datos de Gaia ha producido resultados muy llamativos sobre i) los eventos muy tempranos que dieron lugar a la estructura y poblaciones estelares del halo y disco grueso de la Vía Láctea. Este artículo (Gallart+2019), ha suscitado una atención mediática enorme; ii) el descubrimiento de brotes de formación estelar recurrentes en el disco de la Vía Láctea, relacionados con pasos pericéntricos de la galaxia enana de Sagitario, que actualmente se encuentra en proceso de fusión con nuestra Galaxia (Ruiz-Lara+2020); iii) una SFH preliminar del disco de la Vía Láctea en función de la altura sobre el plano galáctico (Gallart+). Además, se ha calculado, a partir de los datos de Gaia (Surot+), un mapa de extinción en 3D para una burbuja de radio 2 Kpc alrededor del Sol.

Se ha continuado con el análisis de las propiedades cinemáticas y químicas de la componente estelar de un conjunto de galaxias enanas del Grupo Local. Se ha de-

terminado que la galaxia enana esferoidal Tucana es mucho menos masiva de lo que estaba publicado hasta ahora, de manera que sus propiedades están ahora más en acuerdo con el clásico problema “Too-big-to-fail” (Taibi+2020). En la enana de Acuario se encontraron signos de rotación desalineada entre sus componentes estelar y gaseosa que se podría atribuir a una acreción reciente de gas (Hermosa-Muñoz+2020). Se ha empezado el análisis de espectros de estrellas de la galaxia enana irregular IC1613, obtenidos con VLT/MUSE. Se han estudiado cuatro satélites ultra difusos de la Vía Láctea usando datos de VLT/FLAMES y de Gaia, y se ha encontrado que uno de ellos es una galaxia probablemente asociada antes a la LMC. Con este, el número de satélites probables de la LMC, indica que su halo oscuro sería muy masivo (Fritz+2019). Se han usado los movimientos propios de las galaxias satélites de la Vía Láctea para realizar una nueva estimación de la masa de nuestra Galaxia (Fritz+). En base a simulaciones de N cuerpos, hemos mostrado que la determinación de las propiedades del halo de materia oscura de la galaxia enana de Sculptor no está afectada por efectos de marea (Iorio+2019). Finalmente, hemos contribuido a la comprensión de la corriente de Magallanes (Tepper-García+ 2019).

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

C.D. Ramos Almeida.

J.A. Acosta Pulido, B. García Lorenzo, I. Martín Navarro, E. Mediavilla Gradolph, A. Monreal Íbero, I. del Moral Castro y H. Vives Arias.

Colaboradores del IAC: A. Asensio Ramos, J.E. Beckman, J.A. Castro Almazán, J. Falcón Barroso, M. Fernández Torreiro, M.J. Martínez González, J.M. Rodríguez Espinosa y T. Ruiz Lara.

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, 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 Rodrí-

guez (SOFIA/NASA); M. Ward (Univ. de Durham, Reino Unido); N. Levenson (Space Telescope); O. González Martín (CRyA, UAM); C. Cicone (Univ. de Oslo, Noruega); B. Villarroel (Nordita-IAC); I. Márquez Pérez, J. Masegosa (IAA); D. Hutsemekers, B. Agís González (Univ. de Lieja, Bélgica).

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto tiene dos líneas de desarrollo fundamental; por un lado, la aplicación de técnicas 3D, en concreto la denominada espectroscopia de campo integral, al estudio de objetos extensos (actividad en galaxias, regiones de formación estelar, etc.) y la participación en el desarrollo de nuevos equipos y técnicas de análisis de datos relacionadas con instrumentación 3D. Por otro lado, la explotación científica de los datos de galaxias activas (AGN) obtenidos con los instrumentos infrarrojos del telescopio GTC, CanariCam y EMIR y con ALMA en el rango submilimétrico. Estos datos están siendo o serán utilizados para la caracterización del toro de polvo que oscurece a los AGN locales, así como para el estudio de la emisión extensa de las galaxias activas, la cual puede ser debida al propio AGN o a la formación estelar presente en la galaxia que lo alberga. El Proyecto está involucrado en el consorcio internacional GATOS, creado con el objetivo de conseguir tiempo en el JWST y explotar datos de ALMA de AGNs cercanos.

HITOS

Publicación del primer estudio enteramente basado en datos de GTC/EMIR (Ramos Almeida et al.). El es-



Imagen combinada con datos de ALMA y VLT/MUSE de la galaxia Seyfert NGC 5643. La región central de la galaxia tiene dos componentes distintos: un disco que rota en espiral (rojo) compuesto de gas molecular frío trazado con monóxido de carbono, y la emisión de gas, trazado con oxígeno e hidrógeno ionizados (en tonos azules y naranjas), perpendicular al disco central interior. Crédito: ESO/A. Alonso-Herrero et al.; ALMA (ESO/NAOJ/NRAO).

pectro infrarrojo cercano se usó para caracterizar los vientos ionizado y molecular de un cuásar cercano.

El proyecto ChANGE (ERC-STG-2019), liderado por C. Ramos Almeida fue clasificado con una A tras la entrevista en Bruselas.

I. del Moral Castro publicó un estudio piloto sobre las diferencias a gran escala entre galaxias activas y sus gemelas sin actividad nuclear (del Moral-Castro et al.).

B. García Lorenzo y C. Ramos Almeida disfrutaron de estancias de un mes en verano en las universidades de Oxford y de Cambridge respectivamente. Ambas estancias fueron financiadas por el Programa Severo Ochoa y han sido fundamentales para el desarrollo del Proyecto.

A. Monreal-Ibero participó en la identificación, por primera vez, de un sistema de tres agujeros negros separados unos pocos cientos de parsecs en una fusión avanzada de galaxias.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

C. Ramos Almeida lideró un trabajo con datos de GTC/EMIR en el que se estudian los vientos de gas ionizado y molecular de un cuásar cercano en el rango IR. El estudio se publicó en *MNRAS Letters* (Ramos Almeida et al.) y en él participaron J. Acosta-Pulido y M. Fernández Torreiro. El trabajo fin de master de M. Fernández Torreiro se realizó con datos de resolución intermedia de EMIR para 10 cuásares.

En el marco del Proyecto “Alimentación, retroalimentación y oscurecimiento en galaxias activas” (AYA2016) se publicó un trabajo sobre la caracterización del toro de polvo de la galaxia NGC 1068 con datos de ALMA. En el trabajo, liderado por S. García Burillo, participaron C. Ramos Almeida y H. Vives Arias (García-Burillo et al.).

El primer artículo de la tesis de I. del Moral Castro se aceptó en el mes de marzo de (del Moral-Castro et al.). Se trata de un estudio piloto de 4 galaxias de CALIFA con y sin barras y actividad nuclear y en el que se muestran indicios de diferencias a gran escala entre las galaxias con y sin actividad nuclear. Participaron en el estudio B. García-Lorenzo y C. Ramos Almeida, directoras de la tesis.

I. García Bernete, actualmente en la Univ. de Oxford, publicó el último trabajo resultado de su tesis, supervisada por C. Ramos Almeida y J. Acosta Pulido. El trabajo consiste en un análisis de las distribuciones espectrales de energía IR de una muestra de galaxias Seyfert haciendo uso de modelos de toro (García-Bernete et al.). En la misma línea, C. Ramos Almeida es coautora de otras 6 publicaciones sobre el estudio del

toro en galaxias activas, todas ellas lideradas por investigadoras.

En colaboración con la Univ. de Sheffield se publicó un trabajo sobre retroalimentación del AGN en ULIRGs (Tadhunter et al.) y otro sobre los mecanismos de encendido en radio galaxias de luminosidad intermedia (Pierce et al.).

En colaboración con la Univ. de Lieja se publicó un trabajo de polarización en 13 AGNs que cambian su clasificación a tipo 1 ó 2. Sólo uno de ellos presenta un grado de polarización superior al 1% (polarización observada ~7%) que se corresponde con el eco de una fase brillante observada como luz dispersada por una pantalla polar (Hutsemekers et al. 2019). En este artículo participaron C. Ramos Almeida y J. Acosta Pulido. Otro trabajo relacionado, liderado por B. Agís, en preparación.

Se trabajó en datos 3D asociados a casos de interés en el contexto de la preparación científica de HARMONI (galaxias cercanas/peculiares, nebulosas planetarias), dando lugar a varias publicaciones vinculadas a la colaboración de A. Monreal-Ibero con el Consorcio MUSE.

B. García-Lorenzo, A. Monreal-Ibero y E. Mediavilla analizaron y publicaron simulaciones de datos de HARMONI para cuásares.

El equipo HARMONI en el IAC superó la fase de CDR de la pre-óptica y se avanzó en la electrónica de control, ambos liderados por este equipo.

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

H. Dannerbauer.

O. Díaz Rodríguez, C.M. Gutiérrez de la Cruz y S. Jin.

Colaboradores del IAC: J. Falcón Barroso, J.A. López Aguerri, I. Pérez Fournon, R. Rebolo López y J.M. Rodríguez Espinosa.

A. Bolatto (Univ. de Maryland, EEUU); C. Casey (Univ. de Texas, EEUU); C. De Breuck, R. Ivison (ESO, Alemania); B. Emonts (NRAO, EEUU); M. Lehnert (IAP, Francia); G. van de Ven (MPIA, Alemania); T. Wong (Univ. de Illinois, EEUU); N. Cross (Royal Obs. de Edinburgo, Escocia).

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

La toma de datos del gran programa COALAS del ATCA está casi terminada (95%). S. Jin redujo todos los datos del campo del protoclúster de la Tela de Araña y produjo un mosaico único con varias docenas de detecciones sólidas.

Las observaciones de la Ceja Cósmica a $z=2,04$ con el IRAM NOEMA revelaron la emisión más brillante en gas molecular jamás vista en el universo distante.

Desde el mes de febrero, H. Dannerbauer dirige la Encuesta Pública de SHARKS de la ESO (por valor de unos 1,5 millones de Euros). Es la primera vez que una Encuesta Pública de la ESO es dirigida por un investigador de un instituto español.

Contribución con varios artículos como coautor (parte de colaboraciones internacionales) del estudio del cúmulo de galaxias en formación y sus miembros mediante observaciones de múltiples longitudes de onda.

Codirección de tres grupos de trabajo científicos sobre protoclústeres de galaxias relacionados con fu-

turas misiones espaciales planificadas e instalaciones de telescopios.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Este grupo de trabajo está bien establecido en el IAC y tiene estrechas colaboraciones con investigadores del IAC. Con respecto a las publicaciones, el grupo estuvo involucrado en 16 artículos en 2019, del que contribuyó significante en seis artículos (dos de primer autor). También, en este año, con éxito se envió como IP propuestas de observaciones a los telescopios GTC, IRAM NOEMA y ATCA. Además, desde febrero un miembro del grupo está liderando el ESO Public Survey SHARKS (IP: Dannerbauer). Se asistió varios congresos para presentar los resultados incluyendo una charla invitada. Este año el grupo 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 larga (IP: Dannerbauer) de 640 horas con el radio interferómetro ATCA (Australian Telescope Compact Array). Estos dato 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. Se observó 95% del tiempo concedido. Todos los datos están reducidos y se empezó de hacer el análisis de estos datos. Del campo del protoclúster de la Tela de Araña se produjo un mosaico único con varias docenas de detecciones.

Búsqueda de galaxias brillantes con brote estelar en el submilimétrico

En estrecha colaboración con mis colegas del IAC R. Rebolo, S. Iglesias-Groth y A. Díaz-Sánchez (Univ. Politécnica de Cartagena) se publicó este año datos obtenidos con el interferómetro IRAM NOEMA de una galaxia con brote estelar a $z=2.04$. Estas observaciones mostraron que esta galaxia es la más brillante en la línea carbón-monóxido con la que se detecta el reservorio del gas molecular. Un estudiante de master (Universidad de Viena) está trabajando en datos de dos nuevos candidatos que se concedió y tomó en 2018 con el telescopio IRAM de 30 m. Con una beca de la Univ. de Viena este estudiante visitó el grupo de trabajo durante un mes en primavera. Además, tomó datos del programa large con IRAM NOEMA “z-GAL: A Comprehensive NOEMA Redshift Survey of the Brightest Herschel Galaxies” con gran participación de este grupo.

Búsqueda de sobre-densidades de galaxias en el Universo Lejano

En febrero y abril se hicieron observaciones de multi-objeto espectroscopia con el telescopio GTC EMIR (SV) para confirmar miembros de protocúmulos. Estos datos son parte de la tesis doctoral O. Díaz Rodríguez supervisado por dos miembros del grupo de trabajo (C. Gutierrez de la Cruz y H. Dannerbauer). En noviembre se presentaron los primeros resultados de este trabajo en un congreso sobre cúmulos de galaxias en ESAC Villanueva. Además, se tomaron datos con el telescopio GTC OSIRIS de una sobre-densidad en $z=5.2$. Estos datos han sido reducidos y analizados y hay una publicación está en marcha.

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

C. Dalla Vecchia.

I. Alonso Asensio, P. Alonso Palicio, C. Brook, S. Cardona Barreo, A. Di Cintio, M. Hernández Sánchez y A. Negri.

Colaboradores del IAC: C. Allende Prieto, A. Balaguera Antolínez, G. Battaglia, M.A. Beasley, J. Falcón Barroso, I.A. Ferreras Páez, C. Gallart Gallart, F.S. Kitaura Joyanes, J.F. Sánchez Almeida, I. Trujillo Cabrera y A. Vazdekis Vazdekis.

A. Sánchez (MPE, Garching, Alemania); 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. Macciò (New York Univ. Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos); H. Yashima (Tohoku Univ. Japón); K. Nagamine (Osaka Univ., Japón).

INTRODUCCIÓN

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

Los principales procesos físicos que rigen la formación y evolución de galaxias son gravedad, hidrodinámica, gas cooling, formación estelar, evolución estelar, y SN y BH feedback, todos ellos no lineales y por ello difíciles de describir con modelos puramente analíticos. Otros modelos, los semi-analíticos, se basan en simulaciones de únicamente materia oscura y están, por tanto, sesgados al igual que éstas. Por todo esto, las simulaciones cosmológicas hidrodinámicas son la mejor herramienta para realizar los “experimentos controlados” de formación y evolución de galaxias.

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

Con simulaciones, se ha explicado que las galaxias LSB se forman como resultado de fusiones co-rotatorias coplanares y la acreción de gas alineada. Cuanto más grande es la fusión, más fuerte es la correlación entre la configuración orbital de la fusión y la SB final (*MNRAS*.486.25).

Se implementó y probó con éxito un nuevo método sin malla para la dinámica de fluidos en el código de N-cuerpos PKDGRAV3.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En el último año se han realizado importantes contribuciones a una variedad de temas en el área de formación y evolución de galaxias:

- Avanzado en el estudio de las galaxias de bajo brillo superficial, particularmente haciendo predicciones para su cinemática y sus morfologías. (ADC, CB, un artículo publicado y un artículo en preparación de SC).

- Explorado las simulaciones de EAGLE para ver si la morfología afecta la cantidad de satélites que rodean las galaxias de una masa determinada (CB, CDV, trabajo de fin de grado).

- Estudiado la evolución de la función de luminosidad en el cúmulo de galaxias con las simulaciones de C-EAGLE (AN, CDV, artículo en preparación).

- Producido un catálogo de luminosidades en decena de bandas espectrales de las galaxias de las simulaciones de C-EAGLE. Este trabajo terminará con la publicación de la base de dato público de C-EAGLE (AN, CDV).

- Estudiado la distribución de la luz difusa en cúmulos de galaxias con respeto a la distribución de toda la materia (CDV, IAA, artículo enviado a *MNRAS*)

- Comprobado una nueva definición de tamaño de galaxias con las simulaciones de EAGLE y estudiado su relación con las propiedades del halo (CDV, artículo en preparación).

- Implementado un nuevo algoritmo sin malla para calcular la dinámica de fluidos en el código de N-cuerpos PKDGRAV3 (IAA, CDV).

En colaboración con otros grupos de investigación del IAC y grupos internacionales se han desarrollados lo siguiente:

- Estudiado el papel de la retroalimentación en la configuración de los perfiles de densidad de materia oscura (ADC).

- Estudiado las edades de las estrellas en las galaxias Gaia-Encelado y Vía Láctea, en el momento de su fusión. Esto apuntó a una formación y evolución particular de la Vía Láctea (ADC, CB, con el grupo de G. Battaglia).

- Colaborado en el estudio de la evolución cinemática de la galaxia durante el tiempo cósmico (CDV, AN, en colaboración con D. Waló Martín y J. Falcón Barroso, artículo enviado a *MNRAS*).

- Colaborado en la caracterización de las galaxias de Green Valley en simulaciones numéricas, en comparación con las observaciones (CDV, AN, en colaboración con J. Anghthop e I. Ferreras, artículo en preparación).

- Contribuido a la interpretación teórica de la nueva definición de tamaño de galaxias (CDV, en colaboración con N. Chamba e I. Trujillo Cabrera).

- Contribuido a la publicación de varios artículos científicos basados en los datos de las simulaciones de C-EAGLE (CDV y la colaboración C-EAGLE).

- Colaborado con el grupo de estructura a grande escala para el desarrollo de la tesis de doctorado de M. Hernández Sánchez (CDV).

VARIABILIDAD EN NÚCLEOS ACTIVOS DE GALAXIAS: ESTUDIOS MULTIFRECUENCIA (P/301806)

J.A. Acosta Pulido.

M.J. Arévalo Morales, J. Becerra González, C. Lázaro Hernando y J. Otero Santos.

Colaboradores del IAC: R. Clavero Jiménez y J.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. 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 observaciones de se-

guimiento 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

En el estudio de variabilidad de los blazares 3C 66A y B2 1633+382 se ha encontrado evidencias de comportamiento quasiperiodico. Por primera vez se encuentra este tipo de comportamiento en luz polarizada.

A partir de espectroscopia visible e infrarroja del blazar 4C 71.07 se detectan potentes flujos de gas altamente ionizado. Se estima un valor de 2000 millones de masas solares para la masa del agujero negro y un ritmo de crecimiento próximo al límite de Eddington.

Se participa en el descubrimiento de una explosión tipo kilonova asociado al estallido en rayos gamma GRB160821B. Esta es la segunda kilonova después de la detectada por LIGO (GW170817) y con contrapartida electromagnética confirmada. Las observaciones confirman la interpretación de una fusión de dos estrellas de neutrones en una galaxia distante.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha concluido el análisis detallado de las curvas de luz en el rango óptico de dos blazares (3C 66A y B2 1633+38) en los cuales se ha detectado un comportamiento quasi-periodico con cadencia en el rango de 2-3 años. Para confirmar este hallazgo se han utilizado diferentes técnicas siendo los resultados compatibles entre sí. Se ha escrito un artículo describiendo los resultados obtenidos así como los datos y la metodología utilizados, este artículo ya ha sido aceptado para su publicación en MNRAS (Otero-Santos et al, 2020).

Se ha concluido el estudio del monitorizado espectroscópico (rango visible e infrarrojo) del cuásar 4C 71.07, llevado a cabo durante los años 2015-2016. De-

bido a su corrimiento al rojo la emisión observada en el visible proviene del disco de acrecimiento y de gas en líneas de emisión de alta excitación. Se han encontrado evidencias de potentes flujos de gas ionizado. Se ha podido determinar la masa del agujero negro así como la luminosidad del disco que es próxima al ritmo de Eddington. Los resultados han sido incluidos en un artículo que ha sido aceptado (Raiteri et al.).

Se ha continuado el estudio estadístico de la variabilidad espectral de una muestra de blazares. Se cuenta con un promedio de 300 espectros de cada objeto cubriendo alrededor de 10 años. Se aplican técnicas de reducción de dimensionalidad (PCA, NMF) para obtener los principales responsables de la variabilidad observada. Parte del trabajo fue realizado por A. Luashvili, para la obtención del grado de Master.

Participación en el descubrimiento de la segunda kilonova conocida en una galaxia distante (Troja et al.).

Se ha participado en el estudio de las propiedades de las galaxias anfitrionas de un conjunto de blazares que presentan su pico de emisión a muy altas energías (Extreme High-energy Blazars- EHBL). El objetivo prin-

cipal es la determinación de la distancia bien con el desplazamiento al rojo espectroscópico o bien a partir de la morfología de la galaxia anfitriona. Para la galaxia PGC 2402248 se obtuvo el desplazamiento al rojo y la caracterización de la población estelar usando espectros obtenidos con el telescopio GTC+OSIRIS. Se está preparando un artículo que será enviado para su publicación en 2020. Además se obtuvieron imágenes profundas usando el telescopio NOT y los datos están siendo analizados.

Se ha continuado con las observaciones correspondientes al monitorizado visible/infrarrojo de una muestra de blazares (alrededor de 30), que estamos llevando a cabo desde 2011. Parte de los datos obtenidos para algunos objetos se han incluido en publicaciones realizadas a lo largo del año (CTA102 en D'Ammando et al.; 4C 71.07 en Vercellone et al., 1ES 2344+514 en Acciari et al.).

Se ha continuado la colaboración con el grupo de proto-estrellas de baja masa del Obs. de Konkoly (Hungría,) proporcionando datos infrarrojos (Zsidi et al, Kun et al.).

PROYECTOS SINGULARES

Véase el proyecto en el apartado Operación de las instalaciones telescópicas del IAC del capítulo de Subdirección (pág. 45)

INSTRUMENTACIÓN Y ESPACIO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TELESCOPIOS

EST - TELESCOPIO SOLAR EUROPEO (OFICINA DE PROYECTO EST, MICAL, GREY, PRE-EST)

M. Collados.
M. Barreto, M. Núñez, A. Sosa, A. Martín, A. Escobar, T. Vaz, Y. Carballo, J. Cózar, C. Domínguez, I. Ferro, S. Hidalgo, D. Jiménez, Y. Martín, A. Mato, L. Montoya, A.E. Peláez, A. Pérez, J. Quintero, J.H. Rodríguez, J. Sánchez, A.M. Solar, N. Vega, M. Sánchez y L. Zhang.

Colaboradores del IAC: H.M. Chulani, R. López, I. Montilla, M. Reyes y L.F. Rodríguez.

M. Esteves, O. Grassin (KIS, Alemania).

INTRODUCCIÓN

EST (Ver Figura 1) 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.

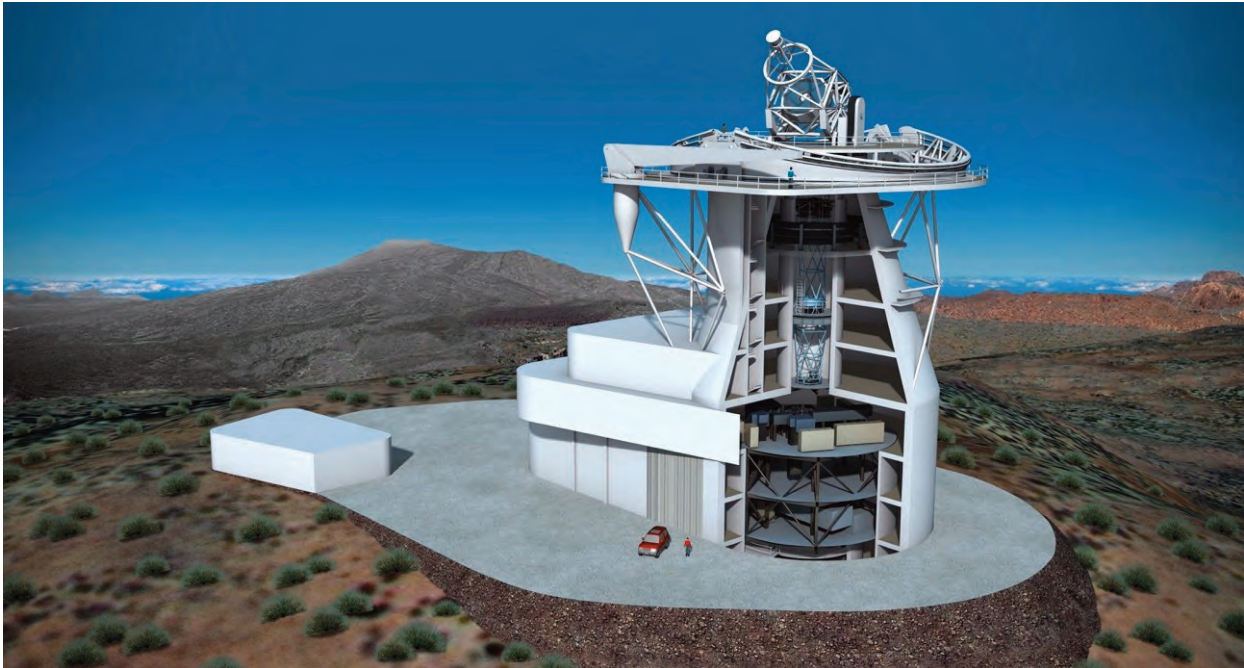


Figura 1. Imagen artística del telescopio EST.

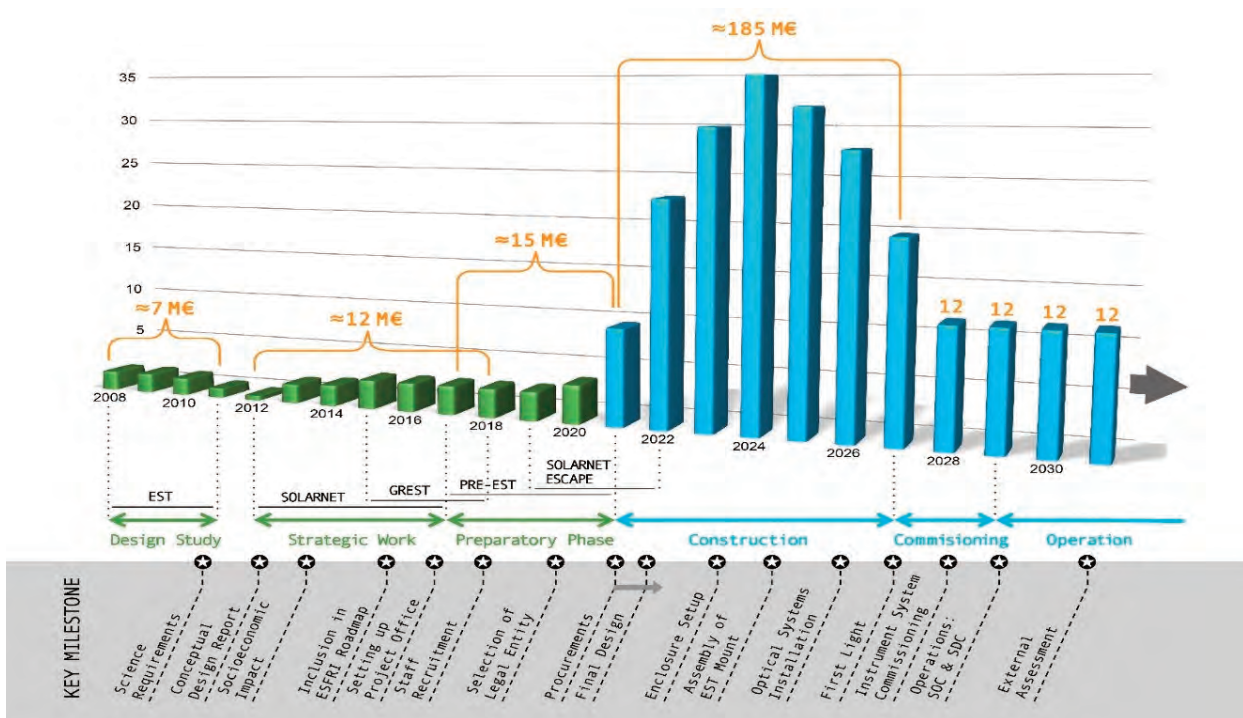


Figura 2. Cronograma para la implementación del telescopio EST.

El Proyecto, integrado en ESFRI desde 2016, está liderado por el IAC en colaboración con la Asociación Europea de Telescopios Solares (European Association for Solar Telescopes, EAST) que, fundada en 2006, tiene como objetivo principal el diseño, construcción de un telescopio solar (EST) en los Observatorios de Canarias.

EST supone una inversión de unos 200 M€. Su fase de diseño detallado y construcción se espera que comience en 2022-23 y que dure 6 años. Se estima una vida útil de 30 años con un coste de operación anual de 12 M€. La Figura 2 muestra los proyectos internacionales vinculados a EST en el pasado y en el presente

y una previsión de las fases de construcción y operación de EST en el futuro.

En el marco del Proyecto H2020 PRE-EST “Fase preparatoria para EST”, se están llevando 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 este contexto, 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.

En paralelo a PRE-EST se desarrollan los proyectos MICAL (Mejoras estratégicas en Infraestructuras Científico-tecnológicas y de Apoyo Logístico a los Observatorios de Canarias), cuyo objetivo principal es la validación del concepto de la Óptica Multiconjugada para 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/AO) consiste en la construcción de un demostrador del sistema de Óptica Adaptativa de EST, mientras que la segunda (MICAL/GRIS) se enfoca en el diseño e integración de un conjunto de mejoras en el espectrógrafo GRIS del telescopio GREGOR para permitir observaciones espec-

tropolarimétricas 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.

HITOS

Enero:

- Inicio SOLARNET H2020.
- Revisión intermedia de PRE-EST en Bruselas.

Febrero:

- Cambio de ubicación del banco IFU y SLIT en GREGOR.
- Reparación del codificador de giro del soporte de la red de difracción de GRIS.
- Desarrollo del soporte de la máscara de entrada del banco IFU en GRIS.
- Primera reunión de EST AO/MCAO Working Group.

Marzo:

- Primera reunión del PRE-EST Technical Advisory Group.
- Diseño conceptual del banco MCAO.
- Selección de las cámaras para la WFS del banco de MICAL.

Abril:

- Consulta de mercado sobre la viabilidad de un espejo secundario deformable (ASM) para EST.

Mayo:

- Diseño conceptual de la sincronización de múltiples cámaras y el polarímetro para GRIS.

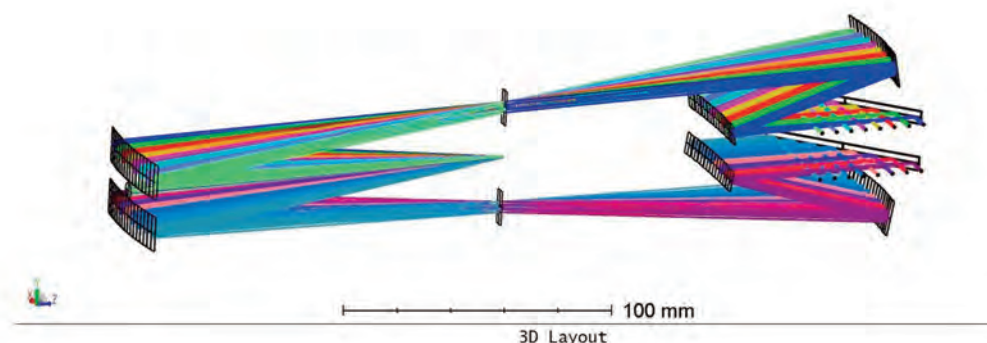


Figura 3. Detalle de la simulación de trazado de rayos en 3D de una de las dos IFU diseñadas por el proyecto SOLARNET conteniendo 16 slices de $35 \mu\text{m} \times 1176 \mu\text{m}$.

- Desarrollo de software de adquisición basado en nuevos framegrabbers de GRIS.

Junio:

- Publicación del informe resultante de la consulta de mercado. Un ASM para EST es viable, según las empresas que participaron.

- Diseño de las pantallas de fase del simulador de turbulencias del banco MCAO.

Julio:

- Recepción de tres cámaras de gran formato con interfaz Coaxpress, para ser utilizadas en los WFS (sensores de frente de onda) del banco MCAO.

- Recepción de las etapas rotatorias de las pantallas de fase del banco MCAO.

- Diseño de las microlentes de los WFS del banco MCAO.

Agosto:

- Publicación de la licitación de tres espejos deformables para el banco MCAO.

- Diseño de una de las IFU de SOLARNET, con slices de $35 \mu\text{m} \times 1176 \mu\text{m}$, para ser fabricada en colaboración con la National Astronomical Observatory de Japón (NAOJ).

Septiembre:

- Reunión del Technical Advisory Group: Aprobación del diseño de EST con un ASM.

- Fabricación del dispositivo de sincronización de múltiples cámaras y el polarímetro para GRIS.

Octubre:

- Inicio de la construcción del banco MCAO en la sala de AIV.

- Reunión sobre AO/MCAO entre el IAC y el Institute of Optics and Electronics (IOE) Academy of Sciences de China.

Noviembre:

- Presentación al SUCOSIP del emplazamiento pre-seleccionado para la construcción de EST.

- Fabricación de la montura cinemática de la nueva red de difracción de GRIS.

- Pruebas de integración y validación de la sincronización de múltiples cámaras y el polarímetro para GRIS.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2019 el IAC ha estado involucrado en los proyectos PRE-EST, MICAL, SOLARNET y en la creación de una Oficina del Proyecto para el EST.

En el marco de PRE-EST la formación de la Oficina de Proyecto ha sido una tarea importante.

La Oficina de Proyecto actualmente tiene como objetivo principal el desarrollo del WP6 "Technical Works for the Preparatory Phase of EST" del Proyecto H2020 PRE-EST. A lo largo de 2018 se inició la revisión del diseño conceptual desarrollado (2008-2011) para su consolidación. En el marco de la revisión del concepto del telescopio, se realizó una consulta de mercado sobre la viabilidad de un espejo deformable para el secundario del EST. El informe de la consulta de mercado se puede ver en <https://bit.ly/2oFC6jr>. En septiembre el EST Technical Advisory Group (TAG) decidió que el espejo secundario de EST será un espejo adaptativo (ASM).

La principal ventaja de montar en EST un espejo secundario adaptativo es la disminución de las superficies ópticas de 14 espejos a 6 espejos y una lente doble. El rendimiento óptico aumenta en un 25% y se puede mejorar potencialmente la corrección óptica adaptativa conjugada con la pupila.

Las implicaciones del concepto de ASM son varias. Algunas de ellas son:

- Aumento en la longitud de la estructura del telescopio que soporta M1 y M2 en el diseño mecánico. Esto tiene otras implicaciones:

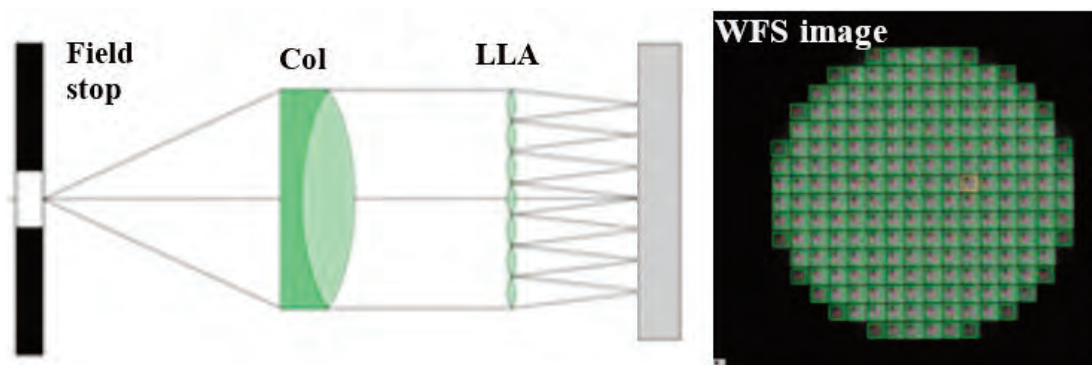


Figura 4: Diseño esquemático del sensor de frente de onda HO-WFS (MCAO) que ilustra la función que realizan las microlentes (identificadas como LLA). A la derecha una simulación de la imagen resultante en el detector.

a) El centro de gravedad se aleja del eje de elevación, por lo que el contrapeso es más severo.

b) El diámetro de la carcasa del telescopio aumenta
- Los espejos MCAO en el concepto ASM se colocan ahora bajo M1 y simplifican la óptica de transferencia; la compensación de la rotación de la imagen ya no existe.

Una vez validado el concepto de EST se inició la preparación de la licitación del diseño preliminar de M1, estructura y M2. La fase preparatoria (PRE-EST) concluye el 31 de diciembre de 2021. El objetivo es poder realizar el diseño preliminar, con validaciones en prototipo de algunas soluciones y tener definidas a la conclusión de PRE-EST las especificaciones y toda la información necesaria para iniciar la fase de Construcción con el Diseño detallado y fabricación del telescopio.

La Oficina de Proyecto de EST también gestiona y coordina las contribuciones “in-kind” que hagan los socios del proyecto al diseño del telescopio. En este sentido, se ha iniciado la revisión del “Heat Rejecter”, concepto desarrollado por UNITOV, que han desarrollado un prototipo que se espera probar en el telescopio GREGOR a lo largo de 2020.

Durante 2019 se pudo instalar el “Wide-Field Wave-Front Sensor” (WFWFS) en el telescopio VTT en Observatorio del Teide (OT), para poder realizar una campaña de medidas simultáneas entre ese WFWFS en el telescopio VTT y otro igual que lleva instalado y operativo en la Torre Solar Sueca SST en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) desde 2018. Desafortunadamente, por problemas técnicos en el telescopio VTT no han podido realizarse medidas con el WFWFS de VTT. Esperamos poder realizar la campaña simultá-

nea de WFWFSs durante 2020 en el periodo de operación de la torre sueca, que va de abril a octubre.

Se ha cerrado el deliverable de PRE-EST “D6.10: Evaluation and comparison of potential sites for construction” que nos ha permitido proponer un emplazamiento para EST. El Board de PRE-EST, en su reunión del mes de julio, lo seleccionó como ubicación preferente para la construcción de EST. En noviembre dicha ubicación fue presentada a SUCOSIP (Observatories Site Properties Sub-Committee) como lugar preseleccionado, junto con la documentación de los últimos 40 años analizada para llegar a esa decisión.

El sistema de Óptica Multiconjugada de EST será un sistema muy complejo e importante en EST. Es por ello que el desarrollo del “demostrador del sistema de óptica adaptativa de EST”, en el marco del proyecto MICAL, es una actuación (MICAL/EST) muy importante en esta fase de diseño preliminar del telescopio EST.

En MICAL/EST se ha trabajado en tres ámbitos:

- Continuar la identificación, especificación y adquisición de los componentes clave del sistema.
- Estructurar el proyecto en base a una lista de entregables y planificarlo de manera detallada.
- Trabajar en el diseño del banco, usando los entregables como guía.

Se han conseguido adquirir las cámaras necesarias para el banco, junto con sus accesorios y software, y seleccionar e instalar el software de control en lazo cerrado, así como los simuladores. Los procesos de compra del generador de turbulencia o de la máquina de cómputo se han completado y el material se encuentra ya en nuestras instalaciones. La licitación de los espejos deformables quedó lista para su adjudicación a fi-



Figura 5. Recreación artística de EST en la ubicación propuesta al SUCOSIP.

nales de 2019, y se ha comenzado también el proceso de adquisición de los conjuntos de microlentes, de los elementos ópticos del banco, del simulador de luz solar y de los componentes electrónicos. Además, se ha implantado un sistema de gestión de requisitos colaborativo.

En el marco de MICAL existe otra actuación muy importante para la instrumentación de EST que es “Mejoras para el espectrógrafo GRIS del telescopio GRE-GOR” (MICAL/GRIS).

Las labores técnicas de esta actuación se han enmarcado, durante esta etapa, en los siguientes ámbitos:

- Especificación, diseño y construcción de las monturas intercambiables que permiten a GRIS utilizar las dos redes de difracción disponibles.
- Actualización y mejora de dos sub-instrumentos de GRIS: IFU (Unidad de campo Integral para espectroscopia 2D) y SLIT (rendija para espectroscopia 1D).
- Identificación de la segunda cámara del espectrógrafo.
- Actualización de la electrónica de control y sincronismo entre las cámaras y los cristales líquidos del polarímetro.

Se han adquirido las placas electrónicas basadas en FPGA para la electrónica de sincronismo y se ha realizado una primera integración en telescopio en el mes de noviembre. También se ha actualizado la arquitectura del software del espectrógrafo, y se han diseñado y se están fabricando las monturas intercambiables para las redes de difracción. Se han validado y aceptado la máscara del banco IFU y la red de difracción que MICAL adquirió mediante licitación. Se han fabricado y validado los controladores de la automatización de los cambios de modo (entre espectroscopia y espectropolarimetría) que automatizan el movimiento de los módulos FM1 y polarímetro de ambos bancos (IFU y SLIT).

En el marco de avances para la futura instrumentación de EST, a principios de 2019 arrancó el proyecto SOLARNET H2020, en el que el IAC lidera un paquete de trabajo dedicado al desarrollo de instrumentación avanzada para espectroscopía y espectropolarimetría. En este paquete destaca la mejora de las técnicas de image slicer para espectroscopía 2D con la intención de incrementar la resolución espacial. Se han diseñado para fabricación dos variantes de los image slicers: una utilizando un sustrato de zerodur con slices de 70 micras, y la otra utilizando un sustrato metálico consiguiendo rebajar el tamaño de las slices hasta 35 micras. Para la fabricación de ambas unidades se cuenta con la colaboración de instituciones y empresas de

Francia y Japón.

EN SOLARNET H2020, el IAC participa en otros paquetes de trabajo, entre los que destaca por su relevancia el relacionado con la Óptica Adaptativa Multi-conjugada (MCAO) para EST.

GTCAO LGS - SISTEMA DE ÓPTICA ADAPTATIVA Y ESTRELLA GUÍA LÁSER PARA EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS

V. Sánchez Béjar.

J. Patrón, M. Reyes, A. Hernández, E. Hernández, F. Teneji, R. López, J. Marco, I. Montilla, M. Núñez, J. Peñate, M. Puga, L.F. Rodríguez, J. Rosich, J. Sánchez, R. Simoes y Ó. Tubío.

Por parte de GRANTECAN: J. Castro.

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. 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 de GTC una estrella brillante de referencia para medir el efecto de la turbulencia atmosférica.

El sistema GTCAO fue desarrollado inicialmente por GRANTECAN S.A. pero, debido a la falta de recursos en el equipo de desarrollo, el Proyecto se detuvo en 2013. Este Proyecto se reinició 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 en fase de desarrollo.

HITOS

Mayo:

Revisión de diseño preliminar (PDR) de la Estrella Guía Láser (LGS) de GTCOA.

Junio:

Presentación de resultados en el congreso internacional "Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes VI (AO4ELT6)".

Septiembre:

Aceptación en fábrica del láser del sistema LGS.

Noviembre:

Demostración en laboratorio del algoritmo de corrección de aberraciones no comunes de GTCOA.

Diciembre:

- Pruebas de aceptación preliminar del láser del sistema LGS en IAC.

- Publicación de la licitación del telescopio de lanzamiento del láser.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El equipo del Proyecto se ha dedicado fundamentalmente al diseño preliminar del sistema LGS y a la evolución del mismo de acuerdo con las conclusiones de la revisión preliminar de diseño.

GTCOA

Durante 2019 se ha avanzado en el desarrollo del software de operación, dejando todos los dispositivos disponibles dentro del entorno de software del telescopio GTC, el Inspector. También se ha avanzado en el software de control en tiempo real, dejando desarrolladas y listas para su uso en laboratorio muchas herramientas imprescindibles para las calibraciones y pruebas de prestaciones. Se ha completado a principios de año la primera etapa de la consultoría con la Univ. de Durham en el entorno de simulación (DASP) y control en tiempo real (DARC) que usa GTCOA, dando muy buenos resultados e impulsando enormemente el avance en esta tarea.

En los últimos meses se ha avanzado en la implementación de los algoritmos basados en diversidad de fase para la corrección de las aberraciones no comunes (NCPA). Tras desarrollarlas y validarlas a nivel de simulación, se procedió a su programación y pruebas en el banco óptico de GTCOA. Las prestaciones del sistema mejoran notablemente cuando se aplica correctamente el algoritmo. Aún falta completar el desarrollo para au-

tomatizar la medida y la corrección de NCPAs, y sacar conclusiones finales sobre la mejora.

Se llevó a cabo la metrología "as built" del sistema, y se ha utilizado para realimentar y corregir el 3D de GTCOA y ponerlo en configuración definitiva. Se diseñaron y fabricaron unas referencias de alineado auxiliares para el banco óptico, que sirven para poder recuperar el alineado de cualquier elemento, en caso de que algún componente se desplace (en el transporte) o sea necesario desmontarlo para hacer mantenimiento. Las referencias han quedado instaladas y alineadas en el banco.

En 2017 se tomó la decisión de no utilizar un ADC de ciencia. En esta situación, el sistema de calibración de GTCOA no podía generar una imagen en el plano focal de FRIDA. Se identificó que esto era necesario para poder hacer calibraciones y depurar problemas en telescopio. Para solucionarlo, el equipo de GTCOA ha probado con éxito en laboratorio una alternativa para generar la imagen de una fuente puntual en el plano focal nominal de FRIDA. Ahora se está haciendo el diseño definitivo de esta solución, para incorporarla en el sistema de calibración de GTCOA.

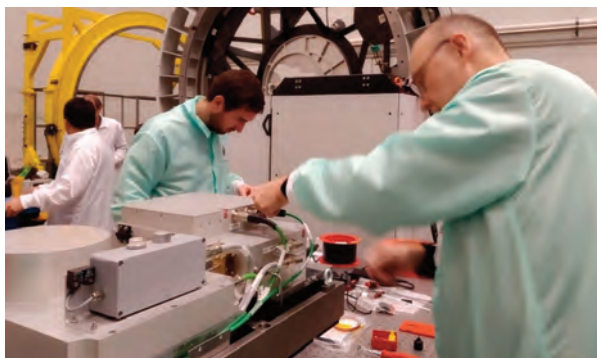
Se cerró el diseño de la estructura definitiva que soporta el banco óptico de GTCOA en la plataforma Nasmyth del telescopio GTC. La estructura se ha fabricado en el Taller de Mecánica del IAC, y se ha comenzado con los procesos de soldadura.

Se han implementado modificaciones en los armarios de electrónica, para mejorar la seguridad y facilitar el encendido de los diferentes subsistemas.

LGS

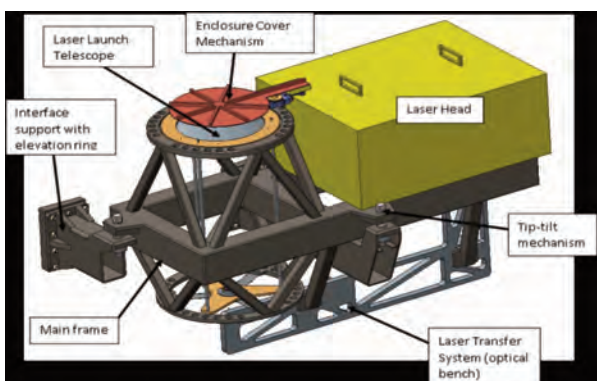
En enero de 2019 se firmó por fin el contrato de suministro del láser para la LGS de GTCOA, casi un año después de comenzar a tramitar el contrato. A pesar de ese retraso en la contratación, las pruebas de aceptación en fábrica se realizaron en septiembre, y el láser ya se ha entregado al IAC, habiéndose realizado las pruebas de aceptación preliminares en el IAC en el mes de diciembre.

En mayo de 2019 se llevó a cabo la revisión de diseño preliminar (PDR) de la LGS para GTCOA. El diseño preliminar de toda la infraestructura de LGS para GTCOA ha sido la principal actividad del equipo este año, ocupando prácticamente el 100% de la dedicación al Proyecto de enero a junio. El IAC entregó un paquete de documentación de diseño con 16 documentos y 3 adicionales de referencia. El panel de revisores, compuesto por tres expertos internacionales, hizo un total de 132 RIXes, a los que respondió el equipo de proyecto.

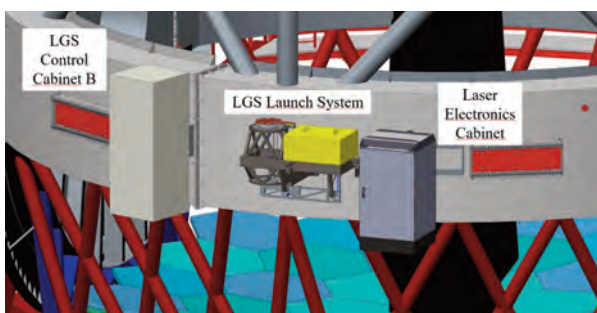


Cabeza del láser y armario de electrónica durante las pruebas de aceptación preliminar del láser en los laboratorios del IAC.

Las siguientes figuras muestran el diseño preliminar de los diferentes subsistemas que componen el sistema de lanzamiento del láser, así como su ubicación en el anillo de elevación del telescopio GTC.



Diseño preliminar de los diferentes subsistemas del sistema de lanzamiento del láser.



Detalle del montaje de los subsistemas de LGS en el anillo de elevación del telescopio GTC.

La reunión de revisión preliminar se celebró en el IAC a finales de mayo. Las principales conclusiones de la revisión fueron las siguientes:

- Incorporar al equipo un AO Scientist y un Safety Officer.

- Elaborar un ICD con GTC, y un estudio de impacto de la LGSF en el telescopio. Aumentar la interacción con la Oficina de GRANTECAN S.A.

- Realizar un análisis de riesgos, establecer requerimientos de seguridad y hacer el diseño del Safety System, incluyendo el cooling system.

- Elaborar el LGS operational concept.

- Revisar el presupuesto de error de frente de onda del sistema de lanzamiento del láser.

- Rehacer el diseño mecánico del sistema de lanzamiento del láser, desde la interfase con el anillo de elevación del telescopio GTC, y hacer un análisis estructural completo.

Se está trabajando en estas líneas para cerrar el diseño preliminar y lanzar el diseño detallado. Tras el PDR, se presentaron resultados del diseño preliminar en el congreso AO4ELT6 y se iteró en el diseño del sistema de lanzamiento, el sistema de seguridad y el sistema de refrigeración con otras instituciones con más experiencia.

Debido a restricciones presupuestarias del Proyecto, después del verano se dedicó un esfuerzo especial a cerrar la documentación de requerimientos del Telescopio de Lanzamiento del Láser (LLT), para poder publicar la licitación de diseño detallado y fabricación en el mes de diciembre.

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 un préstamo del Ministerio de Ciencia e Innovación.

También está cofinanciado por el Plan estratégico de los Observatorios de Canarias, la Convocatoria de Equipamiento Científico-Técnico 2018 (EQC2018-005097-P) y la Convocatoria de Equipamiento Científico-Técnico 2019 (EQC2019-006713-P).

COLABORACIONES LGS – DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

M. Reyes García-Talavera, J. Castro, I. Montilla, L.F. Rodríguez, N. Martínez y J. Peñate.

European Southern Observatory (ESO); Universidad de Durham (Reino Unido); Isaac Newton Group of Telescopes (ING); Observatorio de Paris (Francia); Gran Te-

telescopio CANARIAS (GTC); Observatorio Astronómico de Roma e INAF de Arcetri (Italia), Max Planck Institute (Alemania).

INTRODUCCIÓN

Desde hace años el IAC lleva a cabo actividades de desarrollo tecnológico y de transferencia, en forma de experimentos con consorcios internacionales o en forma de contratos de ingeniería que gana en competición abierta. Estas actividades las desarrolla en los campos de la óptica adaptativa y las comunicaciones ópticas en el espacio.

HITOS

Febrero:

Diseño del sistema de corrección del frente de onda ascendente para el experimento CaNaPy en colaboración con ESO.

Mayo:

Demostración en cielo de la corrección del frente de onda en la propagación ascendente de un láser desde tierra hacia el espacio.

Junio:

Diseño y fabricación de la interfase mecánica de la electrónica de control de CaNaPy con el telescopio de la OGS.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El IAC lleva varios años participando en experimentos de investigación internacionales con el objetivo de

avanzar en el campo de la Óptica Adaptativa (AO) con Estrellas Guía Láser (LGS).

En la actualidad trabaja en el experimento que se denomina CaNaPy, y su propósito es demostrar y combinar soluciones a tres problemas fundamentales de la óptica adaptativa con estrellas guía láser:

- la corrección del frente de onda del láser cuando se transmite desde tierra hacia la atmósfera, para que la estrella láser artificial tenga mejor calidad.

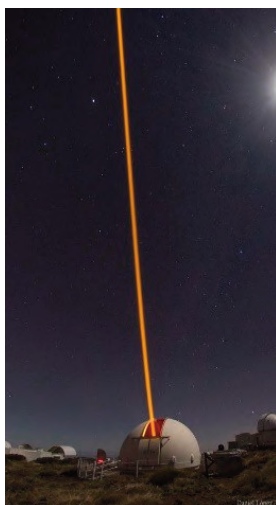
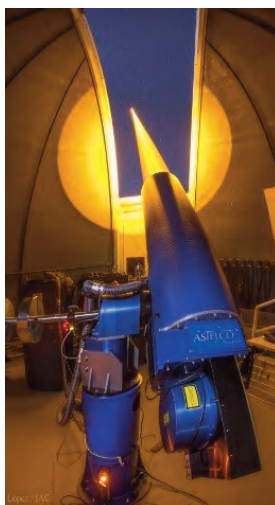
- el reenfoque dinámico del sensor de frente de onda para adaptarse a los cambios de altura de la capa de sodio de la mesosfera en la que se crea la estrella láser artificial.

- el uso del sensor de frente de onda de pirámide para las estrellas guía láser.

El IAC participa en el primero de los tres conceptos, la corrección del láser cuando se transmite hacia la atmósfera. La mayor parte del trabajo se ha venido desarrollando en el marco de la tesis instrumental de N. Martínez, con el diseño e instalación en el telescopio OGS de un sistema para probar la corrección del frente de onda ascendente del láser.

A lo largo de 2019 se realizaron varias campañas de observación, resolviendo los diversos problemas instrumentales que fueron apareciendo, para en la última campaña demostrar que al cerrar el lazo de control de óptica adaptativa sobre el haz láser ascendente, la sección observada del Scattering Rayleigh se reducía, confirmando la corrección del frente de onda.

El diseño del corrector de frente de onda del láser ascendente se ha integrado en el resto del experimento CaNaPy, para en 2020 probarlo en laboratorio y posteriormente trasladarlo al telescopio OGS en el Observatorio del Teide.



Sistema de estrella guía láser experimental, instalado en los Observatorios de Canarias desde 2014, para la realización de experimentos en tecnologías de óptica adaptativa y estrellas guía láser.

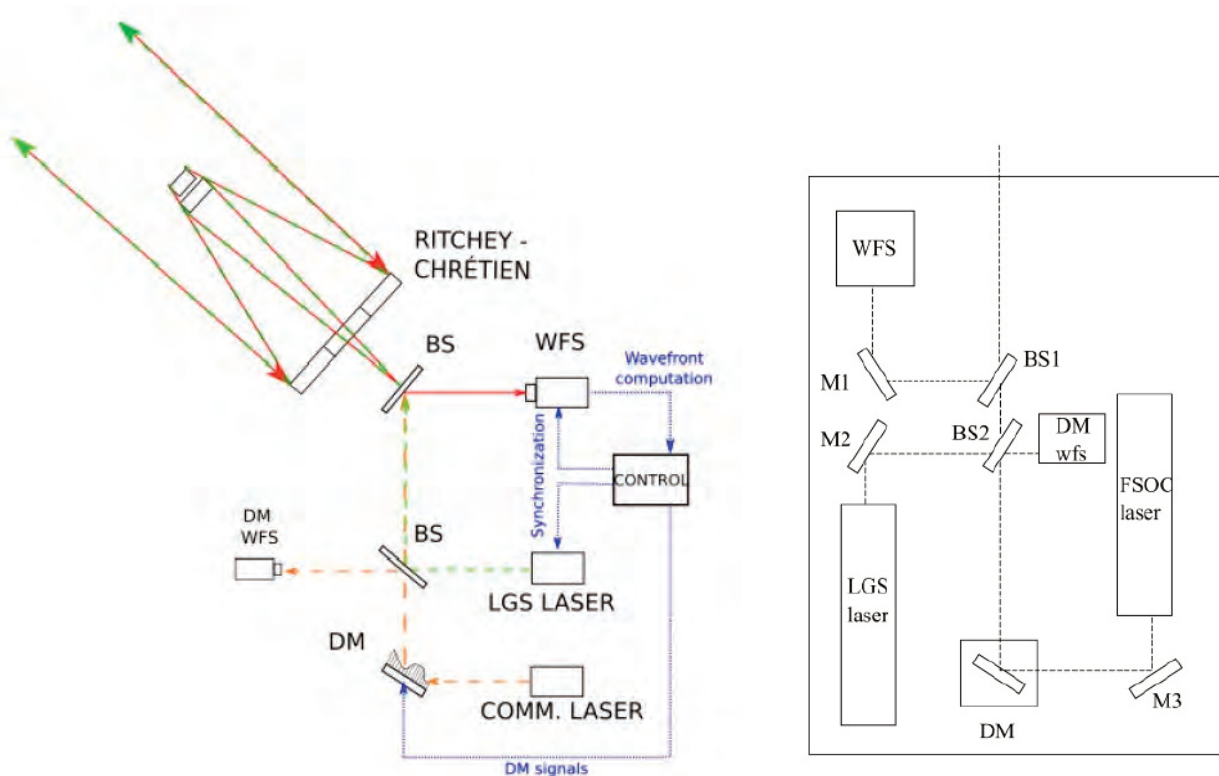


Diagrama de bloques del sistema demostrador de corrección del frente de onda del láser.

NUEVO SISTEMA DE CONTROL TTNN

A. Oscoz Abad.

C. Martín, M. Aguiar, E. Cadavid, F.J. Hernández, M. Monelli, T.A. Viera y O. Zamora.

INTRODUCCIÓN

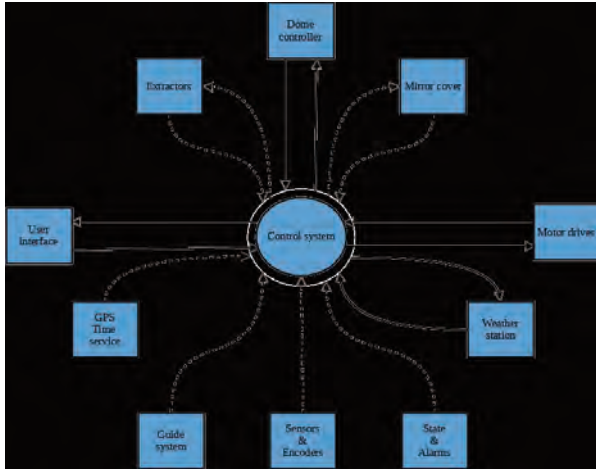
Los telescopios Carlos Sánchez (TCS) e IAC80, conocidos como TTNN, situados en el Observatorio del Teide, requieren de un control manual por parte de los astrónomos, que puede ser tanto presencial como de forma remota, esto último desarrollado en fechas recientes. La operación de dichos telescopios se realiza mediante un software específico, encargado de 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.

El sistema de control de los TTNN, el mismo durante los últimos 30 años, reside en un PC de control junto con 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. Este último PC, más simple, se ha mantenido actualizado a lo largo de los años en términos de sistema operativo y avances informáticos. Sin embargo, éste no es el caso del PC de control, que se ha vuelto obsoleto y plantea el problema de mantenimiento debido a la falta de piezas de repuesto (que no se fabrican). Esta obsolescencia limita en gran medida la velocidad de respuesta de los telescopios a observaciones de alta exigencia, así como la compatibilidad con los instrumentos acoplados a los mismos. Asimismo, supone un riesgo crítico para la correcta operación del telescopio, dada su evidente dependencia de un sistema antiguo, delicado y sin repuesto.

Las dificultades principales que un sistema así plantea son: a) imposibilidad de obtención de piezas de repuesto y hardware, b) entornos operativos obsoletos, c) incompatibilidad con otros programas de software en otras instalaciones o en el IAC, d) incapacidad para conectar hardware adicional, y e) problemas para las actualizaciones necesarias de programas.

El objetivo de este Proyecto es realizar la mejora del sistema de control de los TTNN, de forma que el nuevo entorno de software y hardware que se diseñe sea moderno, robusto y versátil, y permita controlar los teles-



Sistema de Control de los telescopios.

copios de manera eficiente de forma remota y facilite, posteriormente, su operación automática.

HITOS

Creación del grupo de trabajo.

Análisis de la situación actual de ambos telescopios.

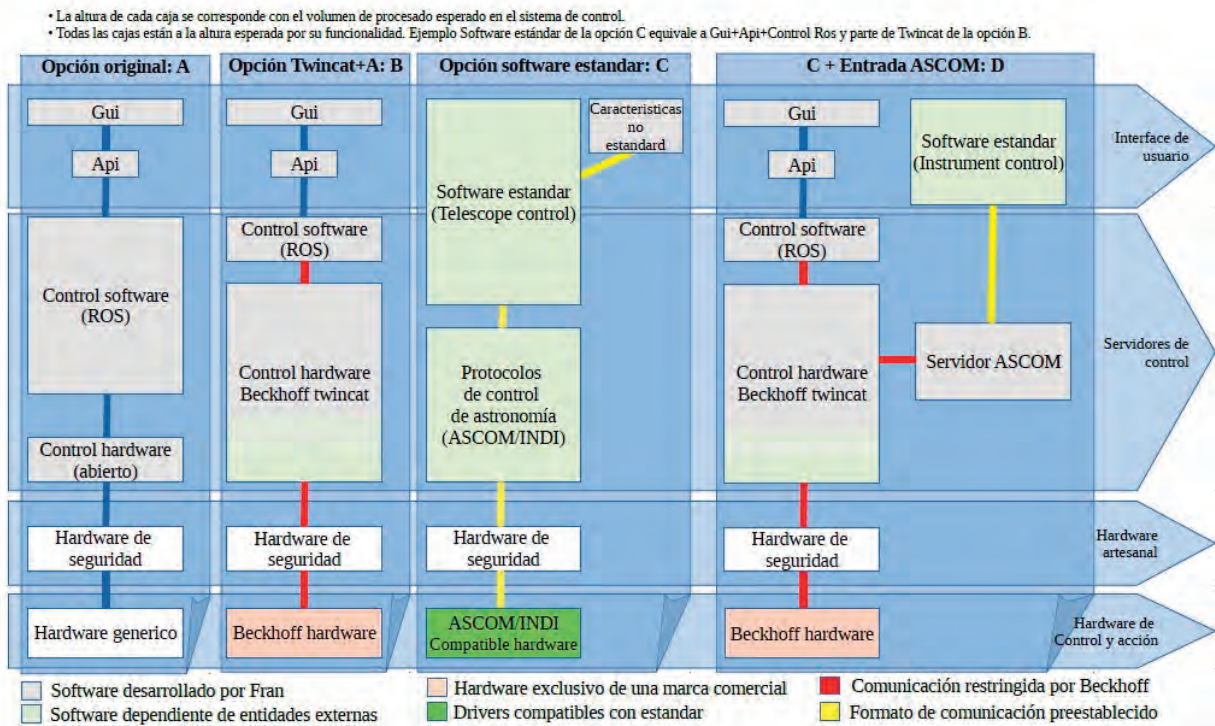
Elaboración y refinamiento de los requerimientos del proyecto.

Primeras arquitecturas de trabajo.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En esta fase inicial se ha llevado a cabo un análisis detallado de la estructura del sistema de control, incluyendo hardware y software, los dispositivos que tienen que ser controlados y cómo se controlan, así como las interacciones entre los mismos y los posibles conflictos. Se ha generado un documento de requerimientos, buscando y compilando la documentación necesaria. Asimismo, se ha empezado un estudio de mercado para actualizar o reemplazar las partes más obsoletas del sistema que puedan limitar el rendimiento o la estabilidad, y se han empezado a analizar distintas alternativas para la arquitectura del software de control.

Respecto al hardware electrónico, se ha visto la necesidad de sustituir muchos componentes obsoletos o deteriorados para darle una robustez al sistema, mejores prestaciones, e incorporar dispositivos de seguridad para las personas y los equipos. Aunque aún estamos en una fase inicial, un diseño de referencia en estos aspectos puede ser el implantado con éxito en los telescopios QUIJOTE en los últimos años, donde se han utilizado soluciones industriales comerciales.



Cuatro posibles arquitecturas para el nuevo sistema de control.

INSTRUMENTACIÓN VISIBLE

ESPRESSO (ECHELLE SPECTROGRAPH FOR ROCKY EXOPLANETS AND STABLE SPECTROSCOPIC OBSERVATIONS)

R. Rebolo.
C. Allende, M. Amate, F. Tenegi, J. Peñate, A.B. Fragoso, J.L. Rasilla y J. González.

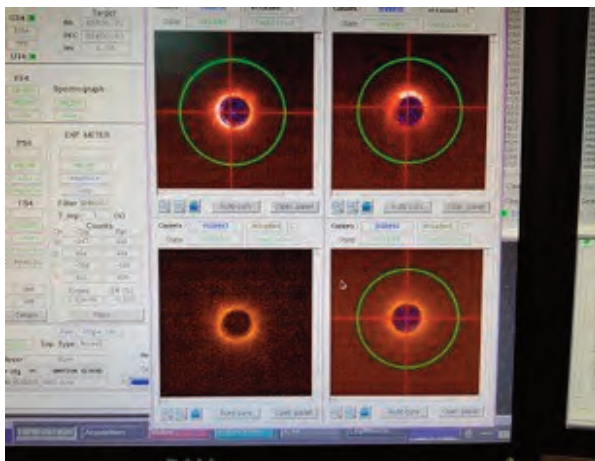
Consortio: Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (Portugal), Univ. de Oporto y Lisboa (Portugal), INAF, Obs. de Trieste (Italia), INAF, Obs. de Brera (Italia), Obs. de Ginebra (Suiza), Inst. Physics de Univ. de Berna (Suiza), IAC; ESO (Europa).

INTRODUCCIÓN

ESPRESSO (Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanets and Stable Spectroscopic Observations) es un espectrógrafo Echelle de alta resolución, con dispersión cruzada, alimentado por fibra óptica; concebido para ser usado en el foco combinado del telescopio VLT (Very Large Telescope), para aprovechar la luz de hasta 4 Unidades de Telescopio (4UT).

Los objetivos científicos del Proyecto son:

- Medición de velocidad radial con alta precisión (10 cm/s) para buscar planetas rocosos.
- Medir la variación de las constantes físicas.
- Analizar la composición química de las estrellas en las galaxias cercanas.
- Servir de precursor y demostrador en VLT de la tecnología del instrumento HIRES (HI RESolution) para el telescopio ELT.



Espectro obtenido en el modo 4x2, exposición 3.600 segundos

HITOS

- Asistencia a reuniones del Consorcio (IP local).
- Asesoramiento sobre el estado del FL.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El instrumento está en “commissioning” desde enero de 2018; durante este tiempo se han mejorado la sensibilidad y procesos de calibración.

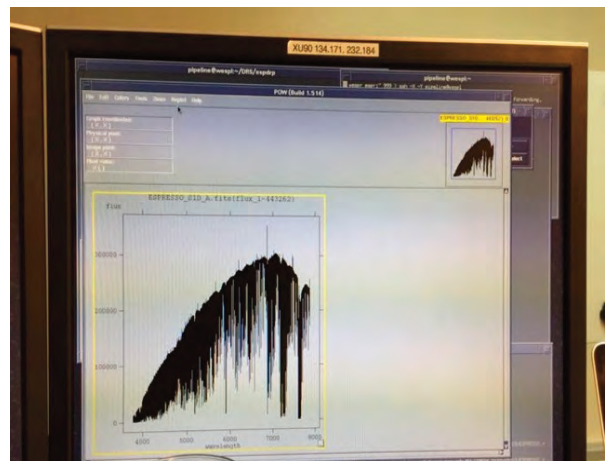
El personal del IAC ha estado disponible para cualquier consulta del consorcio sobre los sistemas desarrollados en el IAC.

HORS (HIGH OPTICAL RESOLUTION SPECTROGRAPH)

R.J. García López.
C. Allende Prieto, J. Calvo, F. Gracia, E. Joven, F. Gómez Reñasco, F. Tenegi, J.J. Fernández, P. Fernández Izquierdo, J. Peñate, Taller de Mecánica (J.J. Dionis, C. Flores, P. González, E. González, C. Morell, R. Negrín y F. Garcia), Taller de Electrónica (R. Barreto, A. Morales, J. Olives) y Delineación Técnica (A. Díaz, J.J. Perdígón y J.C. Díaz).

INTRODUCCIÓN

HORS es un espectrógrafo de alta resolución para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), desarrollado por el IAC a partir de los componentes del extinto Utrech Echelle Spectrograph, que operó en el telescopio WHT en los años 90. HORS permite espectroscopia óptica de objetos puntuales con un poder resolutivo $\lambda/\text{FWHM} \sim 25.000$.



Durante 2016 HORS ha seguido avanzando en el IAC, completándose la electrónica de control, el software, así como el diseño y fabricación de un nuevo brazo de adquisición y un nuevo haz de fibras. El trabajo se ha repartido a lo largo del año, y sufrido en parte la coincidencia en el tiempo con la finalización de otros proyectos (ESPRESSO y EMIR, principalmente). Mientras que los avances en la electrónica y el software han sido relativamente predecibles, la fabricación del haz de fibras presentó numerosas dificultades, relacionadas en particular con la interfaz entre las microlentes y las fibras, y el reto técnico de medir con precisión la eficiencia del haz.

La falta de eficiencia del haz de fibras detectada a finales de 2015 ha sido investigada en detalle, lo que ha revelado tres problemas diferentes:

- El alineado del brazo de adquisición
- Su rigidez y estabilidad mecánica
- La interfaz entre las microlentes y las fibras

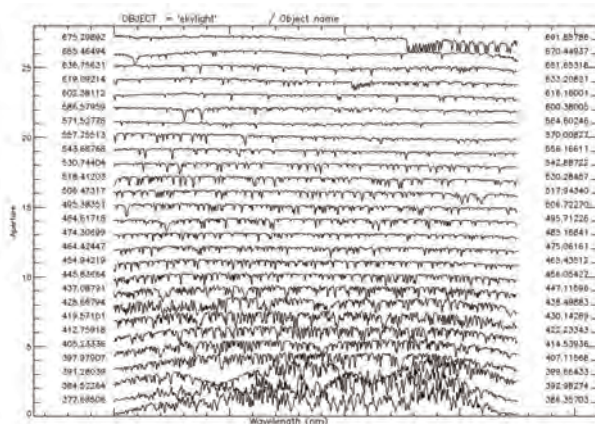
EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2019 se concluyó la instalación y puesta en servicio del espectrógrafo HORuS en el telescopio GTC (research.iac.es/proyecto/abundancias/horus). El instrumento comenzó a ofrecerse a la comunidad científica a partir del segundo semestre de 2019, y a lo largo del año se entrenaron a los astrónomos de soporte del telescopio en su uso.

Se desarrolló un datoducto para la reducción automatizada de los datos, el código “chain”, que está disponible públicamente (github.com/callendeprieto/chain), que proporciona espectros extraídos y calibrados en longitud de onda para fuentes puntuales.

En este año se publicó el primer artículo que hace uso de observaciones con HORuS.

Las siguientes gráficas muestran dos espectros tomados con HORuS y GTC. Uno corresponde al espectro



del cielo al atardecer, básicamente el espectro del Sol, nuestra estrella más cercana. El otro corresponde a la estrella G 64-12, una primitiva estrella del halo de nuestra galaxia, formada cuando la abundancia de hierro en el medio interestelar era miles de veces inferior al valor solar. El bajo contenido en hierro y otros elementos pesados hace que el espectro de esta estrella tenga muchísimas menos líneas de absorción que el caso del espectro solar. De hecho las líneas más prominentes en el espectro de G 64-12 son las producidas por átomos de hidrógeno, creados en el Big Bang.

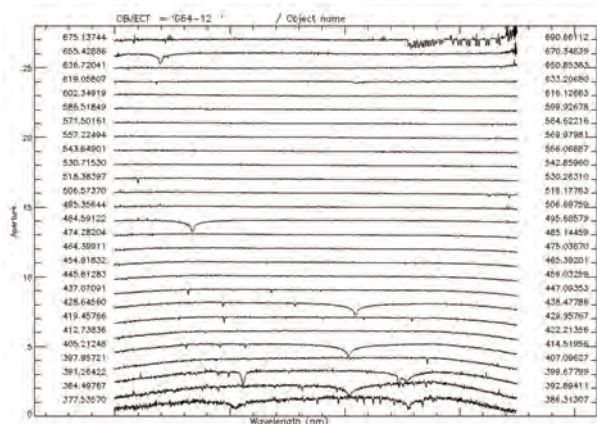
WEAVE (WHT ENHANCED AREA VELOCITY EXPLORER)

J.A. López Aguerri.

J.M. Herreros, J. Alonso, C. Allende, J.M. Delgado y A. Molaeinezhad.

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.



Izquierda: espectro del cielo al atardecer, básicamente el espectro del Sol. Derecha: estrella G 64-12.

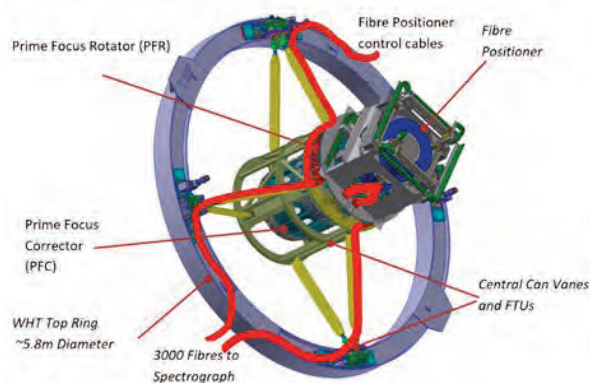


Figura 1. Modelo 3D de WEAVE instalado en el foco primario del telescopio GTC y soporte con sistema de enfoque, PFC y rotador.

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. (Figura 1).

La contribución del IAC al proyecto WEAVE, en hardware y software, consiste en el suministro de los siguientes equipos: i) Estructura soporte y control de foco primario-sistema FTS-; ii) Corrector de dispersión atmosférica -PFC-; iii) Lente 4 del corrector focal; iv) Rotador de campo y cadena portacable -PFC-; v) Retractores de fibras; vi) Sistema de control del espectrógrafo y vii) Sistema avanzado de procesamiento de datos científicos.

HITOS Y EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Los paquetes de trabajo encomendados al IAC se están ejecutando conforme al plan previsto, aunque con ciertos retrasos que pueden ser asumidos por el Proyecto WEAVE. Los que están en desarrollo son:

Sistema Corrector

El diseño detallado y construcción del corrector focal lo lleva a cabo la empresa SENER. A finales de 2018, SENER lanzó el proceso de fabricación de todos

los componentes del nuevo corrector focal. Uno de los elementos claves que es una de las celdas de las lentes fabricada en INVAR, se le detectaron imperfecciones en el material que la hacían no apta para su uso. Esto implicó tener que fabricarla de nuevo produciendo un retraso considerable de 4 meses. Otros componentes como los rodamientos de las monturas de los ADCs también presentaron defectos que obligó a su reparación. Todo el proceso de fabricación de los componentes concluyó en junio de 2019.

El equipo de apoyo para el montaje y alineado del sistema también presentó diversos problemas. En concreto, correcciones de holguras mecánicas no previstas que ha habido que hacer en alguno de sus componentes. Este equipo fue finalmente concluido en junio de 2019.

Resueltos estos problemas se puso en marcha el proceso de integración y alineamiento del mismo. Esto dio paso al montaje de los simuladores de lentes en sus monturas, proceso complicado debido a las dimensiones de los elementos ópticos del sistema. Posteriormente se montó el corrector completo (Figura 2, izquierda).

El procedimiento de alineación del Sistema Corrector fue diseñado por SENER, como estaba establecido, en el hito del proyecto WCS IRR,- revisión del estado de la preparación del proyecto para el montaje, la integración y alineación óptica del Sistema Corrector-, y posteriormente modificado por otra nueva y novedosa estrategia basada en la alineación mecánica sin lentes usando una tabla de alineación de referencia.

Esta actividad de montaje, integración y alineación del Sistema Corrector comenzó en julio. Después de un mes de intentar alinear el sistema, se concluyó que el procedimiento de montaje y alineación tal como se había definido no era factible. Además, se identificaron algunos problemas potenciales.

A mediados de agosto de se celebró en SENER una reunión interna con la alta dirección de la empresa, donde se revisó el estado del proyecto. Con base al estado actual (intento fallido de alineación, estrategia de alineación no clara, posibles problemas en el diseño, proyecto atrasado), se acordó realizar una revisión sistemática técnica del sistema.

La revisión tuvo lugar en septiembre y octubre. Involucró a dos revisores externos al Proyecto y tenía por objeto: i) Revisar el diseño y abordar posibles problemas; ii) Proponer una estrategia de alineación. La auditoría puso de manifiesto la adecuación del diseño del sistema Corrector, sin embargo, proponía llevar a cabo algunas recomendaciones y acciones correctoras concretas.

El equipo del Proyecto del IAC, tomando como base el procedimiento de alineamiento del sistema opto-mecánico existente, solicitó entonces la modificación del mencionado procedimiento, incluyendo un nuevo plan que requería el uso extensivo de un sistema de metrología 3D de alta precisión, tipo "Laser Tracker". El impacto temporal de esta modificación se estimó en seis meses.

Revisado el procedimiento, a principios de 2020, se reanuda la integración y alineamiento del Corrector. Le seguirán las pruebas funcionales y de verificaciones de prestaciones del Corrector al completo. A continuación, el IAC realizará la aceptación en fábrica y autorizará el envío a La Palma, que está previsto para finales del mes de abril. A finales de mayo se llevará a cabo en el telescopio WHT, una vez hecha la entrega, la inspección visual del equipo y las pruebas básicas funcionales de verificación, así como la revisión de la documentación técnica asociada. Se espera que la entrega y aceptación final se realice durante el mes de junio, con lo que se dará por concluido el contrato con la empresa y se pasará a la fase de garantía.

Rotador de Campo con Cadena Portacables

Este sistema fue adjudicado a la empresa IDOM. En el mes de marzo llegó el Rotador al telescopio. Ver figura 3. Las pruebas de aceptación en el telescopio WHT pusieron de manifiesto algunas disconformidades. Por su gravedad, el sistema fue enviado de nuevo a IDOM. Durante los meses de abril y junio se resolvieron los problemas mecánicos. En junio se reenvió el sistema a La Palma, dando lugar a la realización de nuevas investigaciones de problemas encontrados, que le siguieron nuevas pruebas. Finalmente, en diciembre se resolvieron estas disconformidades, quedando pendiente para principios de 2020 la actualización de la documentación asociada. Se estima que durante el primer trimestre de 2020 quede aceptado el Rotador.

Armarios Electrónicos

A mediados de 2019 comenzó en el taller de electrónica del IAC, la fabricación y montaje de diversos armarios asociados con el sistema de control del primario del telescopio WHT. Esta actividad se ha retrasado lige-

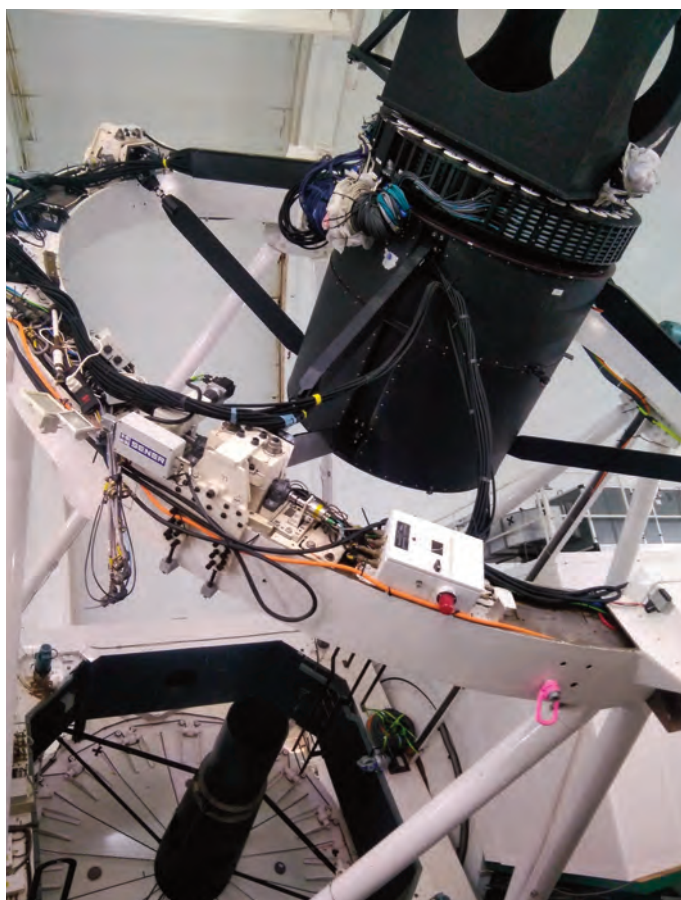


Figura 2. Izquierda: Corrector completo montado con los simuladores de lentes, en la empresa SENER Barcelona en junio, listo para pruebas de rigidez estructural. Derecha: Secundario del telescopio con el FTS, Rotador, y simuladores del Corrector y posicionador, preparado para el alineamiento con el espejo primario del telescopio WHT en noviembre.

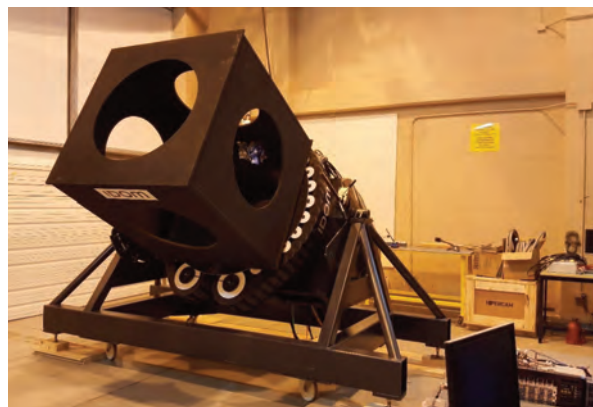


Figura 3. Izquierda: Llegada del sistema Rotador al telescopio en julio. Derecha: Rotador de campo, con el simulador del Posicionador, en la sala de aluminizado del telescopio WHT durante las pruebas de aceptación.

ramente por problemas de acopio de materiales y componentes electrónicos. Se estima que durante el primer trimestre de 2020 estos armarios estén finalizados y sean enviados a La Palma para su instalación y pruebas.

Electrónica de Control del Espectrógrafo y soporte al software

Después de realizar en el IAC pruebas exhaustivas del sistema de control, a mediados de 2019, se envió a Holanda la Electrónica de Control del Espectrógrafo. Las pruebas finales con el espectrógrafo se realizarán a principios de 2020 y además se dará soporte al Software de Control del Espectrógrafo. La fecha de envío a La Palma del sistema completo no está cerrada, pero se estima que sea para el mes de mayo de 2020.

Verificación del sistema de foco primario

Durante 2019, en distintas campañas de pruebas, se instaló y verificó el secundario del telescopio con los distintos subsistemas que lo componen: el FTS, Rotador, y simuladores del Corrector y Posicionador. También se realizó, en noviembre, la verificación del alineamiento con el espejo primario del telescopio WHT. (Figura 2, derecha).

Por otra parte, en 2019, se ha dado apoyo mecánico a la definición y diseño al proceso de verificación óptica con el cielo del Sistema Corrector. Esta actividad está prevista para mayo de 2020, previamente a la instalación de WEAVE, tras ser integrado al completo el sistema de foco primario y haciendo uso del simulador del Posicionador. El resultado de esta actividad va a ser muy importante, en particular para el Corrector y en general para la validación del resto de los equipos que forman el sistema.

Instalación y pruebas de WEAVE

A mediados de 2020 se instalará WEAVE en el telescopio WHT, se validará y comisionará en condiciones reales de observación. A lo largo de 2019 se ha contribuido en la definición del proceso de instalación y pruebas.

Fabricación de piezas mecánicas o equipos electrónicos

A lo largo del 2019 se han fabricado, en los talleres de Mecánica y Electrónica, diversas piezas mecánicas y equipos electrónicos, se espera continuar dando apoyo a WEAVE con la fabricación de algún equipo adicional durante el primer semestre de 2020.

Sistema avanzado de procesamiento de datos científicos

El equipo de investigación de WEAVE del IAC, formado por C. Allende y A. Molaeinezhad continua desarrollando el Sistema Avanzado de Procesamiento que permitirá la clasificación automática de los objetos observados, según el espectro, en estrellas, galaxias o cuásares; el análisis de las estrellas: velocidad, metalicidad, gravedad, temperatura y abundancias; el análisis de las galaxias: cinemática estelar, líneas de emisión, etc. y la construcción de mapas en el modo de observación LIFU y minilFU. Durante 2019 se han realizado con éxito varios simulacros de funcionamiento de este software con datos simulados similares a los que reportara el instrumento WEAVE.

HARPS3

J. González.
M. Amate y J. Peñate.

Consortio: Univs. de Cambridge y Exeter (Reino Unido), Univ. de Leiden/NOVA (Países Bajos), Univ. de Ginebra (Suiza), Univ. de Uppsala (Suecia), IAC.

INTRODUCCIÓN

HARPS3 es un instrumento de nueva generación para el telescopio de 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 ($R \sim 115000$) 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: (a) el cuerpo principal del espectrógrafo, y (b) 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, y de sistemas de ventilación relacionados con la sala Coudé Este y la sala contigua.

HITOS

Nuevos cambios en el espacio para instalar HARPS3, se añade una sala contigua que incrementa aproximadamente en un 40% la superficie disponible.

Nuevo acuerdo para el desalojo y limpieza de la nueva sala.

Planificación de una FASE IB para unir ambos espacios disponibles.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2019 se trabajó para conseguir más superficie dedicada a HARPS3.

También se inició el proceso de contratación de un ingeniero mecánico y se ha revisado el diseño actual de la sala.

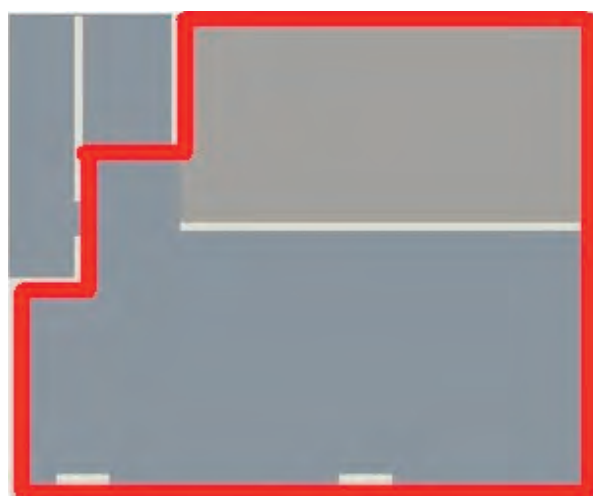
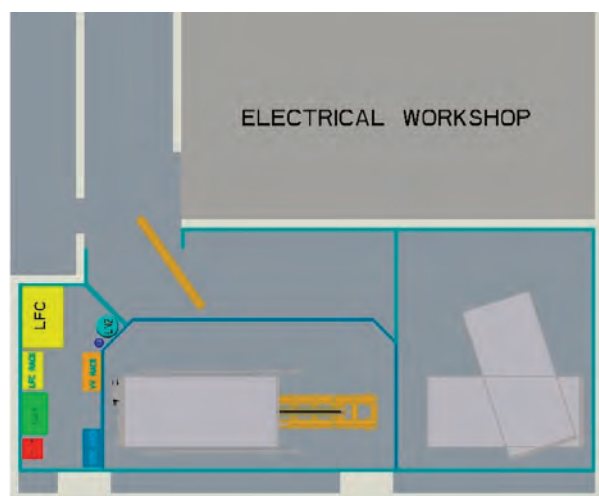
HIRES

J. González.
M. Amate, F. Tenegi, A.B. Frago y C. Allende.

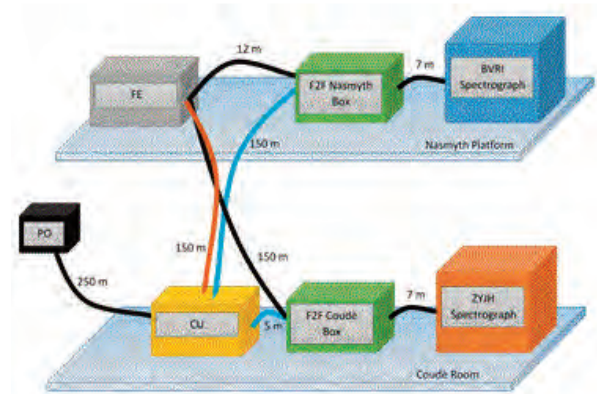
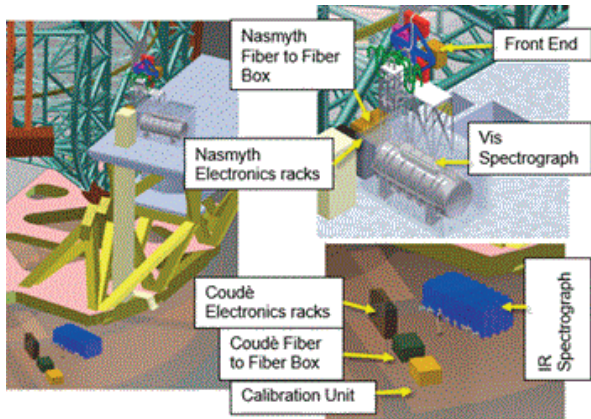
Consortio: 30 Instituciones de 12 países.

INTRODUCCIÓN

HIRES: Es un espectrógrafo de alta resolución extremadamente estable alimentado por haz de fibras para



Izquierda: Antiguo uso del área. Derecha: Nueva área total disponible.



el telescopio ELT, que cubre el rango visible e infrarrojo cercano.

Sus objetivos son:

- El estudio de las atmósferas de exoplanetas observadas en espectros de transmisión.
- La variación de las constantes físicas fundamentales a lo largo de la evolución del Universo.
- La detección de exoplanetas a partir de la luz que reflejan de sus estrellas.

- El test de Sandage, que consiste en medir de manera directa la expansión del Universo a partir de medidas de cambios en los desplazamientos al rojo de galaxias durante varias décadas.

En esta primera fase: Fase A del brazo visible, el IAC tiene responsabilidad en: Liderar el equipo que diseñará y suministrará el Fiber Link, diseñar el Banco Óptico y diseñar las Monturas Ópticas.

HITOS

Se asistió a reuniones del Consorcio.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto ha estado en “stand-by” durante 2019. La previsión es recibir noticias durante 2020 para el reinicio de actividades (Fase 2 del Proyecto); se espera reiniciar actividades en el último trimestre de 2020.

INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

FRIDA Y DESPUÉS: CIENCIA CON ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL EN LA ÉPOCA DE LOS TELESCOPIOS GIGANTES

A. Prieto.

J. Patron, C.A. Guzmán, J. Acosta y M. Aguiar.

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 mm.

Por su proximidad, la observación de Andrómeda con FRIDA involucra el estudio de un gran número de problemas astrofísicos: formación estelar, función inicial de masa en cúmulos globulares, dinámica galáctica, escenarios de formación de galaxias, etc., a escalas espaciales sólo conseguidas anteriormente en nuestra galaxia y las Nubes de Magallanes. En este Proyecto, se pretende analizar las posibilidades de realización y nivel de competitividad de estos estudios en Andrómeda sobre la base de las capacidades y limitaciones actuales de FRIDA y del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio GTC.

Participación tecnológica en FRIDA

El IAC está involucrado tecnológicamente en el desarrollo Sistema de Control de FRIDA y software de alto nivel, el cual estará basado en la medida de lo posible en EMIR. El sistema de adquisición de datos, la electrónica de control del detector y la caracterización de éste, así como el software de alto nivel para el control de mecanismos son responsabilidades directas del IAC. Asimismo, el IAC es responsable de la definición de la “pipeline” y de las herramientas de observación con FRIDA. El IAC coordina todas estas actividades con las instituciones implicadas en estas tareas: UCM en Madrid y UNAM en México. Estas tareas comprenden desde diseño, fabricación y adquisición de componentes.

HITOS

Se ha finalizado el desarrollo del software de alto nivel del Control de Mecanismos.

GTC ha adoptado el framework de un modelo de clases del Sequencer, para su uso en otros instrumentos, propuesto por el equipo de software de FRIDA en el IAC.

Se ha desarrollado una versión inicial del software del DFAgent con su correspondiente integración en la capa instrument.

Se ha refactorizado el software de alto nivel del DAS de EMIR para su uso en FRIDA.

Se ha completado el desarrollo del ETC, la herramienta para el cálculo del tiempo de exposición, como parte del software de preparación de observaciones.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Estado general del Proyecto FRIDA

Tras la recepción de la segunda versión de los mecanismos, se ha seguido avanzando en las pruebas de validación a nivel de subsistemas. Solo los mecanismos más pequeños han sido probados en condiciones criogénicas, por falta de disponibilidad de un criostato de tamaño adecuado.

Se ha seguido avanzando en la fabricación del banco óptico y cámara de vacío.

Se ha recibido y aceptado la óptica con los recubrimientos definitivos.

El Proyecto FRIDA, a nivel global, sigue en la fase final de integración y pruebas a nivel de subsistemas tras los retrasos acaecidos en la fabricación y verificación mecánica, tanto de dichos subsistemas como del banco óptico y el criostato. Las previsiones en la actualidad es que el instrumento complete la integración a nivel de subsistemas a principios de 2020, y durante 2020-2021 se lleve a cabo la integración a nivel de sistema, con una aceptación en fábrica a mediados de 2021, pudiendo estar disponible para ir a telescopio en el otoño de 2021.

Se ha fabricado un dummy de la mesa óptica en la que se ha realizado el montaje y alineado completo de todos los componentes ópticos y la mayor parte de los mecanismos a temperatura ambiente. Los resultados son satisfactorios.

Gestión

Se da por completado el desarrollo del Exposure Time Calculator (ETC). El código se ha distribuido y se ha ido optimizando por los usuarios.

El simulador de Óptica Adaptiva (AO) de FRIDA sigue pendiente de realizarse, en función de los desarrollos de GTC/O.

En cuanto al detector, para la última llamada de Infraestructura, el IAC elaboró una nueva solicitud de fondos. Sin embargo, finalmente se decidió que fuera GRANTECAN S.A. quien se encargara de realizar la solicitud de fondos, lo cuales han sido concedidos para la compra de 2 detectores, uno para FRIDA y otro para EMIR.

Se han solicitado fondos al Gobierno Autónomo de Canarias dentro del programa Estrategia de Especiali-



Vista del criostato de FRIDA en fabricación

zación Inteligente de Canarias (RIS3), para la contratación de un nuevo ingeniero de software, por una duración de unos 18 meses.

Ciencia IAC

Se continúa con videoconferencias con los grupos que participan en FRIDA para seguir la evolución del instrumento.

A. Prieto mantiene conversaciones regulares con el ingeniero óptico responsable de FRIDA (S. Cuevas, UNAM) con el fin de mantener un seguimiento pormenorizado del desarrollo.

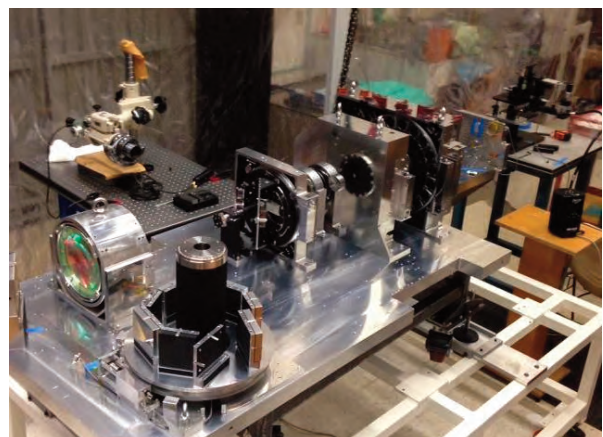
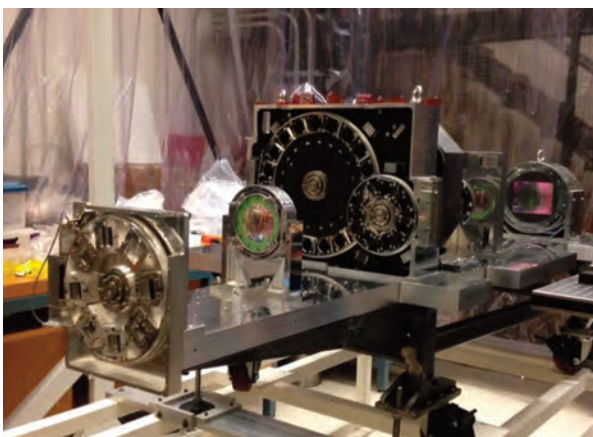
Se mantiene continua actualización por parte de FRIDA en el IAC de los documentos de ciencia: “FRIDA

commissioning plan” y “FRIDA callibration plan”, “FRIDA observing modes” y “FRIDA data reduction”.

Se continúa con los grupos de instrumentación en ESO en relación al desarrollo de instrumentos de Óptica Adaptativa para los telescopios VLT y ELT. A. Prieto es miembro del grupo científico ERIS de ESO encargado de la definición de la nueva instrumentación de Óptica Adaptativa para el telescopio VLT.

Sistema de Control

Durante este año se ha interactuado con la UNAM para finalizar la definición detallada de los mecanismos, y completar así al máximo posible los desarrollos del control de alto nivel de mecanismos



Vistas del alineado de la óptica de FRIDA a temperatura ambiente sobre el dummy del banco óptico.

(WP 200), quedando pendiente de la disponibilidad de los últimos mecanismos físicos para cerrar dicho trabajo. Se ha avanzado significativamente en el componente Sequencer y la capa Instrument, y en las interfaces panel de control y MIMIC del instrumento FRIDA.

También se han mantenido varias reuniones con personal de la UNAM para establecer las interfaces hardware y software entre el bajo y el alto nivel del sub-sistema “house-keeping”, encargado del mantenimiento de las condiciones de presión y temperatura del criostato de FRIDA.

Se propuso al Comité de Arquitectura del GCS (GTC Control System) un nuevo modelo de clases para ser usado en el desarrollo del Sequencer. El Sequencer es el componente encargado de implementar y ejecutar las secuencias científicas de observación. Se entregó una primera versión de este framework que fue validado y adoptado por GTC para ser usado también por otros instrumentos. Se han mantenido sucesivas reuniones con el fin de mejorar dicho software. Las nuevas versiones serán desarrolladas y mantenidas por GRAN-TECAN S.A.

Se ha desarrollado una versión inicial del software del DFAgent con su correspondiente integración en la capa Instrument. El DFAgent es el componente que se encarga de recoger y preparar los datos que se envían a la pipeline para su procesamiento. Por un lado, tiene que interactuar con el DAS (Data Acquisition System) para recibir los frames adquiridos y por otro lado con el Data Factory para enviárselos una vez realizado el preprocesado de los mismos y la recopilación de las keywords que se escribirán en sus cabeceras FITS.

Se ha refactorizado el software de alto nivel del DAS (Data Acquisition System) de EMIR para su uso en FRIDA, simplificándolo y haciéndolo más mantenible.

Se han mantenido varias reuniones con el equipo científico del proyecto para definir las keywords que se usarán en las cabeceras FITS y como resultado de ello se ha generado un documento donde quedan definidas.

Se realizó una primera versión del framework del Sequencer para implementar y ejecutar las secuencias científicas de observación. Todavía faltaría la tarea de implementar las secuencias propias de FRIDA utilizando dicho framework.

Se ha avanzado en la definición de las interfaces entre el alto y bajo nivel para la lectura y control de temperaturas y presión que formarán parte del House-keeping de FRIDA. Todavía faltaría la tarea de desarrollar el software de alto nivel.

Se ha dirigido el trabajo de un becario de verano para continuar con el desarrollo del MIMIC que forma parte de la interfaz gráfica de FRIDA. Este trabajo quedó completado a un 40%.

Se ha dirigido el trabajo de un estudiante en prácticas para desarrollar un software para poder trabajar con la tarjeta MACIE para su utilización con el controlador SIDECAR para detectores de la familia HxRG en el Laboratorio LISA de caracterización de detectores.

En cuanto al detector, tras la resolución favorable de la última solicitud de fondos, presentada directamente por GRANTECAN S.A., para la adquisición de 2 detectores H2RG, uno para FRIDA y otro para EMIR, junto con un detector de ingeniería, se está manteniendo contacto con el fabricante para el suministro de los mismos durante 2020.

MIRADAS (MID-RESOLUTION INFRARED ASTRONOMICAL SPECTROGRAPH)

F. Garzón.

P. López y A. Russo.

Consorcio: Univ. de Florida (EEUU), Univ. de Barcelona, Univ. Complutense de Madrid, Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Inst. de Física de Altas Energías (IFAE) e Inst. de Estudios Espaciales de Catalunya (dando soporte técnico a UB). Además, hay investigadores individuales de la Univ. Nacional Autónoma de México (UNAM).

INTRODUCCIÓN

El espectrógrafo infrarrojo de resolución intermedia, MIRADAS, operará en el rango infrarrojo de 1 a 2,5 micras con una resolución espectral de 20.000.

En el año 2010 fue seleccionado para ser el espectrógrafo infrarrojo de la nueva generación de instrumentos para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

MIRADAS es un espectrógrafo multi-objeto con capacidad para observar hasta 20 objetos gracias a 20 brazos articulados provistos de un espejo, a modo de sonda, que patrullan un sector dentro de un círculo de 5 minutos de arco en el plano focal de telescopio GTC.

Sus principales características, que aún no pueden considerarse como totalmente definitivas, se muestran en la 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

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 GTC como EMIR. A su vez, las arquitecturas más modernas del sistema de control global de GTC que se están desarrollando a la vez que evoluciona el sistema de control de MIRADAS se aplicarán al sistema de control de EMIR, en la refactorización del mismo a llevar a cabo en 2019.

HITOS

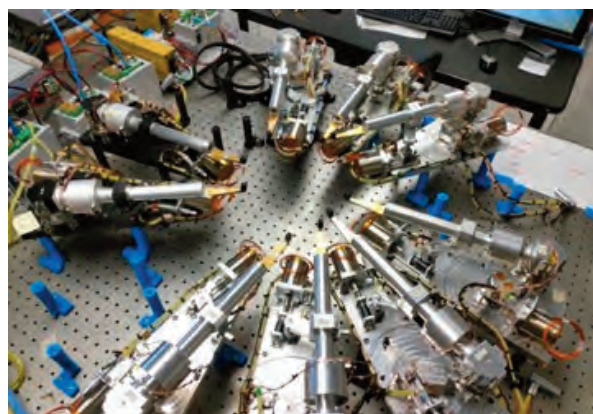
Se completó el desarrollo y depuración del Agente de MIRADAS (DFA) siguiendo la nueva arquitectura del Branch del GCS.

Se ha completado el componente Sequencer, que va a permitir la codificación rápida de las secuencias de observación complejas que se definan.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

La actividad en el Proyecto durante 2019 ha continuado el desarrollo y depuración, mediante ensayos con simuladores del instrumento, de los componentes software que forman parte del sistema de control del instrumento, además de iniciar la definición de los modos operativos del instrumento. Estos componentes se integran en el sistema de control global del telescopio GTC, para lo cual se realizan entregas periódicas del sistema de control completo de MIRADAS, desde el IAC a GRANTECAN S.A.

En 2019 se ha modificado y cerrado la operativa de la configuración de los brazos del instrumento, incluyendo los ajustes necesarios en telescopio para llegar a la posición final.



Montaje en el laboratorio de pruebas del sistema de brazos criogénicos (MXS) que patrullan el campo de visión de 5 arcmin de diámetro del instrumento en el telescopio GTC.

HARMONI

E. Mediavilla Gradolph y B. García Lorenzo.

A. Alonso, M.A. Cagigas, J.M. Delgado, P. Fernández, A.B. Fragoso, J.V. Gigante, E. Hernández, J.M. Herreros, R. López, A. Monreal –Ibero, R. Piazzola, J.L. Rasilla y L.F. Rodríguez.

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. Durante 2019 se han incorporado dos socios adicionales: Universidad de Durham y Universidad de Michigan. La participación en HARMONI garantiza tiempo de observación en el telescopio ELT en las primeras etapas de su uso, una oportunidad científica única para los investigadores españoles. La contribución del IAC en HARMONI puede separarse en tres grandes bloques:

- El desarrollo (diseño, fabricación y verificación) del subsistema que constituye la pre-óptica del instrumento

- Coordinación en la arquitectura y desarrollo de la electrónica de control de todo el instrumento

- Participación en la definición y desarrollo de los casos científicos para el aprovechamiento de HARMONI

HARMONI es un espectrógrafo de campo integral de alta resolución angular y operativo en el óptico-infrarrojo cercano (0.45-2.45 micras). Está preparado para operar 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).

HITOS Y EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En lo que respecta a las tareas del Paquete de Trabajo de la Pre-óptica, durante 2019, se ha completado el diseño óptico para la Revisión Crítica del Diseño de

la Óptica (Optical Critical Design Review). La tarea fundamental del diseño óptico ha consistido en modificar el diseño de la escala 10x10 mas2 para cumplir con el requerimiento de calidad de imagen global del instrumento. El proceso ha requerido iteraciones en el diseño de las otras tres escalas (30x60 mas2, 20x20 mas2 and 4x4 mas2). A su vez las modificaciones en el diseño óptico han requerido modificaciones en el diseño mecánico para resolver las interferencias generadas en el empaquetamiento de los mecanismos y elementos opto-mecánicos.

Además, se ha presentado el diseño evolucionado de las monturas opto-mecánicas, incluyendo los resultados del prototipo que se realizó para obtener valores realistas de la deformación superficial de los espejos.

Se ha completado el análisis detallado de tolerancias y el Presupuesto de Errores del subsistema de la pre-óptica. Se ha preparado la documentación necesaria para la evaluación y revisión del diseño definitivo por parte del Consorcio.

El diseño óptico final del subsistema de la pre-óptica ha pasado satisfactoriamente la OADR (Optical Critical Design Review) en diciembre de 2019. El diseño se ha transferido al grupo de ingeniería óptica del consorcio para su integración con los diseños del resto de los subsistemas en el modelo *end-to-end* del instrumento.

Por otro lado, se sigue trabajando en el diseño detallado y en el prototipado de los mecanismos criogénicos de cara a la revisión CDR completa de toda la pre-óptica. Se ha mejorado el prototipo de la rueda de máscaras para validar el concepto de sistema retén propuesto. Además, se han realizado pruebas de larga duración en frío del mecanismo del Shutter para ver si hay un deterioro en sus componentes, siendo satisfactorios los resultados.

En relación al Paquete de Trabajo de la Electrónica de Control del Instrumento (ICE), el objetivo de este año se ha centrado en el avance del diseño detallado del sistema electrónico del instrumento hasta llevarlo a un nivel compatible con una revisión crítica del mismo (CDR). Para ello se han desarrollado las tareas de recopilación de información de los distintos subsistemas. Por otro lado, se han llevado a cabo pruebas en criogenia de ciertos componentes clave como son sensores de posición, actuadores, conectores y cables.

El plan global del Consorcio ha sufrido retrasos por problemas relacionados con la calidad global de imagen del instrumento que han obligado a modificar los diseños ópticos. La responsabilidad del IAC se mantiene en la Pre-óptica y el Sistema de Control. El IAC continúa realizando estudios para mitigar riesgos tecnológicos. Como viene siendo habitual en el Proyecto, a lo largo

del año 2019 se ha asistido a numerosas reuniones y video/tele-conferencias dedicadas principalmente a planificar, coordinar y desarrollar las tareas de ingeniería, de gestión y científicas que desarrolla el equipo del IAC dentro del Consorcio.

A través del Plan Estatal de Infraestructuras, se ha conseguido financiación en noviembre para acondicionar la sala de AIV del IAC para acoger el criostato de gran formato que permitirá la integración del banco óptico de la Pre-óptica. Los trámites administrativos para la licitación del criostato de prueba se han retrasado y quedaron listos en diciembre de 2019.

Las actividades de ingeniería asociadas con los Paquetes de Trabajo “Pre-óptica” y “Sistema de Control” han consistido en:

Ingeniería Óptica y Mecánica

Durante el año 2019 se han desarrollado las siguientes tareas específicas por parte de los departamentos de Óptica y Mecánica:

- Diseño opto-mecánico en dos fases para superar el Optical Critical Design Review (OCDR)
- Plan de Manufactura, Adquisición, Integración y Verificación de la Pre-Óptica (MAIT Plan).

- Análisis de sensibilidad y tolerancias.
- Presupuestos de error de calidad de imagen y alineado.
- Diseño detallado de monturas optomecánicas y pruebas con el prototipo
- Pruebas del prototipo de FPMW y del shutter.
- Diseño detallado de los módulos anamórficos (espejos toroidales). Plan de verificación.
- Análisis de luz difusa y diseño de baffle.
- Compensación de la rotación del campo en todas las escalas.

En la Figura 1 se muestra el diseño óptico general de la Pre-óptica que implementa las cuatro escalas de espaciales, el generador de imágenes de la pupila, los filtros, las paradas en frío y Fast-Shutter. También se muestra el deflector (baffle) entre la ventana del criostato y la rueda de la máscara del plano focal para evitar la entrada de luz dispersa desde el exterior del criostato.

Para empaquetar los diferentes elementos dentro de la envolvente requerida, se ha diseñado un solo banco óptico y los módulos opto-mecánicos, opto-mecatrónicos y electromecánicos se montarán en ambos lados del banco óptico. Los modelos CAD del diseño óptico se muestran en las Figuras 2 y 3.

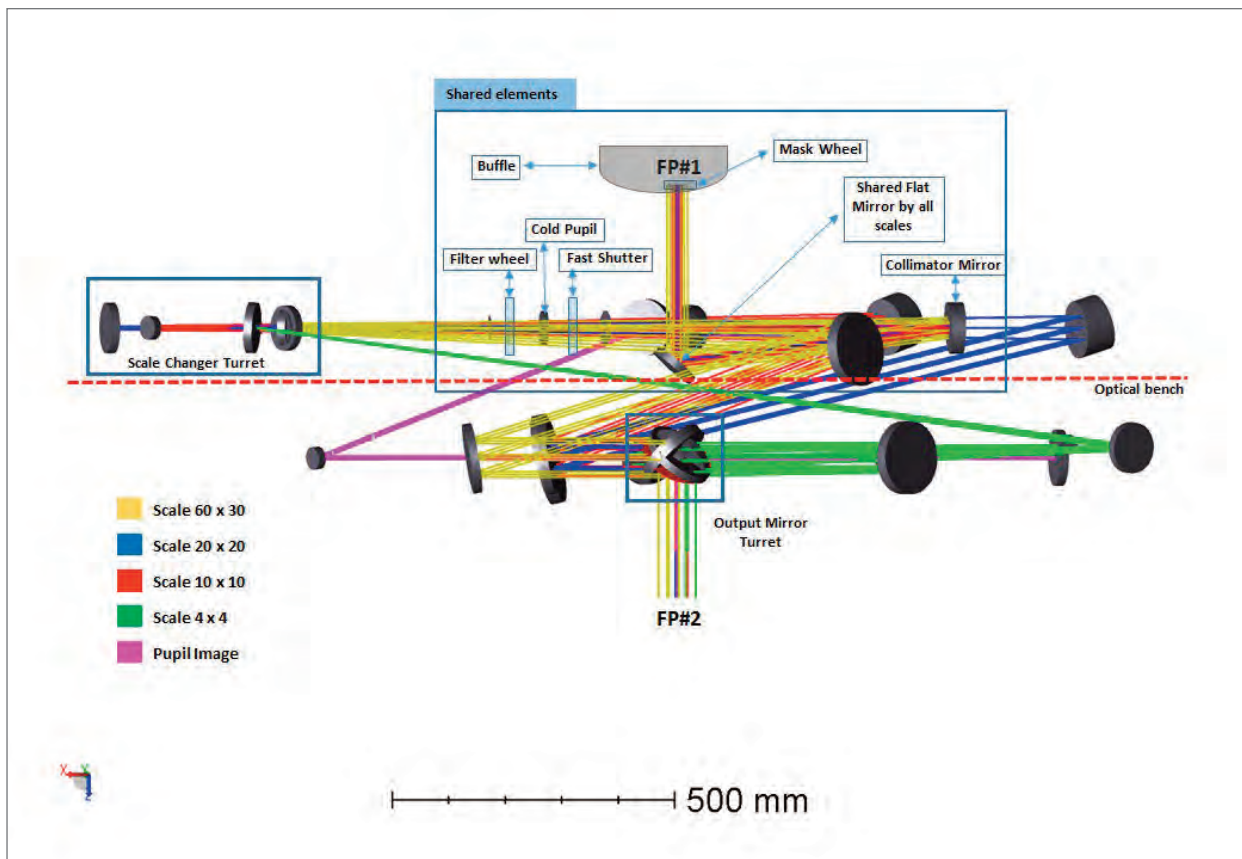


Figura 1. Esquema general del diseño óptico de la Pre-Óptica.

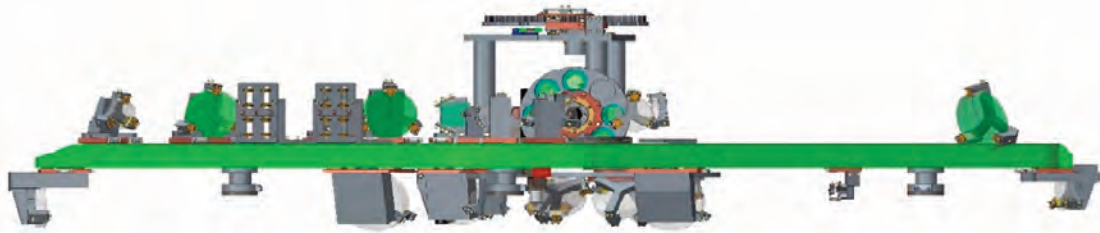


Figura 2. Vista lateral del banco.



Figura 3. Izquierda: Vista superior del banco. Derecha: vista inferior del banco.

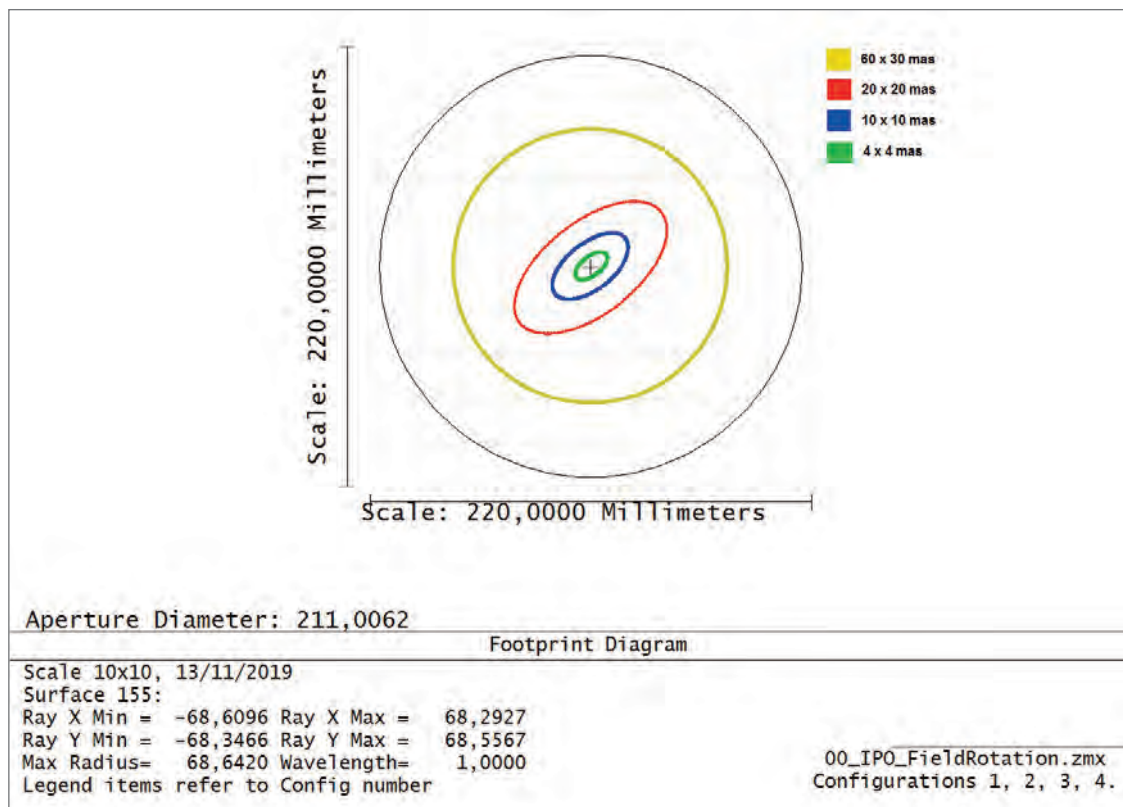


Figura 4. Orientación de la pupila en las diferentes escalas.

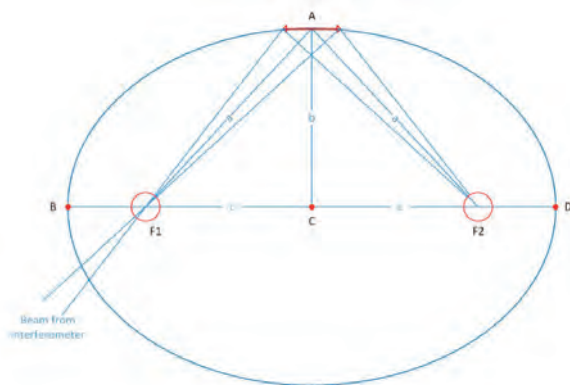


Figura 5. Elipsoide considerado en el proceso de fabricación.

Se ha desarrollado detalladamente el cálculo de la compensación de la rotación del campo en todas las escalas.

La fabricación de los espejos toroidales para las escalas anamórficas han requerido un estudio de viabilidad. La solución práctica consiste en aproximar los espejos toroidales mediante una apertura centrada en el “ecuador” de un elipsoide prolato (esencialmente un elipsoide – Figura 5). El elipsoide se genera por la rotación de la elipse alrededor de su eje mayor BD y el espejo tiene una abertura en el punto A. Esta clase de elipsoides se pueden fabricar utilizando una prueba de interferometría como se indica en la Figura 5. Espejos de esta clase son, dentro de la tolerancia de fabricación, equivalentes a los toroides necesarios para las tres escalas anamórficas. La solución ha sido validada durante el CDR óptico.

En cuanto a la evolución de los prototipos, se ha completado una primera serie de pruebas de larga duración en criogenia del prototipo de Fast Shutter (más de 200.000 operaciones sin fallo) para la Pre-Óptica del instrumento y se realizaron pruebas adicionales en criogenia de algunos componentes electromecánicos. Por otro lado, se han seguido realizando pruebas de repetibilidad de la rueda de máscaras.

Ingeniería Electrónica y Control

Durante el año 2019 el equipo de electrónica del Proyecto HARMONI se ha centrado principalmente en evolucionar el diseño electrónico hasta el nivel necesario para afrontar la próxima revisión de diseño CDR, prevista actualmente para finales de 2020.

Para poder afrontar este trabajo es muy importante poder cerrar los requerimientos de control de cada subsistema del instrumento. Para ello el grupo de electrónica en el IAC puso a disposición del Proyecto unas



Figura 6. Fast Shutter instalado en el interior del criostato y primeras pruebas en frío.

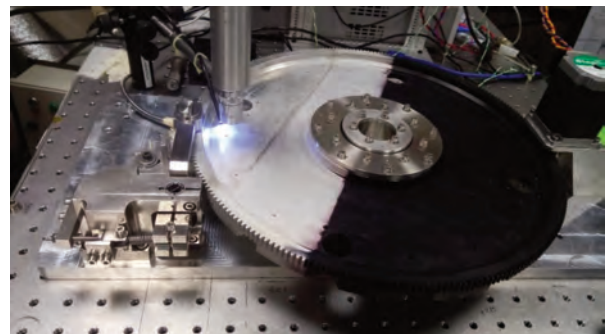


Figura 7. Pruebas de repetitividad de posicionamiento del prototipo de la rueda de máscaras de plano

hojas formulario para recoger los requerimientos de control del instrumento. Durante 2019 se ha ido completando la documentación.

Una vez definidos los requerimientos de electrónica del instrumento, la siguiente fase de diseño que se ha abordado ha sido el desarrollo de un esquema de bloques completo de la electrónica de HARMONI. A estos diagramas los hemos denominado ‘Mapas de Componentes e Interfaces’ y relacionan cada uno de los componentes electromecánicos del instrumento con sus cables, conectores y elementos de control asociado. Los mapas se han dividido en subsistemas y niveles que cubren las distintas zonas del instrumento y permiten navegar de manera intuitiva entre las distintas partes de la electrónica. Para su realización se ha definido un for-

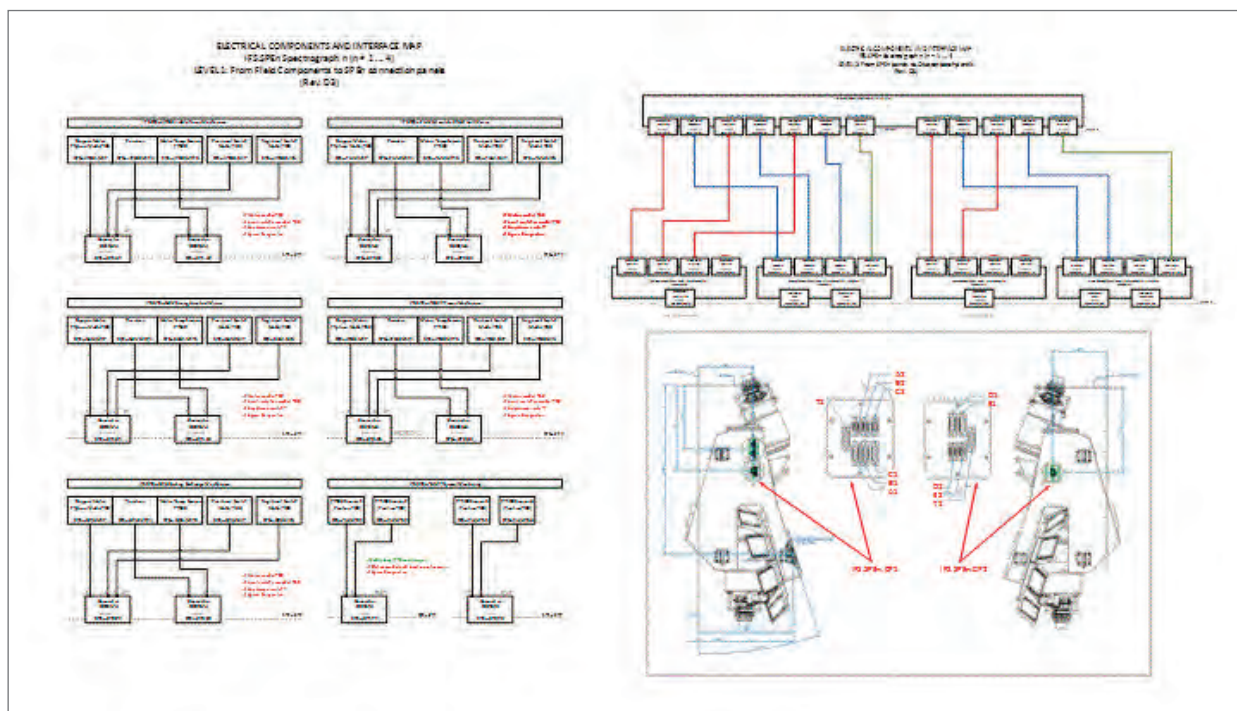


Figura 8. Ejemplo de Mapa de Componentes e Interfaces.

mato sencillo y homogéneo que facilita la legibilidad. Estos mapas son el eslabón intermedio entre el diseño preliminar y el detallado y serán fundamentales para abordar con éxito el diseño detallado de la electrónica del instrumento. Hemos fijado el objetivo de finalizar una primera versión del mapa completo del instrumento para la revisión CDR. El grado de avance de los mapas de cada subsistema es variable dado que depende de la información disponible. Se ha participado en las revisiones de diversos subsistemas como líderes en la electrónica del instrumento. El Seminario del Control del Instrumento organizado por ESO ha sido muy clarificador y los mapas de componentes e interfaces se van completando.

Como resultado de estas dos acciones se ha preparado un documento con los requerimientos de la electrónica de control de HARMONI que se ha distribuido a los responsables de los diferentes subsistemas que conforman el instrumento.

Además de las tareas relativas al diseño de la electrónica del instrumento, el desarrollo tecnológico ha tenido una gran importancia durante 2019.

Se ha completado y acordado con el consorcio el plan de pruebas para los armarios incluyendo estabilidad y aislamiento térmico, y vibraciones que se ejecutará en 2020.

Se ha llevado a cabo un ensayo del plan de pruebas de compatibilidad electrónica de los armarios.

También se ha mejorado la instalación eléctrica y el desarrollo del software de control para el prototipo de rueda de máscaras de Pre-óptica que está desarrollando el grupo de mecánica del Proyecto.

Verificación de prestaciones científicas

Durante el año 2019 los científicos instrumentales en el equipo de HARMONI en el IAC han realizado distintas actividades de interés científico en el contexto de HARMONI, colaborando con distintos equipos de investigación en el tratamiento y análisis de datos obtenidos con instrumentación 3D. En concreto se colabora con investigadores de los cartografiados CALIFA, MANGA y SAMI y con investigadores del Consorcio MUSE. También se han realizado simulaciones de observaciones con HARMONI para verificar las capacidades del instrumento en casos científicos concretos (ej. masa de agujeros negros y su relación con la galaxia que los alberga, y poblaciones estelares resueltas).

NIRPS (NEAR INFRARED PLANET SEARCHER)

J. González.

M. Amate, D. Fernández, F. Gracia, J.L. Rasilla, F. Tenegi y J. Peñate.

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.

Dependiendo del modo de observación, tendrá una resolución espectral de 100.000 ó 75.000.

El IAC participa diseñando y suministrando el haz de fibras (Fiber Link) totalmente operativo (fibras, lentes y opto-mecánica integrados y verificados).

HITOS

Recepción, verificación y aceptación de elementos mecánicos.

Integración de la óptica y la mecánica, pruebas y verificación de todo el sistema con el “stretcher”.

Fabricación de caja de embalaje especial (box in box).

Envío del Fibre Link a Ginebra.

Aceptación del Fibre Link en Ginebra.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se integraron las fibras, las lentes y la mecánica, se enlazó con el “stretcher” y el “scrambler”, y se hicieron las pruebas y verificaciones.

Se contrató la fabricación de las cajas de embalaje para el envío del haz de fibras y la opto-mecánica.

Se realizó el envío a Ginebra, y se viajó a Ginebra para asistir a las pruebas de aceptación.

Se trabajó en la documentación entregable y en el diseño de una nueva caja para contener el sistema en Montreal (tienen limitaciones de espacio y necesitan colocar las fibras en posición vertical).



Caja exterior del Fibre Link

INSTRUMENTACIÓN MICROONDAS

EXPERIMENTO QUIJOTE CMB (P/401199/03)

Véase el proyecto en el apartado de Cosmología y Astropartículas del capítulo del Área de Investigación (pág. 70).

GROUND BIRD - LSPE-STRIP

R.T. Génova y J.A. Rubiño.

V. G. Escalera, Taller de Mecánica y Administración del IAC.

GROUND BIRD

- De Japón: Riken Institute for Advanced Photonics, KEK Organization, universidades de Kyoto, Saitama, Tokyo, NAOJ y Tohoku.

- De Corea: Univ. de Korea.

LSPE-STRIP

- De Italia: ASI, IASF, IFAC, INAF, INFN, INGV, universidades de Milán, Milano Bicocca, Tor Vergata, Sapienza y SISSA.

- Del Reino Unido: universidades de Manchester y Oxford.

- De EEUU: JPL, Caltech.

INTRODUCCIÓN

GroundBIRD y LSPE-STRIP son dos experimentos con capacidad de recibir señales de microondas, desarrollados en otros países y con instalación en el Observatorio del Teide (OT). Aunque el IAC no está involucrado en ningún paquete de desarrollo tecnológico de estos experimentos, sí que tiene una gran participación en las labores de integración e instalación en el Observatorio y en la posterior explotación científica. Esta Memoria se centra principalmente en GroundBIRD, ya que LSPE-STRIP está en una fase más temprana de desarrollo.

GroundBIRD

Es un nuevo experimento dedicado a observar y caracterizar la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) desde el OT 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. Está previsto que GroundBIRD realice observaciones durante al menos 3 años de manera continuada. A parte 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 OT para la instalación del telescopio, y apoyar a los grupos japoneses para que la instalación culmine con éxito.

LSPE-STRIP

Es un experimento dedicado a observar la polarización del FCM en frecuencias intermedias (43 y 90 GHz) desde el Observatorio del Teide. 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 2020. La responsabilidad del IAC está centrada en gestionar la contratación de la plataforma de observación y la cúpula de protección del experimento, así como adecuar las infraestructuras generales del observatorio para la instalación del telescopio.

HITOS

Instalación de la infraestructura de energía eléctrica y comunicaciones común a ambos experimentos, finalizando en abril-mayo.

Formación en prevención de riesgos laborales y obtención de las certificaciones necesarias para que el equipo humano de GroundBIRD (japonés o coreano) pudiera trabajar en España.

Recepción del telescopio GroundBIRD y de todos los equipos necesarios. Integración y pruebas de los elementos del telescopio en la sala de AIV del IAC.

Transporte del experimento GroundBIRD al observatorio del Teide en agosto-septiembre.

Validación en el observatorio de la versión actual del telescopio GroundBIRD (con parte de los detectores).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

GroundBIRD

El emplazamiento elegido para GroundBIRD es el de las antiguas instalaciones del VSA, frente al telescopio QUIJOTE. La infraestructura eléctrica de estas instalaciones era muy precaria y requería actualización. Además, se debía tener en cuenta que consecutivamente se había previsto instalar otros telescopios en los otros dos recintos de dichas instalaciones (TMS y LSPE-STRIP). Por tanto, la primera acción por parte del IAC consistió en preparar un proyecto para proveer de energía eléctrica a las tres futuras instalaciones, cada una con unos 40 kW, lo que supone un total de unos 120 kW. Se tendió un cable desde la estación transformadora nº 2 del Observatorio del Teide (OT). Se construyó un cuadro exterior de distribución y protecciones con salidas y conducciones hacia las tres infraestructuras.

Las antiguas infraestructuras tampoco disponían de accesos a red local, por lo que también se construyeron canalizaciones desde el edificio R1, donde llega la infraestructura del OT, hasta los tres nuevos emplazamientos. Finalmente se instalaron los cables de fibra óptica con lo que la infraestructura de comunicaciones quedó preparada para los tres emplazamientos.

Una dificultad importante de este Proyecto tuvo su origen en la capacitación y certificación del personal extranjero, no comunitario, para que pudiese trabajar en las instalaciones del IAC. Desde problemas en los visados hasta los aspectos de prevención de riesgos laborales. Se subcontrató la preparación de un informe de evaluación de riesgos, tanto para los trabajos en el IAC (Sala AIV), como para los posteriores trabajos en el OT. De ahí se obtuvo la formación y pruebas médicas necesarias, que también se contrataron a la empresa de prevención para todos los miembros del grupo de trabajo. Hubo que realizar varios cursos de formación y revisiones médicas ya que los miembros del equipo trabajaban por turnos, no permaneciendo simultáneamente en Tenerife.



Criostato de GROUND BIRD

El hecho de que la tensión eléctrica en Japón sea diferente a la europea obliga a utilizar unos transformadores. Esto que a priori puede parecer algo sencillo de resolver, no lo fue tanto por varias razones: las potencias necesarias (próximas a los 40 Kw), exigencias burocráticas de la administración japonesa a la hora de firmar contratos, requisitos a los transformadores necesarios (trifásicos, monofásicos, de aislamiento...). Además, se necesitaban estos transformadores para las pruebas de integración en la Sala AIV y posteriormente para la instalación definitiva en el OT. Los transformadores fueron instalados en la Sala AIV a finales de junio.

Otro aspecto importante que ha consumido muchas horas de trabajo por parte de diferentes personas en el IAC se refiere a los trámites para la recepción de los envíos de las diferentes partes del telescopio, accesorios, equipos u otro tipo de compras realizadas. Cada una de ellos requiere el trámite de exención de impuestos, recepción y descarga en almacén, apertura de cajas, movimiento hasta su emplazamiento, etc. Y aún más cuando surgen, como ha sido el de muchos casos, problemas con la mercancía, la documentación, etc. Probablemente se han recepcionado más de 30 envíos, muchos desde Japón, pero otros de compras realizadas a empresas locales, españolas o europeas, entre los meses de febrero y diciembre.

Una vez integrado el telescopio en la sede del IAC y resueltos algunos problemas surgidos durante el transporte desde Japón, éste fue transportado al OT a principios de septiembre. Durante el transporte se produjeron otras roturas en los enlaces térmicos debido a que el sistema no disponía de sistemas de bloqueo para el transporte. Se repararon y se puso en funciona-

miento. Posteriormente hubo que volver a abrir el criostato para resolver malfuncionamientos de algunos detectores.

Finalmente, a principios de diciembre, se volvió a instalar el telescopio con los detectores previstos y éste quedó operativo en su configuración actual.

LSPE-STRIP

El telescopio STRIP se instalará en el recinto norte del antiguo experimento VSA. Durante 2019 se ha trabajado con el grupo de Milán para finalizar las especificaciones sobre la obra de modificación de la cimentación del recinto, así como las especificaciones generales de la cúpula de protección del experimento. Se ha trabajado también en la elaboración de una adenda al convenio de colaboración con la Universidad de Milán, de forma que se incorpore al convenio también el INFN italiano. Dicha institución transferirá los fondos al IAC para la construcción de la cúpula de protección de LSPE-STRIP.

ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

OPERACIONES DE COMUNICACIÓN ÓPTICA CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE)

A. ALONSO.

P.A. AYALA, E. CADAVID, J.E. GARCÍA Y J.J. GONZÁLEZ.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las comunicaciones con satélites se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ($n \gg 10^9$ Hz). El ancho de banda de las transmisiones usuales impone claras restricciones en el flujo de información manejable mediante estos sistemas. Es probable que la creciente limitación de espacio en las órbitas 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 ($n \gg 10^{15}$ Hz) en las comunicaciones entre satélites, y entre satélites y estaciones terrestres. El gran avance registrado en el desarrollo de

láseres de alta potencia ha convertido este tipo de comunicaciones en una realidad.

Además de la indudable ventaja del aumento del ancho de banda que permite incrementar el flujo de información, y eliminar las regulaciones restrictivas en el empleo de frecuencias, las comunicaciones ópticas tienen otras ventajas no desdeñables, como son las mayores garantías de confidencialidad en las transmisiones, y la disminución del peso, el volumen y el consumo de energía de los equipos de comunicaciones tanto espaciales como terrestres.

Aunque la tecnología relacionada con las comunicaciones ópticas en el espacio-atmósfera ha experimentado un desarrollo espectacular, la caracterización de los enlaces satélite-tierra está todavía en sus comienzos. En este campo, la OGS ha permitido llevar a cabo experimentos de gran importancia, ya que en las campañas iniciales ha demostrado una fiabilidad y una eficiencia superior a la de cualquier sistema desarrollado hasta el momento con el mismo propósito. Los resultados se están analizando y resultarán fundamentales para la validación de teorías y modelos de propagación de haces gaussianos en la atmósfera.

En 2008, se ha concluido el diseño de un sistema de Óptica Adaptativa para permitir enlaces coherentes con el satélite TERRASAR-X, y se han llevado a cabo enlaces ópticos con este satélite y con N-Fire para verificar el funcionamiento de sus terminales ópticos.

En 2011, se ha supervisado la instalación de una nueva ventana en la cúpula para permitir enlaces más largos con satélites de órbita baja. En lo que concierne a la Astronomía, el telescopio OGS sigue siendo un

banco de pruebas de instrumentos desarrollados tanto por la ESA como por el IAC.

En 2014, se concluyeron las modificaciones necesarias para disponer de un terminal IR de comunicaciones ópticas de larga distancia y se llevó a cabo una nueva campaña en las que se realizaron numerosos enlaces con el satélite LADEE (NASA) durante su misión en órbita lunar. También se realizaron enlaces con el terminal óptico OPALS (JPL) a bordo de la Estación Espacial Internacional (ISS).

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 geoestacionarios 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.

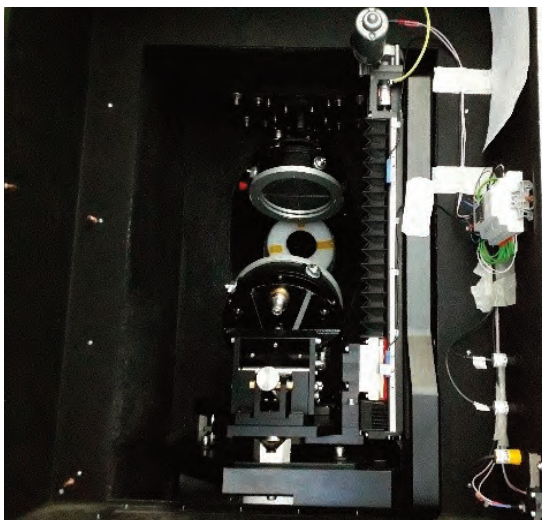
HITOS

Enero-diciembre:

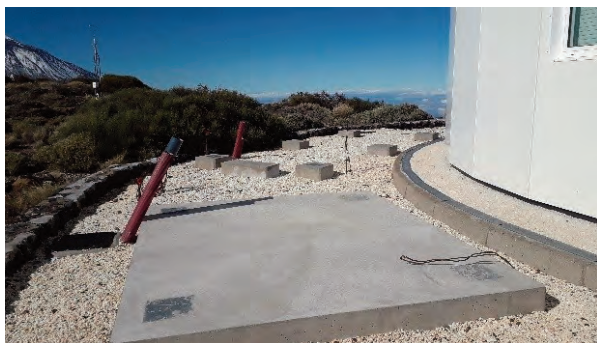
Mantenimiento, calibración y supervisión de los sistemas de la estación.

Enero:

Soporte al experimento de estrella guía laser con cámara Plenoptica.



Nueva óptica en la rama coudé que mejora la transmisión en el infrarrojo cercano y permite generar foco en la cúpula y la rotación automática del eje óptico en los bancos Norte y Sur de la sala coudé. Izquierda: Sistema de espejos dobladores en la cúpula. Derecha: Espejo a 45° en la sala coudé con ajuste mecánico de la dirección del eje óptico.



Plataformas para la instalación definitiva de la terminal T-AOGS. En primer plano la base de apoyo del telescopio de seguimiento. Al fondo los pilares de apoyo del contenedor de control.

Marzo-junio:

Soporte del experimento FEEDELIO. Análisis de la turbulencia en los enlaces ópticos entre terminales situados en OGS y Teleférico. El experimento financiado por la ESA ha sido llevado a cabo por ONERA.

Noviembre:

Acuerdo para la extensión del contrato de mantenimiento y operaciones de la OGS hasta 2021.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha sustituido el sistema de alarma de incendio. Se ha ejecutado el proyecto de obra civil para el traslado de los contenedores de la estación óptica T-AOGS (TESAT). La instalación definitiva de los contenedores con la terminal óptica y el sistema de control en las bases se realizará en 2020, una vez que retornen de su actualización en DLR.

Se ha dado soporte a ONERA en el desarrollo del experimento FEEDELIO para análisis de la turbulencia en las comunicaciones ópticas. Las medidas se han realizado colocando sendos terminales en la estación del Teleférico del Teide y en la OGS.

Se ha concluido con éxito la instalación de la óptica de la rama coudé enviada a Synopta GmbH para mejorar las características de su recubrimiento en el IR cercano. El nuevo sistema permite generar un foco en la cúpula y el posicionamiento automático del eje óptico en los bancos de la sala coudé.

Se han comenzado por parte de ESA los experimentos con terminales del sistema EDRS.

CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS

E.J. CADAVID, J.J. GONZÁLEZ, J.E. GARCÍA VELÁZQUEZ, P.A. AYALA Y H. LAMOSA GARRIDO.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En el año 2019 se realizaron las tareas rutinarias de mantenimiento previstas en el contrato con la ESA además de alguna que otra pequeña actuación realizada a solicitud de la ESA por medio del interlocutor del IAC. El total de horas dedicadas fue de 233,5 horas, empleadas casi su totalidad en cambios de configuración.

PLATO

H.J. Deeg.

J.J. Díaz García y H. García Vázquez.

El ingeniero H. García Vázquez ha participado durante 2019 exclusivamente en las tareas relacionadas con el Proyecto PLATO, utilizándose para sufragar los gastos de su contrato fondos de este Proyecto. J.J. Díaz, tras el cese prácticamente total de la actividad de NISP, se encarga de tareas técnicas y de gestión del Proyecto PLATO.

El contrato industrial con la empresa CRISA-AIRBUS, asociada a hitos del Proyecto PLATO, ha finalizado satisfactoriamente en el mes de junio. Se ha hecho uso de los fondos reservados para cubrir el coste del contrato, pertenecientes al PN2015, para los que se había aprobado una prórroga que permitía su uso hasta mediados de 2019.

El Proyecto cuenta con nuevos fondos, aportados por el PN2017 por un total de 447.000 € (costes directos), inicialmente disponibles hasta finales de 2019, habiendo sido autorizada una prórroga para su utilización hasta finales de 2020.

Con el fin de dar continuidad al soporte industrial requerido para llevar a cabo las tareas del Proyecto, estaba previsto iniciar otro contrato industrial a mediados de 2019. Los retrasos, en la disponibilidad de fondos primero, y debido a motivos administrativos en segundo lugar, hacen que el Proyecto lleve más de 6 meses sin soporte industrial. Aunque la empresa CRISA/AIRBUS ha dado soporte "marginal" en algunas tareas a pesar de no haber contrato vigente con ella,

actividades relevantes para el desarrollo del Proyecto permanecen congeladas y están dando lugar a un retraso considerable en el desarrollo del mismo.

Recursos humanos externos al IAC

El IAC ha contado exclusivamente con recursos externos contratados con CRISA/AIRBUS para la realización de tareas industriales de PLATO hasta junio de 2019.

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).

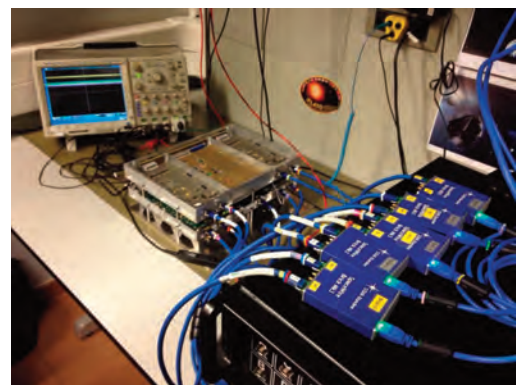
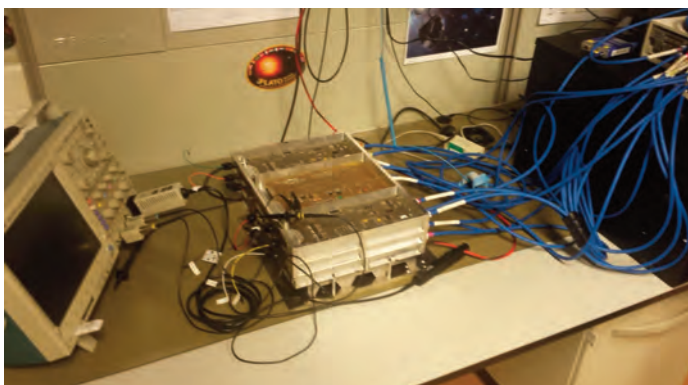
HITOS

Durante 2019 se ha concluido el desarrollo del contrato industrial, dando como resultado la entrega de los modelos Bread Board y EM de la MEU-PSU. Se ha participado en la integración del modelo EM con el resto de la MEU disponible, habiéndose concluido que la MEU-PSU funciona adecuadamente.

Se ha producido también un modelo para dar soporte al desarrollo del software de la MEU que será llevado a cabo por LESIA, socio del Consorcio PLATO, en Francia. La entrega de dicho modelo está prevista para principios de 2020.

Durante 2019 ha tenido lugar la revisión uPDR (Unit Preliminary Design Review), para la que se realizó la tarea de documentación correspondiente, y en la que

Fecha	Hito	Entregable a:	Estado:
05/06/2018	Pruebas unitarias de los modelos EM de la MEU-PSU		Realizado
07-08/05/2019	Revisión uPDR. Reunión de inicio		Realizado
27/06/2019	Conclusión del contrato industrial. Finalización de los modelos EM de la MEU-PSU	IAA	Realizado
01/07/2019	Inicio de contrato industrial		Retrasado. Pendiente de concluir.
10-12/12/2019	Integración modelo MEU EM (DPS), y modelo para desarrollo del Software de MEU EM (LESIA)		Realizado



Pruebas de integración del modelo MEU-PSU EM a nivel de MEU.

se participó activamente tanto en su reunión de inicio (Kick-off), así como dando respuestas a las preguntas y dudas planteadas por los revisores. La revisión, conducida por la ESA, con la participación de DLR y OHB, ha sido declarada satisfactoria y se ha considerado el hito como superado.

Se ha participado vivamente en las actividades del Consorcio PLATO elaborando información, manteniendo contactos frecuentes por teleconferencias y asistiendo a las reuniones técnicas programadas.

Se ha trabajado en la preparación de documentación técnica y administrativa para asegurar el soporte industrial del proyecto con un contrato.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En las tareas bajo responsabilidad del IAC cabe destacar que se ha finalizado con el desarrollo del modelo EM de la MEU-PSU, y que se ha participado en la campaña de integración a nivel MEU. Tanto las pruebas individuales de las tarjetas, como el resultado de la unidad integrada con el resto de la MEU han resultado exitosa.

Durante 2019 se ha producido la documentación requerida para superar el hito uPDR, o revisión preliminar de diseño a nivel unidad, se ha entregado al Consorcio y se ha cubierto el ciclo de revisión guiado por la ESA, y tutelado por la ESA, DLR y OHB. El hito ha sido declarado como superado, lo que da lugar al inicio de la fase CDR y la producción del modelo EQM.

Se ha dedicado un esfuerzo considerable a la preparación de la documentación técnica y administrativa para dar continuidad al soporte industrial. Aunque estaba previsto iniciar dicho contrato a mediados de 2019, motivos financieros primero, y administrativos después, han impedido que haya tenido lugar a lo largo de 2019. Aún a principios de 2020 el Proyecto sigue sin soporte industrial, lo que impide su normal desarrollo. En estos momentos se ha incurrido ya en un retraso insalvable, superior a 6 meses, que obliga a declararlo al Consorcio PLATO y a la ESA.

Es de destacar que se ha planteado un contrato hasta finalización del Proyecto. Este contrato consta de 3 fases, de las que sólo la primera fase dispone de financiación en la actualidad, estado la segunda y tercera pendientes de financiación. Se espera con esta fórmula evitar la existencia de nuevos tiempos muertos, sin contrato industrial vigente, debido a la ejecución consecutiva de procesos de licitación.

SUNRISE-3 (Subproyecto del Proyecto coordinado Física Solar Espacial)

B. Ruiz Cobo.

E. Páez Mañá.

E. Magdaleno, M.J. Rodríguez Valido (ULL).

INTRODUCCIÓN

Se ha propuesto un tercer vuelo del globo SUNRISE después del éxito de los dos primeros vuelos. Las contribuciones a esta tercera misión ya han sido aprobadas por el MPG (Alemania), NASA (EEUU), NAOJ y JAXA (Japón) y por el Plan nacional del espacio español (Proyecto ESP2016-77548-C5).

Esperamos que SUNRISE III vuele durante el verano norte del 2021. 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 (ver 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 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 nos 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.

HITOS Y RESULTADOS MÁS RELEVANTES

Primera versión operativa del código de inversión, deSIRe, capaz de invertir datos espectropolarimétricos fuera del Equilibrio Termodinámico Local. El procedimiento es mucho más rápido que los competidores, lo que permitirá su aplicación a los datos que esperamos obtener con SUNRISE III. El programa ha sido seleccionado por el nuevo telescopio solar DKIST (National Solar Obs., EEUU) como procedimiento de defecto para tratar los datos espectropolarimétricos a nivel 2 que suministrará el espectropolarímetro visible (ViSP) de dicho telescopio.

Adaptación del firmware del sensor desde Sparta-6 a Artix-7, introduciendo el módulo de swapping para la reordenación en streaming de los 8 canales del sensor Gsense G400.

Modificación del algoritmo de entrenamiento o calibración de los canales debido a la combinación de velocidad de entrada de datos y número de taps del módulo de entrada de las FPGAs de la familia 7.

Realización de las funciones software de MicroBlaze para la lectora de banco de registros del lector y de lectura del resultado de las calibraciones.

Integración en el sistema los módulos de control y monitorización del heater y el XADC para medidas de voltajes y temperaturas.

Comunicación con el host a través del CoaxPress.

Realización de pruebas del firmware en los prototipos 1 y 2 empleando el patrón USAF. Refinamiento del módulo Rx de recepción y ordenamiento de canales.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El IAC está participando en el EGSE (Electrical Ground Support Equipment) del instrumento IMAx+ y

del instrumento japonés que irán en el tercer vuelo del globo SUNRISE. El éxito de los dos vuelos anteriores ha motivado este tercer SUNRISE, al que se han sumado otros socios. El instrumento IMAx+ es completamente nuevo, España tiene la responsabilidad de la electrónica y el SW.

Los WPs del IAC son la gestión local, contribución científica, GUIMaX+ (software del EGSE de IMAx+), y el firmware de las cámaras. El firmware lo desarrollan un subgrupo de la ULL que son colaboradores del IAC.

Para el desarrollo de software del EGSE, el Proyecto cuenta con una ingeniera de plantilla y las tareas progresan adecuadamente. También el Departamento de Gestión de Proyectos está dando soporte en las compras a cargo del subproyecto del IAC.

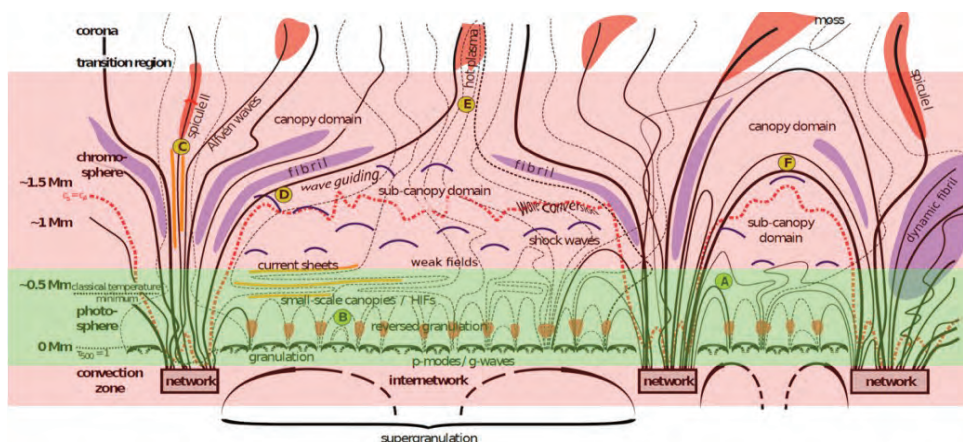
El IAC también desarrolla el SW de alto nivel para el EGSE del nuevo instrumento japonés, un espectrógrafo.

El PDR del instrumento se realizó en marzo 2019, y el CDR se ha postpuesto para octubre de 2019 a marzo del 2020.

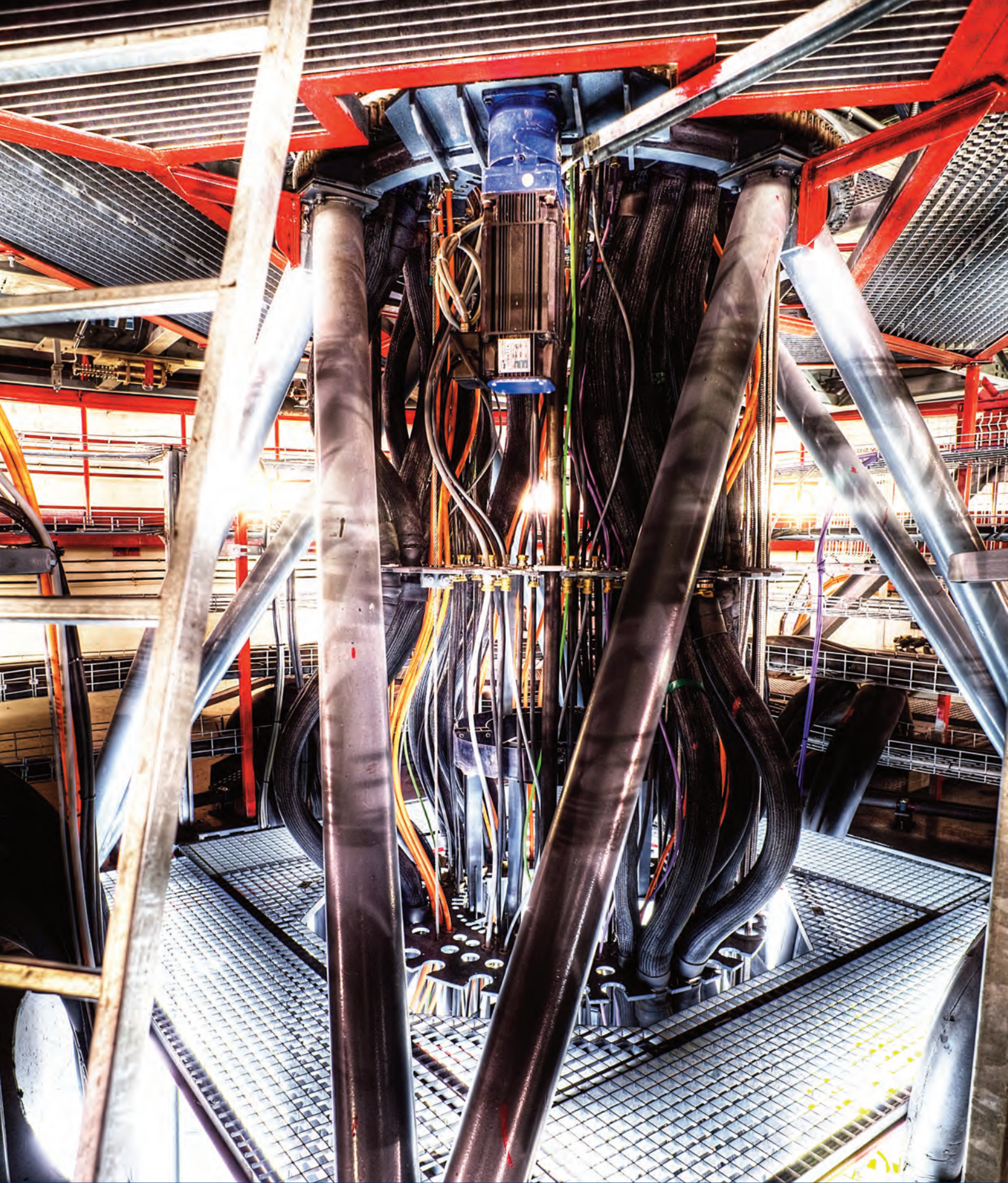
Se ha realizado un primer modelo operativo del código de inversión deSIRe combinando software preexistente (los paquetes SIR y RH). Los tests realizados demuestran la precisión versatilidad y gran velocidad de dicho programa. Hay un gran campo de optimización del procedimiento, lo que permitirá convertirlo en el paquete de referencia de análisis de datos espectropolarimétricos.

El Proyecto cuenta con la financiación para la fase actual, para cubrir los viajes y las compras de HW asociadas sobre todo al paquete de trabajo de la ULL.

En cuanto al personal, el Área solo dedica una ingeniera de SW (E. Páez Mañá) prácticamente al 100%, que cubre perfectamente las necesidades del Proyecto.



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.



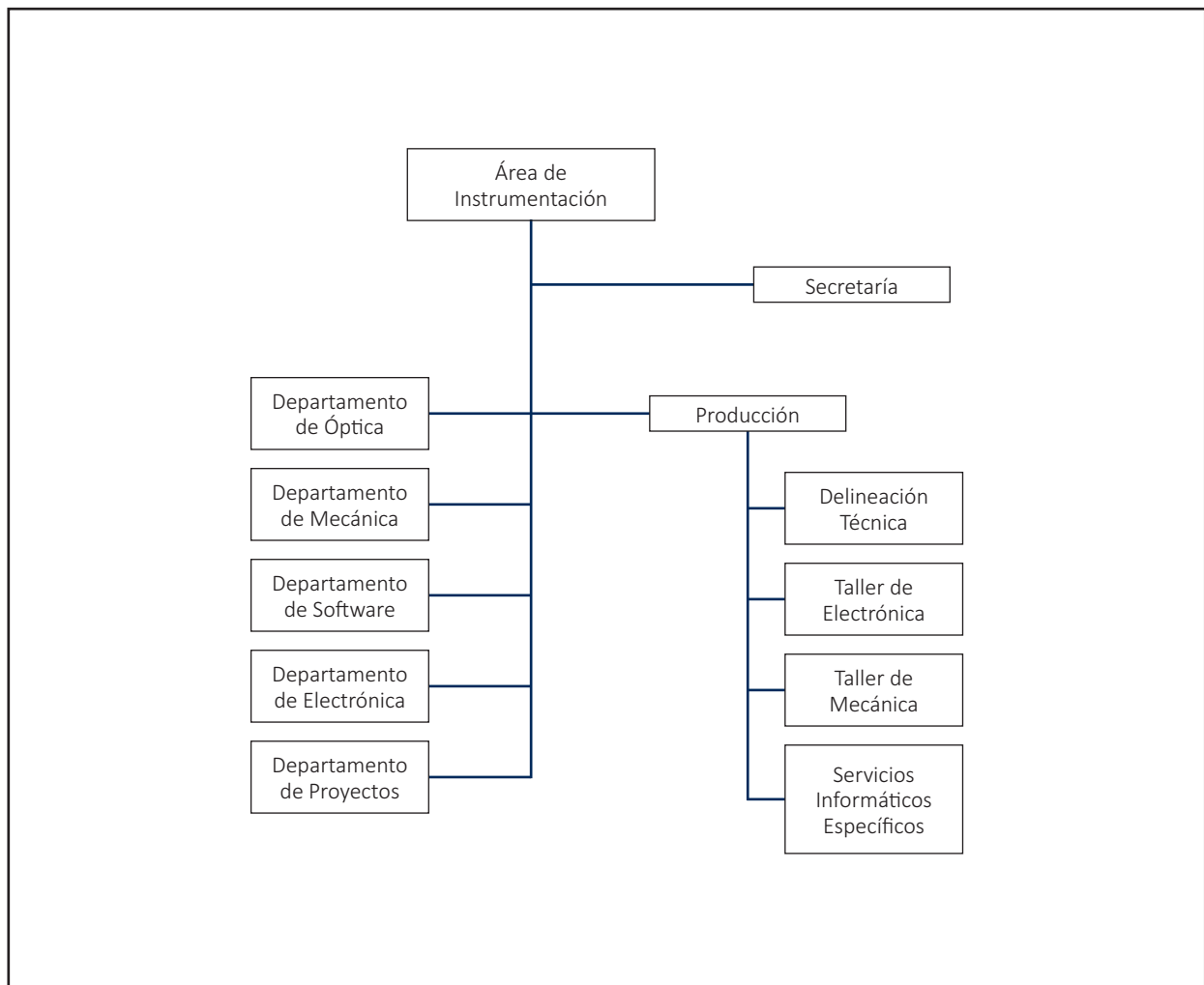
ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

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 57 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas). La sección de **Producción** la constituyen, con 1 titulado superior, 1 titulado medio y 14 técnicos; se estructura en: Taller de Mecánica, SIE y Delineación Técnica. Además está el Taller de Electrónica que depende del Departamento de Electrónica, compuesto por 1 titulado medio y 2 técnicos. **Secretaría**, compuesta por 1 persona.



INGENIERÍA

Este documento es la Memoria anual de 2019, 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 2019. Se han considerado cinco tipos de actividades: Dedicación a proyectos, Formación, Servicios, Desarrollos y Transferencia tecnológica, y Organización y Gestión interna.

Como muestra el gráfico (Gráfico I), el 82,1% del tiempo de la Ingeniería se ha empleado en el trabajo directo en los proyectos. Del 17,9% restante, se ha dedicado un 11,3% 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 2,9% del tiempo total de la Ingeniería. Este porcentaje incluye actividades formativas formales de carácter general, como cursos, congresos, ferias, pero no incluye la formación especí-

fica que se adquiere durante el desarrollo de un proyecto instrumental.

El 2,7% 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 (0,9%) incluye principalmente la participación del personal de Ingeniería en proyectos de IACTEC y en algunos pequeños proyectos de desarrollo tecnológico interno con potencialidad de comercialización o uso en futuros instrumentos o en otros campos.

Respecto a los datos del año pasado, los números son muy parecidos, la dedicación a los proyectos es la misma, la dedicación a organización y gestión ha aumentado en 1,3 puntos y el tiempo dedicado a consultas técnicas ha disminuido 1,2 puntos, mientras que el dedicado a formación ha disminuido 0,1 puntos.

En cuanto a la formación, el tiempo dedicado ha disminuido 1,8 puntos. Estos valores son relativamente bajos comparados con otros años, debido principalmente a las limitaciones presupuestarias y a la alta carga de trabajo en los proyectos.

En el siguiente gráfico (Gráfico II) se puede ver el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos, con un total acumulado de más de 70.000 horas de Ingeniería.

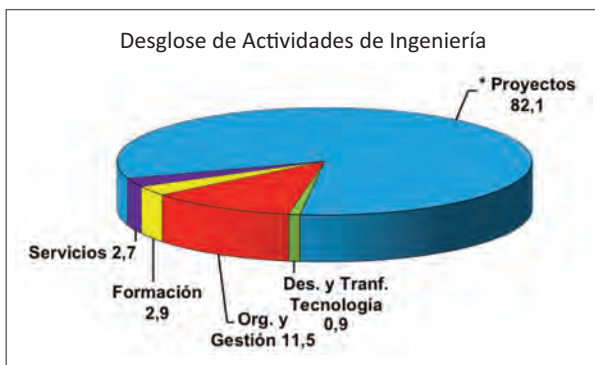


Gráfico I

* Ver Gráfico II

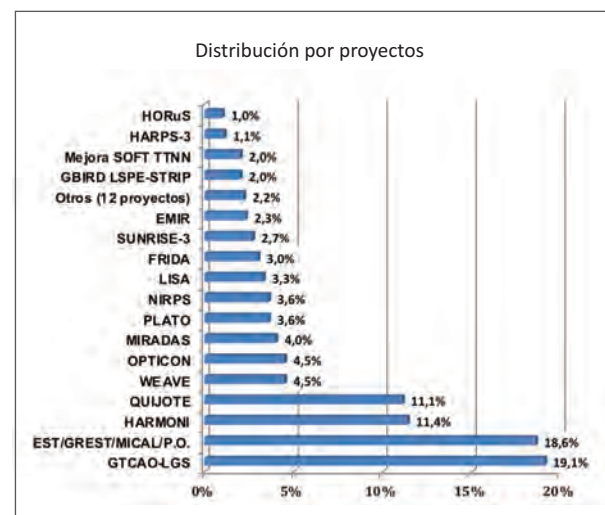


Gráfico II

Se muestran individualmente los proyectos que ocupan más del 1% del tiempo total de Ingeniería, englobando los restantes en un único sector “Otros”. Estos proyectos pequeños, 12 en total, alcanzan en conjunto un 2,2% de la ocupación.

Más de la mitad de la capacidad de la Ingeniería, el 60,2%, se ha dedicado a cuatro grandes proyectos: GTCAO-LGS, EST (englobando el trabajo realizado en los programas SOLARNET, GREY, MICAL y EST Project Office), QUIJOTE y HARMONI. Los dos primeros, GTCAO-LGS, con una dedicación del 19,% y EST con un 18,6%, destacan frente al resto. Luego vienen HARMONI y QUIJOTE con valores parecidos, un 11,4% y 11,1% respectivamente. A continuación, y muy separados de los anteriores, se encuentran los demás proyectos. Entre estos, por encima del 4% están WEAVE, OPTICON y MIRADAS, entre el 3% y 4% NIRPS, PLATO, LISA y FRIDA. Con una dedicación inferior al 3% hay 18 proyectos.

Comparando con los datos del año pasado de los proyectos grandes, hay que destacar el aumento de HARMONI y de EST. Manteniéndose en los mismos valores aproximadamente, GTCAO-LGS y QUIJOTE. Entre los proyectos con una ocupación intermedia, MIRADAS y WEAVE mantienen valores similares y OPTICON au-

menta ligeramente. Entre el resto de proyectos con menor dedicación, cabe mencionar NIRPS (+ 2,1 puntos) y la disminución de ESPRESSO(- 2,1 puntos) principalmente.

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 2011.

El gráfico (Gráfico III) muestra claramente la disminución progresiva de las horas dedicadas a EMIR y a ESPRESSO y el crecimiento de GTCAO-LGS. Con valores de dedicación más bajos, también se aprecia el crecimiento reciente de MIRADAS, FRIDA, OPTICON, IMAx (SUNRISE), NIRPS y PLATO, y la disminución de SOPHI, EDIFISE y FASTCAM-AOLI. Con valores más o menos constantes en los últimos años tenemos EST, HARMONI, QUIJOTE y WEAVE.

La siguiente tabla muestra, esquemáticamente, la dedicación de los ingenieros a los proyectos durante 2019. El tono más oscuro de la casilla indica un mayor número de horas dedicadas a ese proyecto. En la mayor parte de los casos la gestión de los proyectos recae en el personal del Departamento de Proyectos, pero en algunas ocasiones otro personal de Ingeniería realiza esta gestión.

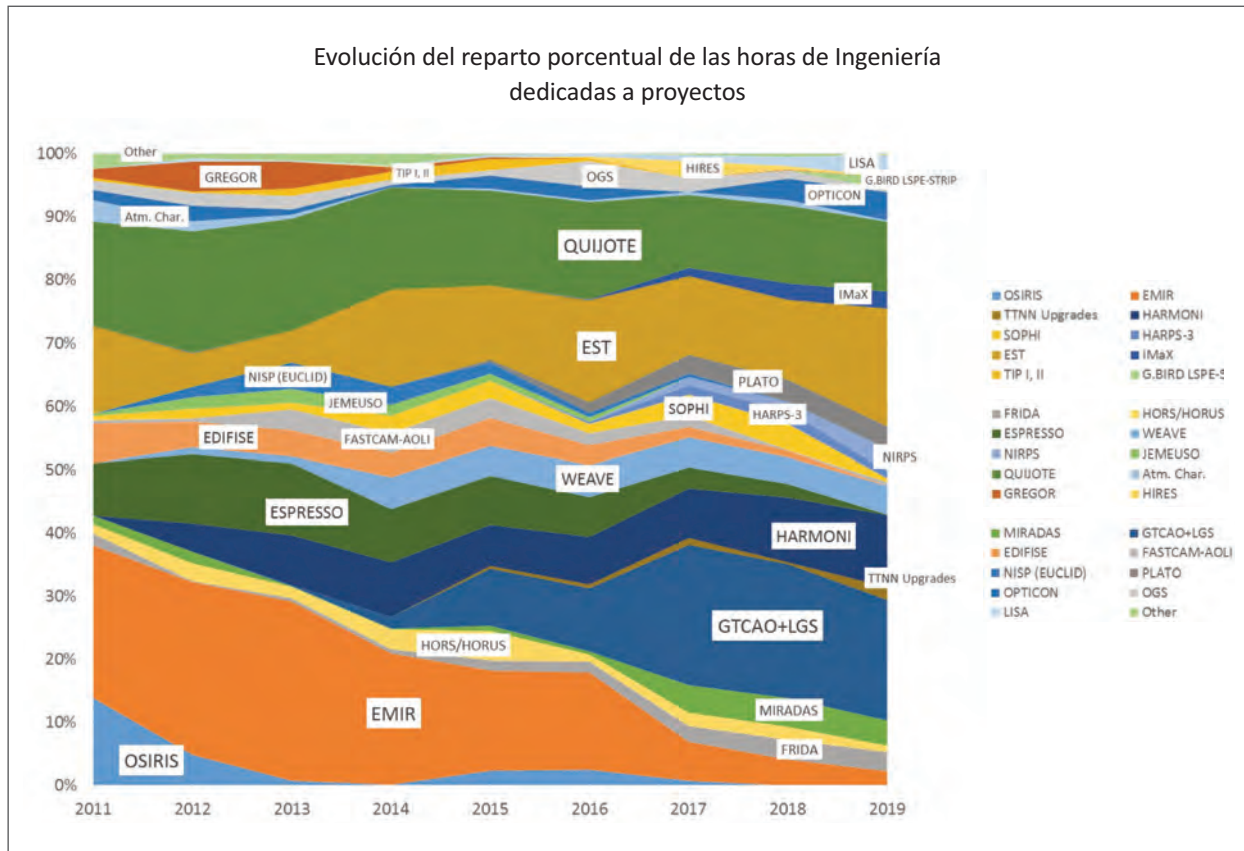


Gráfico III

Participación de Ingeniería en los proyectos (Año 2019)		AO LI	ARIEL	CTA	DESARROLLOS Y TRANSF. TEC.	DMAMA	EDIFISE	EMIR	ESPRESSO	EST.P.O.MICAL/SOLARNET/GREST	FRIDA	GRUUNDIRULSP E-SHIPP	GTCAO-LG S	HARMONI	HARP S3	HIRES	HORUS	IAC (e-atom (INST))	LISA	MEJORA S OF TTNN	MICAL	MICRO SATELITES	MIRADAS	NIRPS	OG S	OPTICON	OS IRIS	PLATO	QUOTE	SOLAR ORBITER	SOLARNET	SUNRISE3	WEAVE			
Dep. Proyectos	M. Reyes																																			
	A. Alonso																																			
	A. Pérez T.																																			
	J.M. Herreros																																			
	J. Patrón																																			
	J. Vaz																																			
	M. Amate																																			
	M. Barato																																			
	V. González																																			
	L. F. Rodríguez																																			
Dep. Electrónica	A. Hernández																																			
	E. Ballesteros																																			
	E. Joven																																			
	H. Chulani																																			
	H. García																																			
	H. Rodríguez																																			
	J. J. Díez																																			
	J.M. Delgado																																			
	J.V. Gigante																																			
	J. Villa																																			
Dep. Mecánica	M.A. Núñez																																			
	O.M. Tubio																																			
	R. Hovland																																			
	T.A. Viera																																			
	Y. Martín																																			
	J. Calvo																																			
	A. Mato																																			
	A. Vega																																			
	E. González																																			
	E. Hernández																																			
Dep. Óptica	F. Tenegi																																			
	J. Alonso																																			
	J. Peñate																																			
	P. Fernández																																			
	P. Fuente																																			
	R. Piazzolla																																			
	R. Simoes																																			
	J. L. Rasilla																																			
	A. B. Frago																																			
	A. Pérez																																			
Software	D. Fernández																																			
	F. Gracia																																			
	I. Mondía																																			
	J. Sánchez-C.																																			
	L. Montoya																																			
	M.A. Cagigas																																			
	M. Insausti																																			
	M. Puga																																			
	R. López																																			
	C. Martín																																			
A. Russo																																				
C. Guzmán																																				
E. Paez																																				
F. Hernández																																				
H. Moreno																																				
J. Marco																																				

Gráfico IV

MEJORA DE LAS CAPACIDADES

Departamentos y laboratorios

A continuación se menciona brevemente la actividad departamental en los proyectos del Área y algunas de las mejoras al equipamiento de los laboratorios y capacidades.

Departamento de Electrónica

En 2019 el Departamento de Electrónica promovió mediante subcontratación el desarrollo de un sistema de adquisición de datos de alta frecuencia de muestreo y bajo ruido de adquisición, que son una pieza fundamental en la electrónica de los instrumentos astrofisi-

cos. El aumento del número de señales que se desea adquirir, la necesidad de procesado en tiempo real y el incremento del coste económico de los equipos comerciales, han sido factores determinantes en la necesidad de un nuevo desarrollo hardware dentro del Departamento. Analizadas las especificaciones que debe cumplir el nuevo equipo, se lanzó un contrato para la fabricación del equipo FAST_AD32CH. Este equipo, fabricado por Sergio González Martín-Fernández, tiene como características principales la posibilidad de digitalizar 32 señales analógicas simultáneamente, con una frecuencia de muestreo de 200 Ksps, 23 bits de resolución efectivos, la posibilidad de selección de ganancia en la etapa de entrada, procesado en tiempo real, sincronización con otras unidades y comunicación Ethernet. El núcleo de la electrónica se basa en la utilización de los conversores AtoD AD7768 de Analog Devices, que se encuentran en la vanguardia, y en la utilización de la Zedboard Zynq-7000 EPP. T. Viera, R. Hoyland y L.F. Rodríguez han sido las personas encargadas en el seguimiento de este contrato.

Este año se realizó por primera vez un conjunto de verificaciones de cumplimiento de normativas sobre compatibilidad electromagnética (EMC), utilizando los equipos adquiridos al efecto en años anteriores. Concretamente se realizaron medidas sobre perturbaciones conducidas utilizando el simulador de transitorios IMU4000, el simulador de variaciones en el voltaje de alimentación AST1501 y el simulador de descargas electrostáticas PST500.

Continuando con las actividades necesarias para la implantación y utilización habitual del programa de diseño eléctrico EPLAN, en 2019 se procedió a impartir un curso de una semana de duración, al que también asistió personal de GRANTECAN S.A., y se acometieron las actuaciones iniciales que el programa requiere, tales como la organización de bibliotecas de componentes, plantillas, etc.

En este año se han iniciado las actividades orientadas a que el Departamento de Electrónica disponga de la capacidad tecnológica y el "know-how" necesario para abordar el desarrollo de sistemas de microelectrónica de utilidad para la instrumentación astrofísica. A tal efecto se redactó la petición de fondos de infraestructura para la adquisición de una estación de puntas, así como el acceso a los programas de diseño disponible para universidades y centros de investigación. También se solicitó financiación para la adquisición de un servidor adecuado para las necesidades e incluso para la realización de un proyecto piloto. La financiación fue concedida y se ejecutará en los años 2020 y 2021.

El laboratorio de detectores LISA (Laboratorio de Imagen y Sensores de Astronomía), es una infraestructura del IAC para la caracterización, integración y realización de desarrollos relacionados con los sensores y cámaras de uso en telescopios. Desde 2018 cuenta con personalidad propia como laboratorio en una instalación nueva. LISA da soporte a proyectos internos de instrumentación del IAC y a colaboraciones con otras instituciones astrofísicas (y empresas) bajo petición. A partir de las actividades llevadas a cabo en 2018, con la reubicación de las instalaciones y equipos, durante 2019 se han continuado mejorando y ampliando las líneas de trabajo existentes, en donde LISA trabaja probando dispositivos en cuatro rangos de longitudes de onda de luz: luz visible, luz infrarrojo cercano (SWIR): <1.6 micras, luz infrarrojo medio (MWIR): 1-2.5-5 micras y luz infrarrojo lejano (LWIR- térmico): 8-14 micras.

Mejoras en infraestructura

Se han llevado a cabo las siguientes:

- Instalación de una línea de Nitrógeno gas propia con dos tomas en el laboratorio.
- Fabricación e incorporación de accesorios para la grúa elevadora para la apertura y cierre del criostato de gran tamaño infrarrojo.
- Adquisición y montaje de sistema de cerramiento para banco óptico.

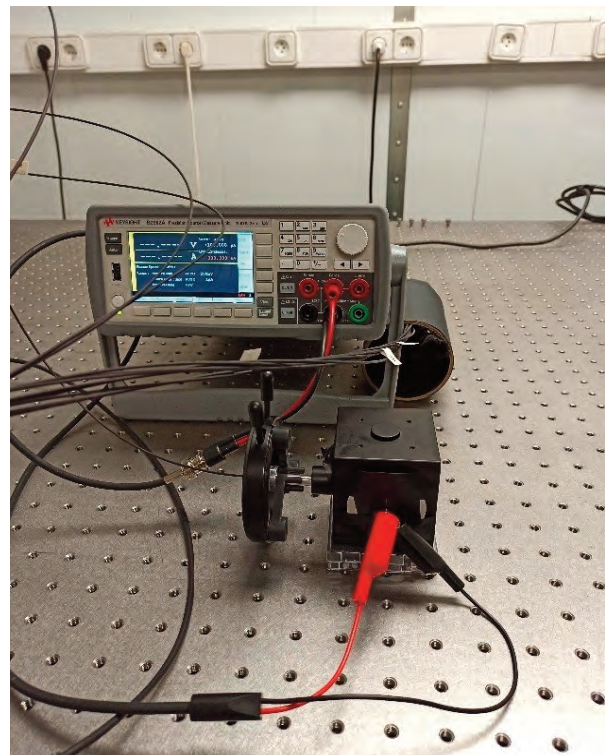
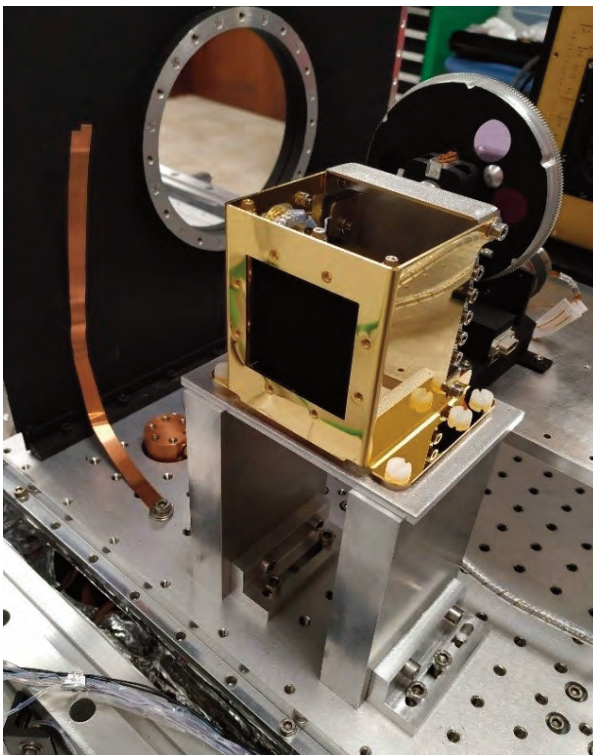
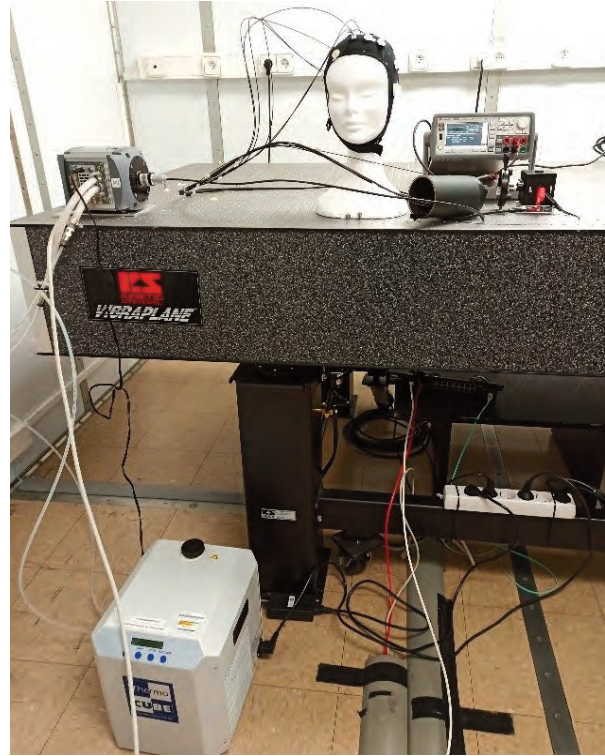
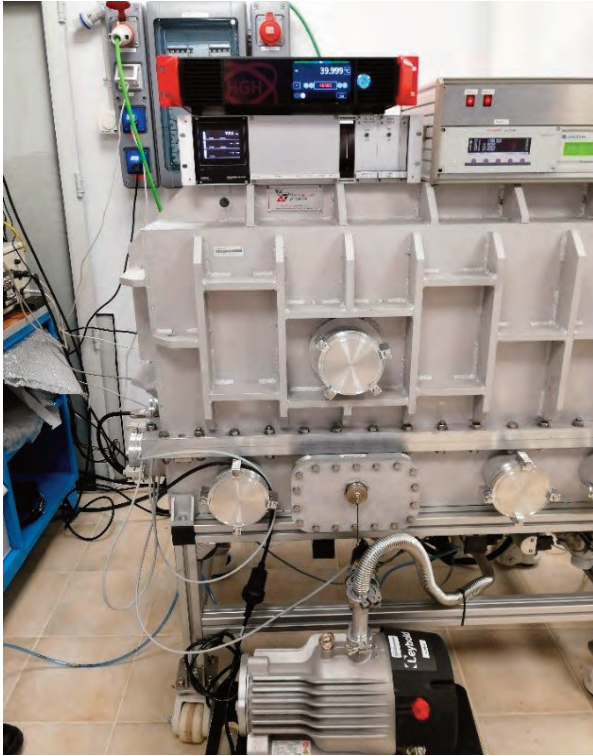
Actividades y adquisición de material

En cuanto a las actividades y adquisición de material, puede destacarse:

- Rangos de luz visible y SWIR:
 - Adquisición de un fotodiodo calibrado que incluye diodos de Si y de InGaAs, lo que permitirá con un único dispositivo caracterizar ambos rangos.
 - Pruebas de funcionamiento de los fotodiodos ya existentes. Verificación de la calibración de fábrica en el banco óptico de LISA.
 - Pruebas de detección de radiación a partir del cuerpo negro de cavidad a temperatura ambiente con un detector de InGaAs con preamplificación y refrigeración adquirido en 2018.
- Adquisición y puesta en funcionamiento de nuevos filtros ópticos para banco clásico de caracterización mediante fuentes de radiación de luz controladas y con longitudes de onda seleccionables, que permiten ampliar al rango SWIR la caracterización.
- Rango MWIR:
 - Cuerpo negro criogénico. Seguimiento, pruebas, puesta en marcha y aceptación.

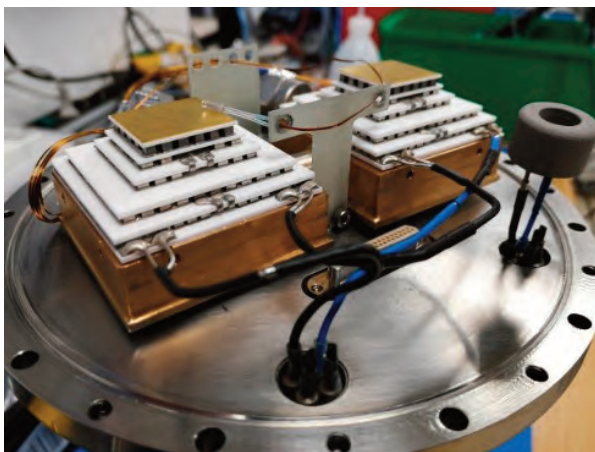
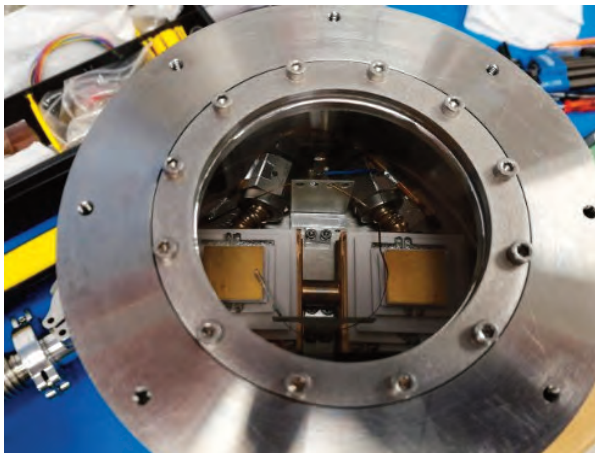
- Mejoras en criostato multifunción de infrarrojo: Nuevos sensores, primeras pruebas, sistemas de control térmico y adaptación de rueda de filtros y bafleado del antiguo sistema del criostato DTS.
- Se continúa trabajando en el desarrollo del autó-mata para el control de vacío y temperaturas.

- Pruebas de evaluación acerca del sistema de medición de fotones neuronales ultra débiles con un equipo desarrollado en colaboración con el Departamento de Óptica, utilizando una serie de fibras ópticas conectadas a una cámara EMCCD iXon 897 de Andor.



Además de todas estas mejoras, LISA añade a partir de 2018 una serie de líneas de desarrollo aplicables a detectores. Las principales son:

- Prototipado de un criostato para detectores de gran tamaño basado en un sistema de refrigeración tipo Peltier/TEC (Thermo Electric Cooling). A finales de 2019 llegó el criostato adaptado fabricado por Universal Cryogenics (EEUU), basado en una modificación de los usados en el instrumento Hipercam (GTC), con funciones propias. Se está procediendo a su caracterización y modificaciones pertinentes para instalar un CCD del tipo e2V-4482 de 8 megapíxeles, de cara a validar un modelo que permita usar esta tecnología en el próximo desarrollo con un detector de 16 megapíxeles para el instrumento OSIRIS en foco Cassegrain en el telescopio GTC.

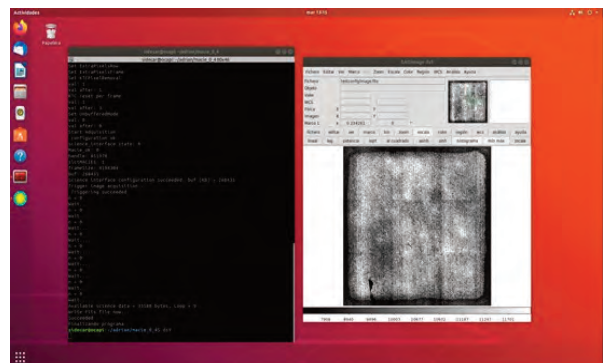


- Estudios preliminares de las tecnologías TES (Transition Edge Sensors) y KID (Kinetic Inductance Detectors).
- Evaluación de la tecnología de cámaras con los novedosos sensores de alta eficiencia BI-CMOS de gran formato, muy bajo ruido y alta velocidad de lectura. Para ello se han adquirido, dentro del plan

Severo Ochoa, una cámara Andor-Marana y, dentro del Plan de Actuación de 2019, una unidad FLI-Kepler, ambas de 4 megapíxeles. Se han caracterizado ambas cámaras en LISA, elaborado un informe de resultados y ubicado ya la cámara FLI-Kepler en el telescopio TAR2 del OT.

- Mejora en el control de la interfaz ASIC de detectores infrarrojos del tipo HxRG de Teledyne, dominantes en el mercado. Creación de una interface de usuario para operar un detector de la familia HxRG utilizando el controlador ASIC SIDECAR y la tarjeta de interface MACIE. Debido a las dificultades encontradas para obtener soporte en el desarrollo software, debido a la clasificación ITAR de la tarjeta de interface, se ha trabajado en la sustitución de ésta por otra. La nueva tarjeta, denominada MACIE, es suministrada por un proveedor independiente y no está sujeta a las restricciones impuestas por ITAR. En la imagen se puede ver la pantalla con la adquisición de una imagen obtenida con la tarjeta MACIE y utilizando el nuevo software. Las tareas realizadas son las siguientes:

- Se ha hecho uso del desarrollo existente, compuesto por el detector H2RG+SIDECAR ASIC+Interface SAM, como referencia para entender la naturaleza y el objetivo del desarrollo a llevar a cabo.
- Se ha desarrollado un módulo en C++ que permita llamar desde Python las funciones del API de la MACIE para conexión GigE.
- Se ha modificado el software ya existente para adaptarlo a la nueva tarjeta MACIE utilizando el API proporcionado por el fabricante, estableciendo el paralelismo entre las funciones de la tarjeta SAM y la tarjeta MACIE tanto para la inicialización, configuración y la adquisición de imágenes.
- Se ha desarrollado un módulo en C++ que implementa las funciones para operar con el detector, compatible para ser integrada en el entorno de software del GTC (Gran Telescopio Canarias).



DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

En 2019 la actividad del Departamento de Mecánica en los proyectos QUIJOTE, HARMONI y GTCOA-LGS fue muy similar, con un 18,9%, 16,6% y 16,3% de dedicación, respectivamente. Les siguieron OPTICON con un 10,8%, WEAVE con un 6,2%, EST Project Office con un 5,0%, MICAL con un 3,7%, HORuS con un 1,2%, HARPS3 con un 1,0%, EMIR con un 0,3%, CTA con un 0,3%, HIRES con un 0,1%, y ESPRESSO con un 0,1%. Fuera de los proyectos, la dedicación a la gestión del Departamento, Área, laboratorios, etc., supuso el 11,8%, la formación (cursos, congresos, ferias) un 5,1%, las consultas técnicas un 2,1%, el Comité de Empresa un 0,5%, y a la asistencia a Mantenimiento Instrumental un 0,2%.

En QUIJOTE la actividad se centró en el desarrollo de la nueva instrumentación para actualizar y mejorar las especificaciones de los instrumentos ya instalados. Se hizo el desarrollo y puesta en marcha de la licitación y seguimiento de los contratos del MFI II y TMS, el soporte a EMIR en el telescopio GTC y la gestión de los Fondos de Infraestructura 2017-2018. Se colaboró con el Instituto INAF en el diseño, desarrollo, integración y pruebas de un sistema criogénico para trabajar a 4K (1mK de sensibilidad) con el objetivo de caracterizar el cuerpo negro diseñado y fabricado por dicha institución. Se recibieron los criostatos del MFI2 (Multi-frequency Instrument) y del TMS (Tenerife Microwave Spectrometer), realizándose las pruebas de aceptación. Mientras que los elementos optomecánicos del MFI2 ya están en una fase avanzada, con los receptores siendo fabricados en taller, los relativos al TMS se encuentran en fase de diseño, realizándose durante este periodo los cálculos preliminares tanto de la parte térmica como mecánica, mientras las bocinas del TMS están siendo evaluadas en colaboración con la Universidad de Milán. El instrumento FTGI (Forty-Thirty Giga-Hertz Instrument) tuvo problemas de vacío, pero se pudo identificar la causa de la fuga y en breve se instalará en el telescopio. Por otro lado, Q1 tuvo que realinearse tras haberse detectado desviaciones en el apuntado. Finalmente, en paralelo a estas tareas también se dio asistencia al Proyecto KISS procedente de Grenoble, Francia, que está instalado en Q1.

En HARMONI se completó el diseño óptico para la Revisión Crítica del Diseño de la Óptica (OCDR). La actividad ha consistido principalmente en modificar el diseño de la escala 10x10 para cumplir con el requerimiento de calidad de imagen global del instrumento y realizar las modificaciones mecánicas en el empaquetamiento de los mecanismos y elementos opto-mecánicos que esto supuso. Se presentó el diseño evolucionado

de las monturas optomecánicas, incluyendo los resultados del prototipo que se realizó para obtener valores realistas de la deformación superficial de los espejos y se completó el análisis detallado de tolerancias y el presupuesto de errores del subsistema de la pre-óptica. Después de la entrega de la documentación para la revisión, la OCDR de la pre-óptica se pasó satisfactoriamente en diciembre. El diseño se ha transferido al grupo de ingeniería óptica del Consorcio para su integración con los diseños del resto de los subsistemas en el modelo "End-to-End" del instrumento.

En paralelo, se ha seguido trabajando en el diseño detallado y en el prototipado de los mecanismos criogénicos de cara a la revisión CDR completa de toda la pre-óptica y se ha mejorado el prototipo de la rueda de máscaras para validar el concepto de sistema retén propuesto, y se han realizado pruebas de larga duración en frío del mecanismo del obturador para ver si hay un deterioro en sus componentes, siendo satisfactorios los resultados.

En GTCOA-LGS se realizó la PDR del proyecto por parte de un panel de expertos en sistemas de Estrella Guía Láser y mecánica de precisión procedentes de ESO y de TMT. En la revisión se evaluó el estado de diseño y desarrollo de los sistemas mecánicos. En concreto, de la estructura soporte del telescopio de lanzamiento y banco óptico de transferencia, del sistema de transferencia del láser y de la estructura de interfaz con la plataforma Nasmyth. También se revisó todo lo relacionado con el izado y manejo del banco óptico y su transporte. En este tiempo se han desarrollado los diseños optomecánicos de los subsistemas Sensor de Frente de Onda, Dicroico y Fuente de Calibración LGS, así como el análisis térmico analítico acerca del comportamiento de los elementos ópticos frente a la incidencia del láser en operación. También se ha continuado con los trabajos asociados al estudio de interfaces, montaje y futuro mantenimiento del sistema en el telescopio GTC. Igualmente se ha completado la generación de modelos 3D integrales que comprenden los sistemas GTC, GTCOA y FRIDA, y, por último, se ha realizado el estudio, fabricación e integración de las referencias de alineado sobre el banco óptico.

Las principales tareas realizadas en OPTICON a lo largo de este año han estado relacionadas con el diseño y análisis de modelos avanzados generando gran variedad de configuraciones estructurales de aligeramiento de espejos: cúbicas, romboédricas, triangulares y hexagonales, simulándolas en diversas condiciones de trabajo, principalmente peso propio y carga de pulido. Se generaron los modelos STL para exportar y enviar los diferentes modelos propuestos a los distintos miembros

bros del Consorcio para su fabricación. Se sentaron las bases estructurales, térmicas, de vibraciones, etc. para definir los planes para las diferentes pruebas con la finalidad de caracterizar las probetas de espejos que se vayan fabricando y se generó la documentación correspondiente.

En EST se participó en la redacción de documentación del Sistema de Coordenadas del telescopio EST y las especificaciones de la celda del espejo primario, y se colaboró en la redacción de la primera versión de especificaciones del espejo secundario.

En MICAL, se trabajó en el instrumento GRIS para adecuarlo a los cambios habidos en el telescopio GREGOR, y también se diseñó y fabricó la montura para la nueva red de difracción de GRIS.

El armario B de HORuS fue modificado para poner un intercambiador de calor más potente y se mejoró el sistema para llevar la fibra del espectrógrafo al brazo de adquisición. El instrumento comenzó a ofrecerse a la comunidad científica a partir del segundo semestre de 2019, y a lo largo del año se entrenó a los astrónomos de soporte del telescopio sobre su uso. Se desarrolló un datoducto para la reducción automatizada de los datos, el código chain, que está disponible públicamente (github.com/callendeprieto/chain), que proporciona espectros extraídos y calibrados en longitud de onda para fuentes puntuales. Como resultado de todo ello, se publicó el primer artículo que hace uso de observaciones con HORuS.

En HARPS3 se desarrollaron los diseños conceptuales de la distribución de la sala que albergará al instrumento en el telescopio INT y se aceptaron las obras de remodelación de la sala Coudé.

Finalmente, hubo otras actividades como la mejora del sistema de soplado de la ventana de EMIR, la participación en la revisión CDR del telescopio LST dentro del Proyecto CTA, el diseño de la interfaz con la OGS del rack de electrónica para CaNaPy, y el inicio de las tareas de diseño de la montura del aplanador de campo para el telescopio IAC-80.

Dentro de los desarrollos iniciados dentro del departamento, y con la finalidad de poder contar con un catálogo completo de características de los diferentes intercambiadores de calor, se puso en marcha el estudio sobre el diseño, integración, manejo y uso de la tecnología de enfriamiento criogénico por flujo continuo con LN₂ (sistema de enfriamiento establecido como estándar en el desarrollo de la instrumentación astronómica para el futuro telescopio E-ELT). A principios de año se recibió el criostato de pruebas CFC, procedente de la ESO, donde se realizará la caracterización de la potencia de refrigeración de diferentes tipos de intercam-

biadores de calor mediante esta técnica. Dado el gran consumo de LN₂ que supone este desarrollo, se volvió a instalar el depósito de 6.000 litros de LN₂, se compró una línea de transferencia para conducir el Nitrógeno desde la toma dentro de la Sala AIV hasta el criostato y se revisó el sistema de llenado automático que permitirá alimentar el criostato sin interrupción.

Continuando con este desarrollo y para permitir la visualización, lectura y posterior registro de los sensores de temperatura, se adquirió un monitor LAKESHORE 218S de ocho canales, con salida de dos canales analógicos, así como dos sensores PT111.

Para mejorar la capacidad del Departamento, este año se realizó una ampliación del equipamiento con la compra del flujostato digital PF3W720-F04-BT-M.

Dentro de los proyectos de desarrollo internos del Departamento realizados durante los últimos años, se puede destacar el Proyecto CryoWebCam, consistente en el acondicionamiento de una cámara web de bajo coste para su operación en condiciones de vacío y temperaturas criogénicas. CryoWebCam ya ha sido utilizado como sistema de monitorización en numerosas pruebas realizadas en el Proyecto HARMONI. Para poder utilizar CryoWebCam también como un instrumento de medida y no sólo de observación, es necesario un sistema de calibración que permita tomar medidas precisas y confiables. Para ello, este año se compró una mesa de desplazamiento lineal capaz de operar en vacío y criogenia, desplazar cargas superiores a 0.5 Kg y poseer una resolución en el posicionado mejor de 0,2 micras.

Para el desarrollo del Proyecto Sistema Termoeléctrico de Enfriamiento para criogenia de detectores, orientada a CCDs, adquirimos una válvula de fuelle de acero inoxidable, un adaptador para vacío KF con accesorio de cierre frontal VCR macho, y una junta plana VCR y una junta recubierta de plata con retenedor, todo ello en acero inoxidable. También se adquirieron un controlador RS232/RS485 MKS REF.PDR900-12-EU, un cable, 15pin RS232 transducers Cable, TRD2, RS232 y una MicroPirani Vacuum.

H2020 - A2IM - Paquete de trabajo 5.1.3 “Espejos refrigerados”. - H2020 - Additive Astronomy/Integrated - component Manufacturing (A²IM)

J. Calvo Tovar.
F. Tenegi, A. Sosa y A. Vega.

INTRODUCCIÓN

Los instrumentos astronómicos son cada vez más grandes a medida que tratamos de resolver los últimos interrogantes científicos. Asociado con el problema del tamaño está la complejidad de muchos de los subsistemas dentro de estos instrumentos. Los subsistemas pueden estar compuestos de cientos de piezas complejas, a menudo con interfaces críticas entre los distintos materiales, especialmente cuando el sistema requiere refrigeración, como ocurre inevitablemente en el caso de los instrumentos de última generación. Existe la oportunidad de adaptar nuevas técnicas de fabricación para hacer que las estructuras sean mucho más independientes, y más fáciles de ensamblar y alinear, lo que tiene como resultado un mejor funcionamiento y, potencialmente, instrumentos más compactos y de mayor fiabilidad. La tendencia de los instrumentos científicos a gran escala requiere en general cientos de piezas similares ensambladas con precisión, de ahí la necesidad de utilizar las técnicas industriales más modernas de fabricación y ensamblaje, o más bien la fabricación directa para reducir la tediosa tarea de ensamblaje con una referencia precisa. Estos nuevos métodos deben caracterizarse y evaluarse en el entorno habitual, es decir, en condiciones de vacío y a temperaturas criogénicas. La fabricación aditiva (AM, también conocida como “impresión en 3D”) sigue evolucionando a una gran velocidad, ya que el proceso es muy atractivo tanto para el sector comercial como para el de la investigación. El enfoque dominante para la fabricación de estructuras metálicas complejas utilizando AM es, sin duda, en áreas como el suministro de estructuras ligeras para el sector aeroespacial. Sin embargo, se está reconociendo que AM tiene aplicaciones en muchas áreas de la ciencia y la industria. Además, las técnicas de fabricación mejorada por láser (LEM) no sólo proporcionan un corte y una soldadura de alta precisión, sino que también pueden adaptarse para proporcionar componentes ópticos integrados, recubrimientos para superficies (por ejemplo, de lentes), metalizado, etc. La combinación de ambas técnicas relacionadas ofrecerá

la perspectiva de una rápida creación de prototipos de dispositivos, lo que facilitará unos plazos de desarrollo más rápidos a bajo coste. Este paquete de trabajo general, enmarcado dentro del H2020 propone una iniciativa coordinada entre varias instituciones de la Comunidad Europea para desarrollar y evaluar nuevas técnicas de fabricación para aplicaciones en la instrumentación astronómica.

HITOS

Meeting de Budapest (20-22 de mayo): Cierre de la fase 1 y lanzamiento de la fase 2.

Curso MIT (15-19 de julio). Asistencia al curso específico “Additive Manufacturing: From 3D Printing to the Factory Floor”.

Beca de verano (agosto-octubre): “Generalización de las equivalencias entre modelos analíticos y por elementos finitos para espejos aligerados de diferentes topologías y materiales (estructural y térmico), en el marco de la obtención de espejos refrigerados empleando la Fabricación Aditiva (H2020)”.

Meeting de Tenerife (19-21 de noviembre): Presentación del estado y los avances en la fase 2 de cada uno de los paquetes de trabajo.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Las actividades del IAC se engloban dentro del paquete de trabajo 5.1.3 de Espejos Refrigerados. Una vez identificadas las tecnologías, materiales y topologías más prometedoras en la fase anterior, el 2019 se ha centrado en optimizar los parámetros de diseño de las probetas de espejos, así como el desarrollo de un método de modelado (método del continuo equivalente) a fin de facilitar el trabajo y las decisiones de diseño sobre los sistemas/subsistemas/estructuras que requieran un aligerado. En este caso particular, de vital importancia para los espejos para aplicaciones en Instrumentación Astrofísica, tanto por las mejoras estructurales como las térmicas (posibilidad de integrar el sistema de refrigeración).

Aparte de las tareas intrínsecas a la gestión de un paquete de trabajo formado por un consorcio de varias instituciones, las propias y específicas de mecánica han sido las siguientes:

- Toma de decisiones en cuanto a diversos aspectos. Tecnologías: SLM, EBM y estéreo-litografía (SLA). Materiales: Al339, TiAl6V4, Si-Sic y Alúmina. Topologías: honeycomb triangular, lattice cúbico y lattice diamante (para la primera tanda). Post-procesos: mecanizado (cota final, grinding), tratamiento térmico (recocido sub-crítico, HIP, temple), recubrimiento (Ni-P

electrolítico, Alumiplate) y mecanizado superficial (SPDT, pulido).

- Generación de documentación (base de datos) de reglas y guías de diseño orientadas a la fabricación aditiva (DfAM – Design for Additive Manufacture) en base a la información recopilada mediante la búsqueda exhaustiva en papers específicos, ensayos, publicaciones, normas, recomendaciones de fabricantes, etc. La guía ha sido generada centrándose en las tecnologías, materiales, topologías y post-procesos expuestos en el punto anterior.

- Parámetros canónicos para diferentes topologías de espejos. Obtención de parámetros óptimos para un espejo (espesores de cara frontal, cara trasera, laterales, ribs, tamaño de orificios posteriores, etc.) para un primer pre-dimensionado y verificación/búsqueda de valores universales dependiendo del material, las condiciones de contorno, etc. También será de gran utilidad la obtención del porcentaje de error que se puede estar cometiendo bajo esta aproximación, y establecer si son necesarios factores correctores, o se pueden encontrar otros factores que faciliten la optimización.

- Generalización del cálculo analítico de espejos planos apoyándose en MEF. Generalización de las fórmulas dadas por Nelson et al. para la obtención de la deformación bajo peso propio (en rms) considerando diferentes condiciones de contorno. Incluye la obtención de factores correctores y ajustes de ecuaciones en función, al menos, del espesor del espejo. Comprobación de la formulación para la obtención de espesores equivalentes de diversas configuraciones de espejos aligerados (honeycomb,

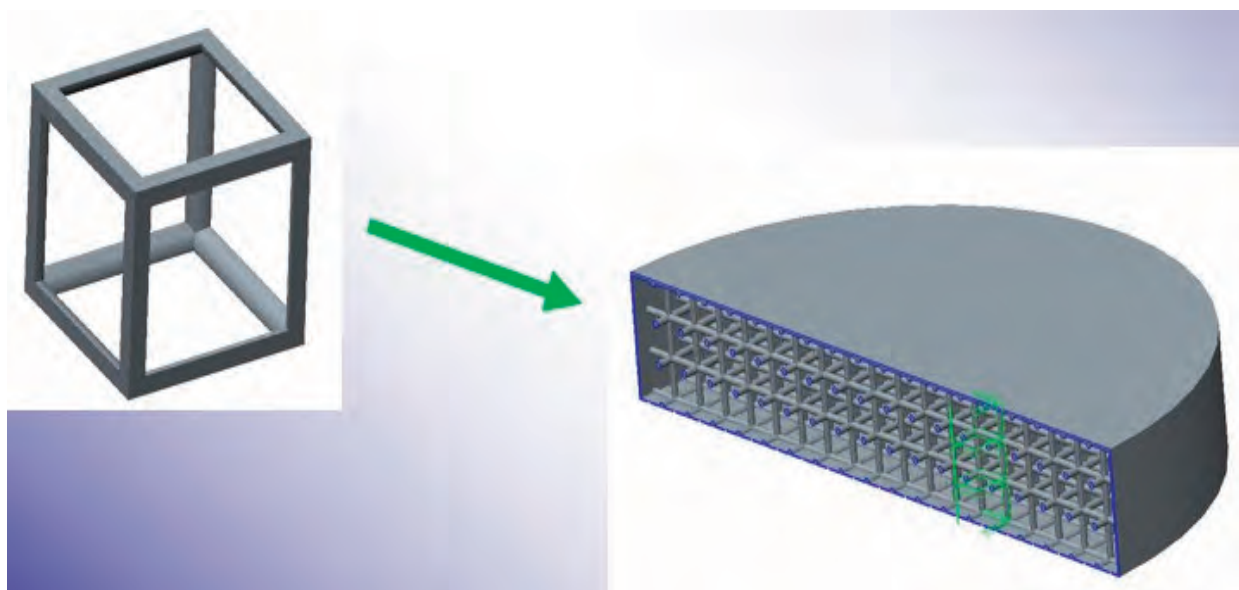
lattice, etc.) a fin de poder realizar estudios comparativos de las constantes de tiempo de los espejos.

- Modelos sólidos equivalentes de estructuras tipo lattice, abovedadas, obtenidas mediante operaciones Booleanas, etc. Búsqueda de características mecánicas equivalentes de una celda unitaria (isótropa o anisótropa). Cualificar/verificar el método, así como obtención de factores correctores o expresiones de ajuste y error cometido para diversas configuraciones, espesores de celda, materiales, condiciones de contorno, etc.

- Adaptación de los parámetros de los espejos a valores fabricables en base al “feedback” recibido por la Universidad de Sheffield (realización de probetas variando los parámetros de conformación a fin de obtener las mejores prestaciones en cuanto a densidad, acabado superficial, menores tensiones residuales, etc).

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

El Departamento de Proyectos centra su actividad en la gestión e ingeniería de sistemas de los proyectos instrumentales del IAC. Durante 2019 el proyecto al que el Departamento ha dedicado más recursos ha pasado a ser el EST, con un 23% del tiempo total dedicado a proyectos. La razón es que hay dos ingenieros del Departamento asignados a tiempo completo a EST y sus estudios tecnológicos. El Proyecto GTCAO-LGS ha pasado a ser el segundo Proyecto en porcentaje de dedicación, con un 21% del tiempo dedicado a proyectos, aunque continúa siendo el proyecto de mayor prioridad en el Área de Instrumentación. Los otros proyectos que han tenido prácticamente un gestor asignado a tiempo



Ejemplo de aligerado de espejo circular plano mediante estructuras celulares, en este caso particular una lattice cúbica con perfil circular.

completo durante 2019 han sido QUIJOTE, GROUND-BIRD- LSPE STRIP, HARMONI, WEAVE, con una dedicación entre el 13% y el 9% del tiempo dedicado a proyectos del Departamento.

La gestión de los instrumentos del telescopio GTC, esto es GTCALGS, FRIDA y el cierre de EMIR, continúa disminuyendo, quedando en el 22% del tiempo dedicado a proyectos. El porcentaje de tiempo dedicado a instrumentos para telescopios de la ESO (La Silla, VLT y ELT), correspondiente a los proyectos ESPRESSO, HARMONI y NIRPS, se mantiene como en 2018, con un 13%.

La dedicación a instrumentación de microondas, incluyendo el Proyecto QUIJOTE, su batería de instrumentos y los nuevos instrumentos GROUND-BIRD y LSPE-STRIP, ha aumentado notablemente en 2019, situándose en el 25%, por encima de la dedicación a la instrumentación para el telescopio GTC. La dedicación al EST también ha aumentado notablemente, el Departamento continúa apoyando no solo los desarrollos tecnológicos asociados a la Óptica Adaptativa y a la instrumentación del telescopio, sino también la Oficina de Proyecto del telescopio. El porcentaje total de dedicación al EST es del 23%, también por encima de la dedicación a instrumentación para el telescopio GTC.

Por otro lado, la dedicación a los proyectos de espacio ha disminuido drásticamente, quedándose en solo el 3%, que se corresponde principalmente con la dedicación a las actividades del telescopio OGS de la ESA en el OT, y los estudios relacionados con comunicaciones ópticas.

La dedicación a instrumentación para los telescopios del ING en el ORM, aumenta levemente, situándose en el 13% del tiempo dedicado a proyectos, vinculado a la gestión de los instrumentos WEAVE y HARPS3.

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

En 2019, al igual que el año 2018, la principal actividad del Departamento ha sido el desarrollo de software para instrumentos del telescopio GTC. El 65,2% del tiempo dedicado a proyectos se ha empleado en los instrumentos GTCALGS (19,8%), MIRADAS (19,0%), FRIDA (14,0%), EMIR (9,6%) y HORuS (2,9%), todos para el telescopio GTC.

Por detrás de este conjunto, están SUNRISE-3 (12,9%), EST (10,2%), Control TTNN (7,5%) y QUIJOTE (4,0%).

Por proyectos, comparando con el año anterior, los datos son muy similares salvo el descenso de QUIJOTE en unos 5,1 puntos, el ascenso de los proyectos asociados EST en 3,1 puntos y la aparición del proyecto de

desarrollo del nuevo sistema de control de los telescopios nocturnos (TTNN) con un 7,5% de dedicación.

EMIR ya se encuentra funcionando en el telescopio GTC y este año el trabajo ha consistido, principalmente, en desarrollar y probar el modo multiobjeto, de forma que ha podido ser ofrecido a la comunidad en la segunda mitad de año. También se ha desarrollado un módulo para monitorizar la temperatura y humedad de la ventana de entrada para evitar la condensación. Con EMIR en funcionamiento con el nuevo modo multiobjeto por primera vez, ha sido inevitable que surjan pequeñas incidencias que se han ido resolviendo al mismo tiempo que se han ido implementando pequeñas mejoras y otros aspectos pendientes.

En MIRADAS, instrumento liderado por la Universidad de Florida y donde el Departamento es el responsable del software de control, se han hecho grandes avances y el instrumento, actualmente, está en fase de integración. Respecto al software, este año se han terminado, a falta de pruebas con el hardware real, la mayor parte de los sistemas. Entre ellos, cabe destacar el desarrollo del módulo DFAgent con la nueva arquitectura del Branch del GCS. Finalmente, el módulo del Sequencer está en las últimas etapas de desarrollo.

En el Proyecto FRIDA, instrumento que usará el sistema de Óptica Adaptativa que se está desarrollando en paralelo, se ha avanzado significativamente. Este año, ya está disponible el software de alto nivel para el control de estos mecanismos, se ha desarrollado una versión inicial del DFAgent y su integración con la capa "Instrument" de GTC, y se refactorizó el software de alto nivel del DAS de EMIR (que usa el mismo detector) para su uso en FRIDA. También se ha desarrollado el modelo de clases del Sequencer que GTC ha adoptado para su framework.

El instrumento HORuS ya se encuentra este año a disposición de la comunidad. En esta última etapa, en software se han ido haciendo pequeñas mejoras, como la herramienta de ayuda al enfoque o la coordinación de acciones con el telescopio, al tiempo que se ha ido terminando la documentación, se ha preparado un PC de repuesto con todo el software, y se han ido resolviendo pequeñas incidencias.

En el proyecto de Óptica Adaptativa para GTC, GTCALGS, se ha seguido trabajando intensamente en el software de procesado en tiempo real (RTC) y dando apoyo a las actividades de integración, calibración y pruebas de otros subsistemas. Se ha terminado el módulo de control de mecanismos, incluyendo la rueda de filtros de la cámara de pruebas (TestCam), se ha adaptado el módulo DAS de MIRADAS para el control de la

TestCam y se ha comenzado a desarrollar el módulo de interfaz del RTC con el resto del software en el entorno GCS. En paralelo se ha empezado a trabajar en la estrella láser guía (LGS) y en su integración con el conjunto. En mayo se llevó a cabo la PDR de LGS de la cual surgieron varias propuestas de mejora en las que se está trabajando.

En QUIJOTE la actividad en software ha disminuido bastante puesto que el instrumento se encuentra en operación. Este año se ha dado soporte a la instalación en Q1 del instrumento visitante KISS de la Universidad de Grenoble-Alpes (Francia), modificando aspectos del control del telescopio relativos al modelo de apuntado y la forma de hacer los barridos entre otros varios. También se ha dado apoyo a la futura instrumentación y a la resolución de averías y problemas recurrentes en las comunicaciones originados en la junta rotatoria.

En SUNRISE-3, proyecto destinado a realizar el tercer vuelo del instrumento IMAx en una nueva versión, se han hecho grandes avances. De hecho, se ha finalizado y entregado el EGSE a la institución IP, el IAA, realizando los cambios técnicos requeridos, la interfaz gráfica, la visualización de datos y el editor/constructor de comandos. Actualmente, nuestra participación se ha enfocado en el paquete de reducción de datos científicos, donde se trata de adaptar y optimizar los códigos de reducción independientes existentes, normalmente escritos en C y Fortran, e integrarlos en un sólo programa más optimizado. También se ha empezado a trabajar en la integración de un nuevo paquete de síntesis que completaría el conjunto.

Dentro de las actividades asociadas al futuro telescopio EST, se ha trabajado en la adaptación del software de Polarímetros, en funcionamiento en el espectrógrafo del telescopio GREGOR, para que pueda utilizar varias cámaras en paralelo, actualizando el sistema operativo y usando nuevos frame-grabbers. En el prototipo del sistema de Óptica Adaptativa para el telescopio EST se ha trabajado en la puesta en marcha del RTC con el paquete de control DARC, a partir de la experiencia de su uso en GTCAO-LGS, y se ha trabajado en la lectura de las cámaras y el control del espejo deformable.

Este año se ha iniciado el proyecto para el cambio del sistema de control de los telescopios nocturnos TTNN (TCS e IAC-80). Se trata de actualizar un sistema obsoleto y dotar a los telescopios de un sistema moderno, manteniendo la compatibilidad con la instrumentación existente y el actual sistema de autoguiado, FOVIA. La actividad, este año, se ha centrado en estudiar los requerimientos, ver las distintas alternativas técnicas y empezar a diseñar el sistema, tanto en sus aspectos de hardware como de software.

Al margen de los proyectos, el personal del Departamento también ha dado apoyo al equipo de Mantenimiento Instrumental cuando ha sido requerido y ha colaborado en actividades transversales como participar en tribunales de selección, el Comité de Empresa, el Comité de Seguridad y Salud, la Comisión de Igualdad, entre otros.

COMISIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

La Comisión de Instrumentación es un comité consultivo y de asesoramiento para la Coordinación del Área de Instrumentación y su Coordinadora en relación a cualquier tema relacionado con el desarrollo de instrumentación astronómica en el IAC. Desde su puesta en marcha en junio de 2014, la Comisión de Instrumentación se ha reunido una vez al trimestre para ver la evolución de los proyectos en desarrollo y evaluar las propuestas recibidas en el Área para la involucración en nuevos proyectos y/o actuaciones sobre proyectos existentes, en relación al impacto de éstos sobre el resto de proyectos en curso.

Durante 2019 ha habido dos reuniones de la Comisión. En la siguiente tabla se desglosan las fechas y los proyectos que se han analizado.

EDICIÓN	PROYECTOS ANALIZADOS
Febrero	<ul style="list-style-type: none"> - EMIR - EST-MICAL - QUIJOTE - GROUND-STRIP - HARMONI - WEAVE - HORuS
Octubre	<ul style="list-style-type: none"> - GTCAO-LGS - FRIDA - HARPS3-NIRPS - ESPRESSO - MIRADAS - PLATO - SUNRISE3

FORMACIÓN

A lo largo de 2019 los miembros de la Ingeniería en participado en varias actividades de formación vinculadas con los proyectos en los que participan o gestionan.

En aspectos **electrónicos** o para el personal del Departamento de Electrónica, la formación ha consistido en:

Tipo	Descripción	Lugar
Curso	Curso básico de Seguridad Láser	IAC
Curso	Curso avanzado de Seguridad Láser	IAC
Curso	EPLAN Pro Panel 3D Formación Básica	IAC
Curso	Introducción Python para Astronomía	IAC
Curso	Uso de Nitrógeno Líquido y gases a presión	IAC
Curso	Conducción en condiciones adversas	Tenerife
Congreso	The 4K cold load for the Tenerife Microwave Spectrometer	Bolonia (Italia)
Congreso	50 años de tesis doctorales en el IAC	Tenerife
Seminario	Instrument Control Systems	Múnich (Alemania)

En aspectos **ópticos** o para el personal del Departamento de Óptica, la formación ha consistido en:

Tipo	Descripción	Lugar
Curso	Curso básico de Seguridad Láser	IAC
Curso	Curso avanzado de Seguridad Láser	IAC
Curso	Envision Europe Zemax 2019	París (Francia)
Curso	Introducción Python para Astronomía	IAC
Curso	ISSO 2019- International School on Space Optics	Roma (Italia)
Curso	Uso de Nitrógeno Líquido y gases a presión	
Congreso	AO4ELT6. Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes	Quebec (Canadá)
Congreso	Future instruments for the telescopes at the Observatorios de Canarias- OOC	Tenerife
Congreso	Spanish Optical Design. ESODM 2019	Tenerife
Seminario	FRED Introductory tutorial training	Múnich (Alemania)

En aspectos **mecánicos** o para el personal del Departamento de Mecánica, la formación ha consistido en:

Tipo	Descripción	Lugar
Curso	Actualización de CREO 2.0 a 6.1	Online
Curso	Additive manufacturing: from 3D printing to the factory floor	Boston (EEUU)
Curso	CREO- Flexible Modeling	Online
Curso	Curso básico de Seguridad Láser	IAC
Curso	Defectología en soldadura	IAC
Curso	Plataformas elevadoras	OT, Tenerife
Curso	Manejo del puente grúa	Tenerife
Curso	Conducción en condiciones adversas	Tenerife
Curso	Introducción Python para Astronomía	IAC
Curso	Optomechanical System Design	Eindhoven (Países Bajos)
Curso	Uniones atornilladas en ANSYS Workbench	IAC
Curso	Uso de Nitrógeno líquido y gases a presión	IAC
Congreso	Future instruments for the telescopes at the Observatorios de Canarias- OOC	Tenerife
Congreso	The 4K cold load for the Tenerife Microwave Spectrometer	Bolonia (Italia)

En aspectos de **software** o para el personal del Departamento de Software, la formación ha consistido en:

Tipo	Descripción	Lugar
Curso	Introducción Python para Astronomía	IAC
Curso	Curso básico de Seguridad Láser	IAC
Curso	Conducción en condiciones adversas	Tenerife
Curso	La labor de la Comisión de Igualdad en la incorporación del enfoque de género en el IAC	IAC
Curso	Metodologías ágiles en la gestión de proyectos	IAC
Curso	Programación avanzada en C++	Madrid
Congreso	Artificial Intelligence in Astronomy	Garching (Alemania)
Congreso	Future instruments for the telescopes at the Observatorios de Canarias- OOC	Tenerife
Congreso	Manhatan Microlensing 2019	Nueva York (EEUU)
Congreso	50 años de tesis doctorales en el IAC	Tenerife

En aspectos de **gestión de proyectos, ingeniería de sistemas** o para el personal del Departamento de Proyectos, la formación ha consistido en:

Tipo	Descripción	Lugar
Curso	Introducción Python para Astronomía	IAC
Curso	Uso de Nitrógeno Líquido y gases a presión	IAC
Curso	Metodologías ágiles en la gestión de proyectos	IAC
Curso	Hazard analysis and FMEA	IAC
Curso	Curso básico de Seguridad Láser	IAC
Curso	Curso avanzado de Seguridad Láser	IAC
Congreso	AO4ELT6. Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes	Quebec (Canadá)
Congreso	Future instruments for the telescopes at the Observatorios de Canarias- OOC	Tenerife
Congreso	The 4K cold load for the Tenerife Microwave Spectrometer	Bolonia (Italia)
Congreso	50 años de tesis doctorales en el IAC	Tenerife

Finalmente, hay que mencionar que los presupuestos de formación también han permitido la visita al Observatorio del Teide, para que las personas recién incorporadas o becarios lo conozcan.

En general, las actividades de formación han sido bien valoradas por los asistentes. La estadística total, obtenida a partir de las estadísticas de satisfacción realizadas por el Área de Instrumentación, muestra los siguientes valores:

Aspecto	Valoración media* (de 1 a 5)	Valoración ponderada* (de 1 a 5)
Contenido	4,2	4,0
Duración	4,0	3,9
Profesor	4,6	4,5
Aplicabilidad de los conocimientos	4,3	4,2
Valoración global	4,2	4,0

*1=Deficiente; 5=Excelente

La comparación con los valores obtenidos en 2018 muestra unos resultados ligeramente mejores. La valoración de la aplicabilidad de los conocimientos es la misma que el año pasado, pero los demás parámetros han subido entre 2 y 4 décimas. La valoración global ha subido 3 décimas, pasando de 3,9 a 4,2. La valoración ponderada por el número de asistentes muestra valores similares.

La tabla completa con todos los detalles de las actividades de formación, sus valoraciones y los comentarios que algunos asistentes han hecho, se encuentra en la Secretaría del Área donde puede ser consultada para la organización y planificación de futuras actividades formativas.

También se ha seguido con la política de dejar una copia del material formativo en el Archivo Documental para conservar y difundir el conocimiento entre los miembros del Área.

PERSONAL

Altas

- Departamento de Electrónica. En el mes de febrero se incorporó H. García Vázquez, para trabajar en el Proyecto PLATO, y en el mes de noviembre lo hizo A. Hernández Fernández, para desarrollar su actividad en el Proyecto GTCAL-LGS.
- Departamento de Óptica. En el mes de mayo fue contratado como ingeniero en prácticas dentro del Proyecto EST, Á. Pérez García, para hacer tareas de desarrollo, diseño, verificación y documentación de instrumentación adecuada para los telescopios solares, en particular, del desarrollo de unidades de campo integral (IFU) para la observación solar.

- Departamento de Software. F.J. Hernández Hernández se reincorporó en el mes de mayo para trabajar en el proyecto del nuevo sistema de control de los TTNN, después de que en marzo terminará su contrato en el Proyecto IMAx (SUNRISE).

Bajas

- Departamento de Óptica. Este año dejó el Departamento el técnico de taller D. Fernández que venía realizando tareas de soporte en los laboratorios de óptica, fibras y películas delgadas del Departamento.
- Departamento de Mecánica. A finales de año causaron baja en el Departamento R. Piazzolla y J. Alonso Burgal, que venían participando en los proyectos HARMONI y WEAVE. Este último se incorporó a IACTEC.
- Departamento de Electrónica. Causaron baja E. Ballesteros en octubre por jubilación, y M.A. Núñez que se incorporó en el mes de abril al Proyecto EST en IACTEC.
- Departamento de Software. A finales de noviembre causaron baja A. Russo y C. Guzmán que habían estado trabajando en los proyectos MIRADAS y FRIDA para el telescopio GTC, respectivamente.

Evolución de los contratos

En el gráfico siguiente (Gráfico V) se muestra la evolución de los contratos de Ingeniería y los becarios o contratados en prácticas desde el año 2009 en unidades de FTE (Equivalente a Dedicación Completa, en inglés). Es de destacar desde ese año el descenso del número de contratos debido a la falta de financiación ex-

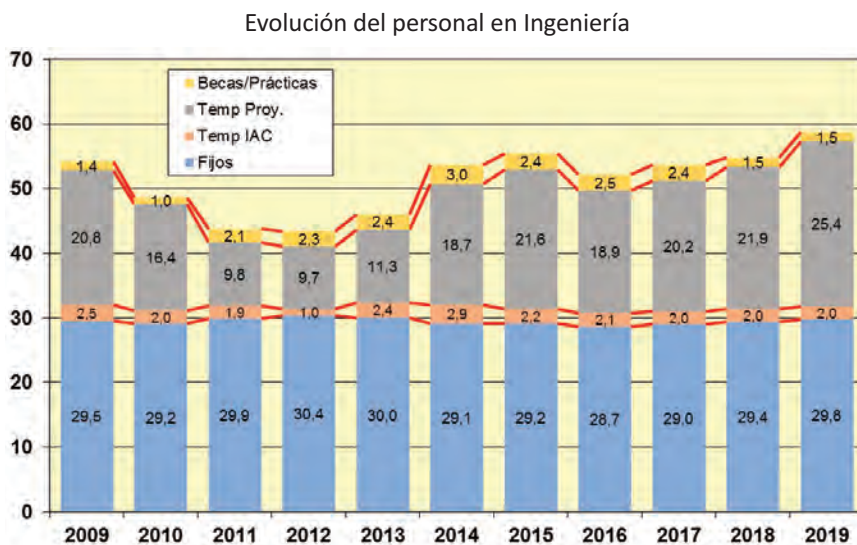


Gráfico V

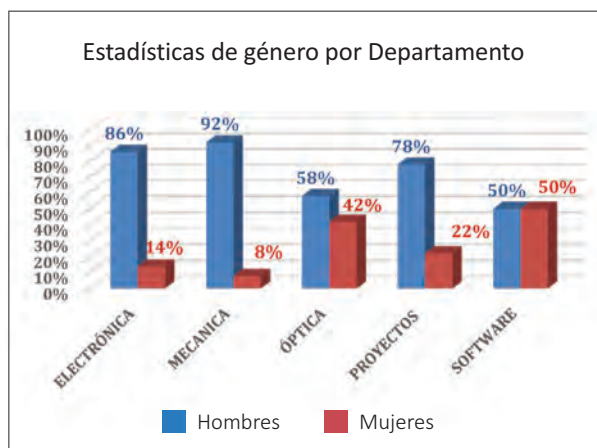


Gráfico VI

terna que comenzó a recuperarse en 2014 con la contribución significativa del programa Severo Ochoa y con la financiación del Gobierno Autónomo de Canarias al Proyecto GTCOA.

Dentro del programa de becas de verano, hemos recibido a siete estudiantes o recién titulados de diversas especialidades técnicas que también quedan reflejados en el gráfico. Por otro lado, también se ha acogido a varios estudiantes de grado y de máster de la Universidad de La Laguna ULL, para la realización de sus prácticas externas o proyectos fin de carrera.

Estadísticas de género

La proporción entre hombres y mujeres en los departamentos de Ingeniería durante 2019 puede verse en el siguiente gráfico (Gráfico VI) (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 Gestión, y especialmente que, en Software u Óptica, donde prácticamente están al 50%. En el conjunto de toda la Ingeniería la proporción de género es de 26% mujeres frente a 74% hombres, valores 2 puntos más próximos a la igualdad que en 2018. Estos valores son un poco inferiores a los globales de todo el personal del IAC (31% mujeres, 69% hombres).

En cuanto al tipo de contrato, vemos que, exceptuando a los jefes de Departamento, que son todos hombres, y un contrato en prácticas, la proporción de mujeres es del 20% para el personal contratado fijo, del 28% para el personal temporal y del 37% para el senior.

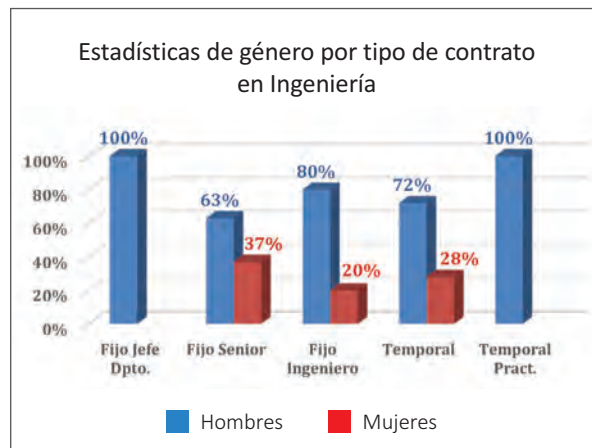


Gráfico VII

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 durante 3 meses de julio a octubre. En 2019 hubo 10 becas en Instrumentación, 8 de ellas directamente relacionadas con Ingeniería y las 2 restantes en relación con IACTEC.

Este año se recibieron 36 solicitudes para las becas. De las 10 concedidas, 6 lo fueron a hombres y 4 a mujeres. 5 de ellas fueron para residentes en Canarias, 4 en la Península y 1 en Irlanda.

- J.F. Márquez Rodríguez (Graduado en Ingeniería Mecánica por la ULL y estudiante de máster de Ingeniería Mecánica en la Univ. Politécnica de Milán, Italia).

Colaboró en el Proyecto "H2020 OPTICON- WP5: Additive Astronomy Integrated-component Manufacturing (A2IM)", realizando un estudio de tecnologías aditivas y su posible aplicación a la Astronomía. A. Vega y F. Tenegi, ingenieros del Departamento de Mecánica, fueron sus tutores.

- S. García Hernández, (Graduada en Ingeniería Electrónica y Automática por la ULL y estudiante de máster de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en ULPGC).

Colaboró en el Proyecto “Sistema de Monitorización de Temperaturas del Criostato de Pruebas EMCTS”, realizando el diseño y programando un PLC (Programmable Logic Controller) de Beckhoff para el monitorizado de las temperaturas del criostato y su integración con el sistema existente. J.V. Gigante, ingeniero del Departamento de Electrónica, fue su tutor.

- A.M. Marcos Martín (Graduada en Óptica y Optometría en UCM y estudiante de máster de Técnicas Ópticas y de la Imagen en UCM).

Colaboró en el Proyecto “European Solar Telescope (EST)” analizando las opciones de diseño y realizando una propuesta de un sistema de calibración del espejo secundario deformable adaptativo. J. Sánchez-Capuchino Revuelta, ingeniero del Departamento de Óptica, fue su tutor.

- S. Regalado Olivares (Diplomada en Óptica y Optometría por la Univ. de Alicante y estudiante de máster de Técnicas Ópticas y de la Imagen en UCM).

Colaboró en el Proyecto “HARMONI” diseñando e integrando un sistema óptico que simula en laboratorio el telescopio y una de las escalas anamórficas de la pre-óptica del instrumento. M.Á. Cagigas, ingeniero del Departamento de Óptica, fue su tutor.

- J. Ramos Fernández (Graduado en Informática por la ULL y estudiante de máster en Inteligencia Artificial en la UPM).

Colaboró con el Proyecto AOLI, realizando una mejora del software de control de este instrumento de alta resolución espacial. A. Oscoz, gestor del proyecto, C. Colodro, ingeniero de IACTEC, y R. López, ingeniero del Departamento de Óptica, fueron sus tutores.

- D. Carroll (Master of Science en Space Science and Technology por el Univ. College Dublin y Bachelor of Engineering (BEng) en Mechanical Engineering por la Univ. de Limerick, Irlanda).

Colaboró dentro del Proyecto HARMONI en los test de los prototipos mecánicos de la pre-óptica del instrumento. E. Hernández, ingeniero del Departamento de Mecánica y J.V. Gigante, ingeniero del Departamento de Electrónica, fueron sus tutores.

- F. Tinaut Ruano (Graduado en Ciencias Físicas en Univ. de Granada y estudiante de máster de Astrofísica en la ULL).

Colaboró en el Proyecto FRIDA, participando en el desarrollo de un panel gráfico del estado del instrumento de FRIDA. El ingeniero C.A. Guzmán y la ingeniera M. Aguiar, del Departamento de Software, fueron sus tutores.

- A. Zamora Jiménez (Graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales y estudiante de máster de Ingeniería Industrial en la UPCT).

Colaboró con el programa de microondas QUIJOTE, desarrollando una aplicación SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) para la monitorización de esta instalación telescópica. T. Viera, ingeniera del Departamento de Electrónica y M.F. Gómez y M. Aguiar, ingenieras del Departamento de Software fueron sus tutoras.

Dentro del mismo programa de becas de verano de Desarrollo Tecnológico en el IAC, pero asociado IACTEC, también fueron becados:

- S.D. Díaz Martínez (Graduado en ingeniería Aeroespacial por la UPM y estudiante de máster en diseño espacial en Universidad de Tecnología de Lulea, Suecia).

Colaboró en el “Diseño conceptual de la estructura de la óptica de transferencia del Telescopio Solar Europeo (EST)”. Á. Mato y J. Cózar, ingenieros de la Oficina Técnica de EST fueron sus tutores.

- L. Feria del Rosario (Graduada en Ingeniería Mecánica por la ULL y estudiante de máster en Ingeniería Industrial en la Univ. de Valencia).

Colaboró en el Proyecto ALISIO (Advanced Land-Imaging Satellite for Infrared Observations) en el marco del instrumento DRAGO (Demonstrator for Remote Analysis of Ground Observations) para aplicaciones de observación de la Tierra en el rango SWIR (Short Wave Infrared). A. Ynigo, P. González y S. Sordo, ingenieros de IACTEC, fueron sus tutores.

Prácticas de Grado

- C. Martín Pérez (Estudiante de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de La ULL).

Estudió las correcciones del haz láser de subida dentro del proyecto de comunicaciones láser con satélites, supervisado por N. Martínez, estudiante de doctorado, y por L.F. Rodríguez, Jefe del Departamento de Electrónica.

- A. Doro García (Estudiante de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en la ULL).

Colaboró con los ensayos para la verificación de la compatibilidad electromagnética de los sistemas de control desarrollados para el Proyecto HARMONI, supervisado por L.F. Rodríguez, Jefe del Departamento de Electrónica.

- A. Martín Gutiérrez (Estudiante de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en la ULL).

Colaboró, dentro del Proyecto LISA, en el desarrollo de la interfaz de adquisición de datos de detectores, supervisado por J.J. Díaz, del Departamento de Electrónica y M. Aguiar, del Departamento de Software.

- E. Arjona Gálvez (Estudiante de grado de Física en la Universidad de la ULL).

Durante las prácticas en el Departamento de Electrónica, llevó a cabo un trabajo consistente en la utili-

zación de LEDs como fuentes de referencia para la calibración de sensores de imagen en los rangos visible e infrarrojo, supervisado por J.J. Díaz y J. Villa de dicho Departamento.

Trabajos fin de Máster

A.M. Marcos Martín y S. Regalado Olivares (Becarias de verano en el Departamento de Óptica).

Aprovecharon su proyecto de beca para realizar el trabajo fin de máster en Tecnologías Ópticas y de la Imagen por la UCM. J. Sánchez-Capuchino, ingeniero del Departamento de Óptica, junto con A. Manzanares de la UCM, fueron los tutores del trabajo de A.M. Marcos. M.Á. Cagigas, ingeniero del Departamento de Óptica y T. Belenguer de la UCM fueron los tutores del trabajo de S. Regalado.

Trabajos fin de Grado

M.C. Ramírez Trujillo (Estudiante de ingeniería Electrónica de Control en la ULL).

Realizó su proyecto fin de grado colaborando con el Proyecto AOLI bajo la tutoría de R. López y A. Oscoz.

Prácticas FCT

P. Delgado Ávila, I. Álvarez Bacallado y P. Borges Santamaría, (Estudiantes del Ciclo Formativo de Grado Superior en el CIFP César Manrique)

Realizaron sus prácticas de Formación en Centros de Trabajo en el Área de Instrumentación.

P. Delgado colaboró en el desarrollo de tests unitarios para el componente de la TestCam del Proyecto GTCOA, supervisado por J. Rosich, ingeniera del Departamento de Software.

I. Álvarez participó en la adaptación de la interfaz de usuario para tarjeta MACIE de adquisición de datos, dentro del Proyecto LISA, supervisado por M. Aguiar, ingeniera del Departamento de Software.

P. Borges, desarrolló un Data Logger con un Arduino, como utilidad práctica de uso en los laboratorios, supervisado por H. Rodríguez, del Servicio Informático Específico del Área de Instrumentación.

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 19 seminarios tecnológicos, de media hora de duración, abiertos al personal del Área y al resto del IAC. Los ponentes han sido miembros de los distintos departamentos y las charlas, algunas más formales y otras más distendidas, han sido un éxito.

Esta es la relación de las charlas:

Fecha	Título	Autor
14/03/2019	Proyectos de Alta Resolución ESpectral (ARES)	M. Amate
21/03/2019	Plataforma de procesamiento de imágenes en tiempo real con FPGA	J.V. Gigante
04/04/2019	Mitos en la Óptica I	R. López
25/04/2019	Experiencia con las primeras pruebas de AIV del software de alto nivel de los mecanismos de FRIDA	C. Guzmán
09/05/2019	PhD Projects within the TMS Project (In the Instrumentation Department)	R. Hoyland
16/05/2019	Historia de una licitación. Del PPT al juzgado (pasando por Bilbao)	J. Calvo
06/06/2019	Charla 3: El 2x1	J. Marco
13/06/2019	DRAGO: de Icod al espacio	C. Colodro (IACTEC)
20/06/2019	Simplificando lo complejo y complicando lo simple: La fabricación aditiva desde el punto de vista analítico	A. Vega
27/06/2019	Eliminar basura espacial con láser desde la sede de la ESA en Canarias	M. Reyes
04/07/2019	Breve historia de la CSU	A. Mato
18/07/2019	Estado de la óptica adaptativa del EST	L. M. Montoya
25/07/2019	WEAVE: de los pliegos a la realidad	J. Alonso
18/10/2019	Futuros telescopios gigantes	J. M. Usón
25/10/2019	Dando forma al CAPO- Centro Avanzado de Producción Óptica- del IAC	A. B. Fragoso
08/11/2019	Programa de Capacitación IACTEC: oportunidades de empleo y colaboración en 2020	P. Redondo- A. Oscoz- J. Ruiz
15/11/2019	Un deseo al amanecer	E. Páez
22/11/2019	The NEREA High-Resolution NIR spectrograph	C. Baker- E. Pallé
29/11/2019	MCAO Solar y banco de pruebas de óptica adaptativa del EST	Y. Martín

VISITAS AL ÁREA

Durante 2019 se han mostrado las instalaciones del Área de Instrumentación a numerosas personas y grupos de procedencias muy distintas, el total de visitas al

área fue de 744 personas. Algunas de estas visitas han sido parte de una visita más general al IAC y otras han sido exclusivamente del Área. En la siguiente tabla se muestra la relación de las mismas.

08/02/2019	Grupo de 30 personas del IES José Frugoni Pérez de Gran Canaria.
14/02/2019	Grupo de 28 personas del IES de Güimar.
20/02/2019	Grupo de 30 personas del IES La Candelaria.
20/02/2019	Grupo de 26 personas del IES Geneto.
22/02/2019	Grupo de 4 Profesores y oficiales del buque escuela de la Armada Sueca HMS Falken.
12/03/2019	Grupo de 30 personas del CEPA La Guancha.
20/03/2019	Grupo de 10 profesores del centro Naron de Noruega dentro del proyecto Rockstar.
22/03/2019	Grupo de 4 Profesores y oficiales del buque escuela de la Armada Sueca HMS Falken.
22/03/2019	D. Pablo Martín, Subsecretario de Investigación, Innovación y Universidades.
01/04/2019	Grupo de 30 alumnos del IES Lanzarote.
30/04/2019	D. Michael Longair- Miembro CAI.
30/04/2019	D. Francisco Castander de la Universidad Autónoma de Barcelona.
07/05/2019	Grupo de 31 alumnos de 4º de la ESO del Colegio Nazaret de Los Realejos.
08/05/2019	Grupo de 25 alumnos de Grado de Periodismo Científico de la ULL.
14/05/2019	Grupo de 40 personas del IES Domingo Pérez Minik de La Laguna.
15/05/2019	Grupo de 40 alumnos del IES María Pérez Trujillo del Puerto de la Cruz.
21/05/2019	Grupo de 8 personas miembros del ING Board.
24/05/2019	Grupo de 7 alumnos del IES la Candelaria- Grado de Mecanizado.
28/05/2019	Grupo de 44 personas del CEO Pancho Guerra de Gran Canaria.
28/05/2019	Doña Yolanda Rozas Toribio, Subdirectora General de Coordinación de OPIs.
11/06/2019	Grupo de 25 alumnos de 4º de ESO del Colegio Ntra. Sra. Del Buen Consejo La Laguna.
14/06/2019	Grupo de 30 alumnos de bachillerato del Colegio Virgen del Mar de Santa María del Mar.
19/06/2019	Dos representantes del Telescopio Nórdico de la Universidad de Turku de Finlandia.
27/06/2019	Dos astrónomos visitantes de Taiwán.
05/07/2019	Grupo de 17 alumnos y monitores del Campus de la Ciencia y la Tecnología de la ULL.
15/07/2019	Grupo de 30 personas del Curso Internacional de Formación de Profesorado "Astronomy Adventure in the Canary Islands".
30/07/2019	Grupo de 4 personas miembros del Consejo Rector del IAC.
14/08/2019	D. Agustín Gil y 6 acompañantes de las fuerzas de seguridad del CNI.
29/08/2019	Doña Ana R. Mena de Dios, alcaldesa de Tegueste.
02/09/2019	D. Gustavo A. Matos Expósito, Presidente Parlamento de Canarias y 6 acompañantes.
04/09/2019	D. Luis Y. Gutiérrez Pérez, alcalde de La Laguna.
18/09/2019	Grupo de 16 personas del Instituto Otto Schott Gymnasium, Alemania.
19/09/2019	Grupo de 26 personas Instituto Danés.
24/09/2019	D. David Calle, director y fundador de Unicoos y su canal de Youtube, y 9 acompañantes.
10/10/2019	Prof. D. Paul Abell de NASA.
16/10/2019	Doña Liza Petrush, Cónsul General de los EEUU en la Embajada de Madrid y 2 acompañantes.
23/10/2019	Grupo de 15 representantes de instituciones participantes en el proyecto Confiáfrica.

24/10/2019	Grupo de 32 estudiantes y profesores del proyecto RockStar dentro del programa ERASMUS+.
30/10/2019	Grupo de 21 profesores nórdicos del programa RockStar.
04/11/2019	Cónsul de Japón en Canarias y acompañante.
11/11/2019	Dos participantes en el proyecto del Telescopio NRT.
12/11/2019	Grupo de 8 participantes en la Reunión Científica del Experimento CLASP2 pertenecientes a NASA, JAXA y National Astronomical Observatory of Japan entre otros.
26/11/2019	Grupo de 30 alumnos de bachillerato de ciencias del IES Andrés Bello de Santa Cruz de Tenerife.
03/12/2019	Prof. Raffaella Morganti, del Instituto Kapteyn en la Universidad de Groningen, Holanda, y Prof. Clive Tadhunter de la Universidad de Sheffield, Reino Unido.
03/12/2019	Grupo de 20 alumnos de 2º bachillerato IES de San Sebastián de La Gomera.
10/12/2019	Grupo de 50 estudiantes de Grado en Ingeniería Mecánica de la ULL.
10/12/2019	Prof. Marc Pinsonneault de la Universidad Estatal de Ohio, EEUU.
18/12/2019	Grupo de 24 alumnos de bachillerato del IES Manuel Martín González de Guía de Isora.

En el acompañamiento de estas visitas han participado en gran medida el personal de la Unidad de Comunicación y Cultura Científica UC3, pero también las han conducido el Director, el Coordinador del Área, los

jefes de departamento y algunos ingenieros o personal de otros departamentos como H. Quintero, J. Patrón, J. Sánchez-Capuchino, E. Joven, H. Deeg, J. Licandro, F. Gracia y P. Redondo. Componen Producción el Taller de

PRODUCCIÓN

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.

El SIE de Instrumentación, debido al tipo de actividad que desarrolla, no entra en el sistema de solicitudes de trabajo y facturación.

En 2019 se trabajó en 464 solicitudes de trabajo (125 en el Gabinete de Delineación y 290 en el Taller de Mecánica y 49 en el Taller de Electrónica). 23 solicitudes fueron canceladas por los peticionarios (1 en el Gabinete de Delineación y 17 en el Taller de Mecánica y 5 en el Taller de Electrónica). Hubo 1 rechazada por el Taller de Mecánica, bien por no corresponderle el tipo de trabajo solicitado o bien por falta de información o documentación para poder ejecutarla.

Las horas invertidas para realizar estos trabajos fueron 9.152,20 h.

En el siguiente gráfico podemos ver los porcentajes de dedicación de horas a los distintos proyectos (Gráfico VIII):



Gráfico VIII

A continuación, se detalla la dedicación de cada uno de los talleres y servicios que componen Producción.

Taller de Mecánica

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

Continuando con las acciones a realizar a raíz de los resultados de la auditoría de seguridad realizada por parte de la empresa Caracena Consultoría y Formación S.L., solicitamos a una empresa especializada un estudio sobre el estado de la planta de anodizado. La conclusión del estudio fue que la actual planta es muy antigua y que varios de los elementos que la componen deberían ser sustituidos, pero que, dado el estado general de la misma, la sugerencia es adquirir una nueva con marcado CE. En 2020, solicitaremos fondos para encargar un proyecto visado que nos permita saber qué inversión necesitaremos para una nueva planta.

En soldadura adquirimos un nuevo horno de secado para los electrodos ya que es importante mantenerlos en un ambiente seco para que no pierdan sus propiedades.

Respecto al Laboratorio de Metrología Dimensional se calibraron con certificación ENAC las máquinas de medir por tres coordenadas Mitutoyo CRYSTA-Apex S776, y la F801 obteniendo resultados muy satisfactorios.

Con la idea de poder realizar medidas de forma automática partiendo de ficheros CAD, se compró un cabezal PH10MQ PLUS. Mediante este sistema las medidas serán más rápidas y seguras.

En el mes de octubre se instaló un nuevo centro de mecanizado de 4 ejes LAGUN e iniciamos la licitación para la compra de un centro de mecanizado de 5 ejes.

También se adquirió una Prensa Plegadora Hidráulica PPC-65, una Sierra de Cinta MG MOD. HU440/600-SA, dos equipos de chorreado a presión (uno para uso general y otro exclusivamente para piezas que vayan a anodizarse) y una Lijadora de Banda BSM-150 400V.

Es importante recordar que estas adquisiciones están sustituyendo a máquinas que, aunque disponían de certificado de conformidad, carecían del marcado CE.

Antes de deshacernos de las máquinas u otros elementos obsoletos para nuestro uso, contactamos con la Univ. de La Laguna ULL y Centros de Formación Profesional para que valoraran si estas infraestructuras pueden ser interesantes para impartir enseñanzas a sus alumnos, tanto de Grado como de Formación Profesional.

La gestión tuvo un resultado positivo. A la ULL se le donó una mesa óptica con soportes y al IES Tacoronte-Oscar Domínguez se le donaron: una fresadora con protección y visualizador eléctrico de cotas y mesa, un torno con protección y micro plato de 200 mm de 3 ga-

rras y visualizador, un centro de mecanizado horizontal de 4 ejes con accesorios, una mesa óptica con soportes, una plegadora de chapa, una sierra de cinta semiautomática, una cabina granalladora con colector de polvo, y un taladro de columna.

Las obras para la ubicación del almacén de productos químicos se ejecutaron, pero el almacén-contenedor llegará a lo largo de 2020. Este almacén estará situado al lado del almacén-garaje que se construyó en la plataforma exterior del Taller de Mecánica. Los tres armarios para almacenar productos químicos llegaron a tiempo, pero no se podrán instalar hasta que llegue el almacén contenedor.

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 6.137,5 h. QUIJOTE es el Proyecto al que este Taller dedicó más horas. Le sigue el Taller de Mecánica. Este alto porcentaje de dedicación de horas al propio Taller fue debido a preparativos para la renovación de maquinaria y donación de equipos. Es importante recordar que salvo puestas a punto realizadas por especialistas de las empresas suministradoras de las máquinas, todo el mantenimiento, tanto preventivo como curativo, es realizado por personal del Taller. Le siguieron GTCAO, Instalaciones Telescópicas, Formación DE Producción en nuevas tecnologías, MICAL, etc.

La dedicación a Instalaciones Telescópicas estuvo relacionada principalmente con cúpula del telescopio TCS, ya que el propio Taller se encargó de gestionar y ejecutar su reparación y puesta a punto desde el principio.

El porcentaje de dedicación de horas podemos verlo en el siguiente gráfico (Gráfico IX):

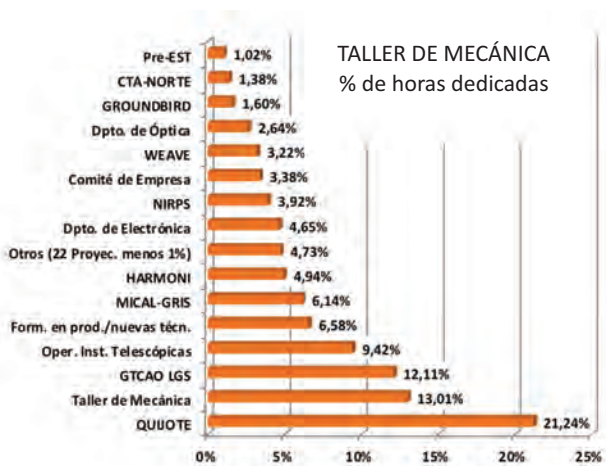


Gráfico IX

A finales del mes de agosto de 2019 nos dejó el Jefe del Taller de Mecánica H. Quintero Arocha. Le agradecemos la gran labor e impulso que le ha dado a este Taller en el tiempo que ha estado y deseándole lo mejor.

A principios de septiembre se incorporó como interino a este puesto, A. Ruiz Sabina, y que sin lugar a dudas continuará con el impulso y buen hacer del anterior en el cargo.

FORMACIÓN

La formación recibida por el personal del Taller de Mecánica fue:

- Asistencia de 4 miembros al curso de uso de Nitrógeno Líquido y Gases a Presión.
- Asistencia de 8 miembros al curso de Operación y Mantenimiento Básico de Sierra de Cinta MG HU-440/600.
- Asistencia de 5 miembros al curso de Operación y Mantenimiento Básico de Plegadora Cimatic.
- Asistencia de 1 miembro al curso de CREO- Flexible Modeling.
- Asistencia de 1 miembro al curso de Puente Grúa.
- Asistencia de 1 miembro al curso de Plataformas Elevadoras.
- Asistencia de 1 miembro al curso de Metrología Dimensional MCOSMOS 3.
- Asistencia de 5 miembros al curso de Formación en Software de mecanizado CAM, ESPRIT.
- Asistencia de 3 miembros al curso de Defectología en Soldadura.

Gabinete de Delineación Técnica

ACTIVIDAD

Durante 2019 el Gabinete de Delineación Técnica dedicó 1.007 h. en atender los trabajos solicitados. Es algo más que el pasado 2018, pero la baja cantidad de horas es debido a que prácticamente sólo se ha dispuesto de una persona.

El Gabinete de Delineación Técnica ha concentrado su actividad en la realización de planos de fabricación, generación de conjunto en 3D y algunos diseños.

FORMACIÓN

El personal recibió la siguiente formación:

- Curso de CREO-Flexible Modeling.
- Ejercicios prácticos teniendo de referencia nuestros propios manuales.

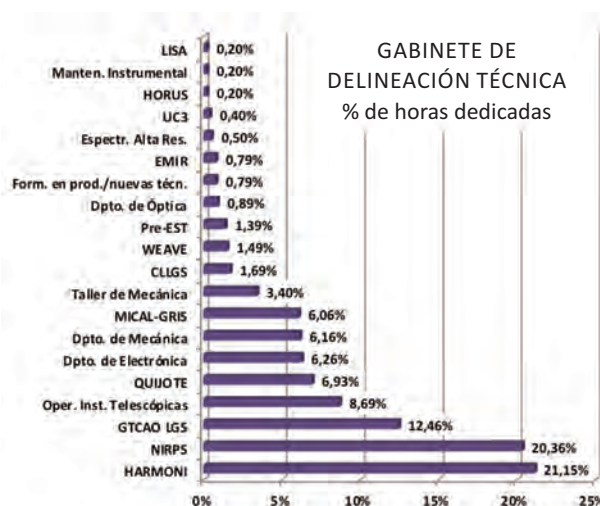


Gráfico X

Taller de Electrónica

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

En 2019 el Taller de Electrónica realizó una mejora a la infraestructura del alumbrado que se había realizado en años anteriores mediante el incrementando del número de luminarias LED obteniendo así una mayor uniformidad lumínica en las zonas de trabajo.

ACTIVIDAD

El Taller de Electrónica facturó 1.971,8 h. de trabajo en 2019. La mayor actividad se concentró en el Proyecto WEAVE, seguido por los proyectos LISA, EMIR, Dpto. de Electrónica, MICAL, Dpto. de Mecánica, etc.

En el siguiente gráfico (Gráfico XI) se puede ver porcentualmente las horas facturadas a los diferentes proyectos:

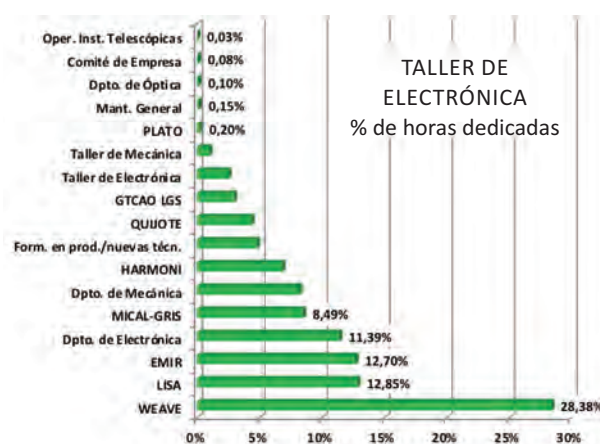


Gráfico XI

FORMACIÓN

La formación recibida por el personal del Taller de Electrónica fue:

- “EPLAN Pro Panel Basic (35h), impartido por EPLAN España Software & Services S.A. en las instalaciones del IAC.

SIE de instrumentación

El SIE de Instrumentación tiene como objetivo principal instalar, mantener y actualizar todos los paquetes de software específicos usados por los distintos Departamentos, Talleres y Servicios pertenecientes al Área de Instrumentación, así como ofrecer información, ayuda y soporte sobre determinado hardware de uso no común.

ACTIVIDAD

Las principales actividades realizadas durante 2019, además de dar soporte al personal y distintos proyectos, renovación de equipos de sobremesa y portátiles, gestión de compras de material, gestión de préstamos de material, etc. fueron:

- Mantenimiento de las licencias del software del Área.
- Gestión de compras de nuevos equipos y material accesorio.
- Actualización de equipos obsoletos.
- Gestión de los accesos a los laboratorios del Área.
- Mantenimiento de la web interna y externa del Área.
- Equipamiento y preparación de equipos para nuevo personal.
- Gestión personal en prácticas FCT asignado al SIE.
- Cambio de versión y servidor de Windchill y Creo y curso de actualización a la nueva versión de Creo.
- Generación de nueva imagen con el software actualizado.
- Actualización a Windows 10 de los equipos de Mecánica.
- Desarrollo en Python de un programa para extraer información de uso de las Licencias de Ansys.
- Desarrollo de un programa para modificar ficheros de Zemax de cara a su manipulación por Matlab del EST.
- Instalación de nuevo servidor de licencias en red de Zemax.

- Migración del servidor de licencias de National Instruments a Zuko.
- Instalación nueva impresora en electrónica/Corralón.
- Instalación de nuevo cableado de red en el laboratorio de Integración y el Taller de Mecánica.
- Reforma e instalación de nuevo equipamiento en Sala Pléyades.
- Instalación de Monitor 55” en despacho Coordinador.
- Instalación y configuración pantalla táctil 65” en pasillo del Área, frente al Coordinador.
- Estudio y petición de equipo 2 en 1 para Taller de Mecánica.
- Instalación de Inventor en la Sala de CAD para personal de IACTEC.
- Actualización del equipo DIMMA a Windows 10.
- Instalación de proyector y pantalla en oficina del Taller de Mecánica.
- Instalación de servidor de licencias para FRED.
- Migración del volumen Instrucopias.
- Ampliación de Memoria en PCs del grupo QUIJOTE.

FORMACIÓN

La formación recibida por el personal del SIE fue:

- Curso de Inglés C1.2
- Curso de sensores con Arduino.
- Congreso HackRon.
- Curso de Emergencias y Asistencia sanitaria.

Colaboración con empresas

Para la empresa MECAN se realizaron medidas de 12 piezas en la máquina de medir por tres coordenadas y se le emitieron los correspondientes informes metro-lógicos.

CONCIERTO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN IAC – CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES DEL GOBIERNO DE CANARIAS

Con este ya son 20 los años que llevamos acogiendo alumnos en prácticas. Este año realizó sus prácticas en el IAC, en el Taller de Mecánica y bajo la responsabilidad de H. Quintero Arocha:

- R.C. Negretty Díaz (IES Virgen de Candelaria).





IACTEC

ACTEC es el espacio de cooperación tecnológica y empresarial del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), cuya misión es desarrollar en Canarias un ecosistema innovador para la transferencia de alta tecnología entre el sector público y las empresas, aprovechando el capital científico y tecnológico del IAC. Facilita un entorno accesible y abundante en recursos humanos, científicos, tecnológicos y financieros: el espacio idóneo para que empresas e instituciones con vocación de I+D colaboren desarrollando nuevas asociaciones y proyectos innovadores. Se crea como entorno estratégico clave para el desarrollo del talento y de un tejido productivo dinámico e innovador en Canarias y en España.

Las actividades transversales realizadas en IACTEC durante 2019 han sido:

- Duplicar la dotación de personal del programa de Capacitación (financiado por el Cabildo de Tenerife) incorporando 7 tecnólogos adicionales a dicho programa, mediante un proceso selectivo innovador en el IAC (Relación de Candidatos 2019).
- La preparación para la certificación ISO 9001:2015 de IACTEC, prevista para 2020, (elaboración de procedimientos, registros, encuestas, manual de identidad corporativa y demás documentación requerida por la norma).
- Interacciones con Cabildo de Tenerife e INtech (Convenio de Cesión de uso del edificio al IAC, mantenimiento de la sede provisional, acceso al edificio del Proyecto CTA, visitas, apoyo a la capacitación de empresas para el parque tecnológico).
- El seguimiento financiero de las actividades (solicitudes de financiación, justificación de ejecuciones, preparación de presupuestos) y la gestión de compras.
- La organización de dos eventos relacionados con el impulso al emprendimiento en Astrofísica y Espacio y la transferencia de tecnología, celebrados, con el apoyo financiero de la fundación INCYDE, en Noviembre (talleres sobre “Open Innovation in Theory and Practice” y “Emprendimiento y transferencia en el sector espacio”).
- La preparación del Programa de Capacitación de IACTEC 2019, la elaboración del borrador del Pro-

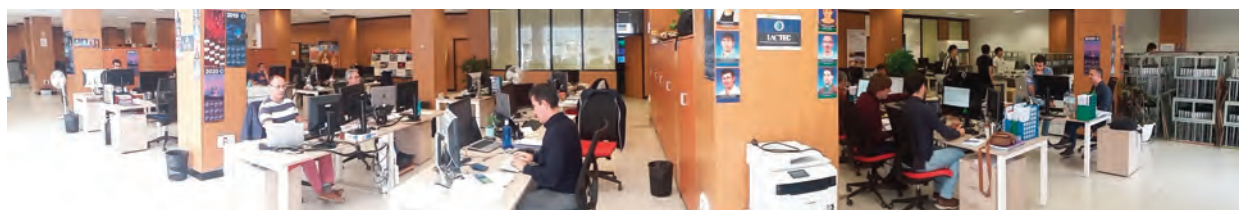
grama para 2020, gestión con INtech de la evaluación de las tareas realizadas en el programa en 2018.

- El mantenimiento de la sede provisional y su adaptación para alojar los trabajos de calibración de las cámaras de CTA (Universidad de Tokio).

Durante 2019 se han potenciado adicionalmente las capacidades científicas y técnicas de IACTEC, profundizando en su carácter de plataforma de colaboración público-privada. Se siguen avanzando bases de racionalidad económica sólida para atraer iniciativa privada y facilitar el cumplimiento de otros objetivos esenciales de IAC, como la creación de tejido empresarial y empleo de alta calidad, y que la plataforma sea económicamente auto-sostenible a medio y largo plazo.

Las principales líneas de investigación y progreso en esta área han sido:

- La selección, diseño e implantación de instrumentos económico-jurídicos de relación entre IAC y las empresas. Las empresas pueden así participar en proyectos de I+D+i concretos e independientes, ubicándose en la plataforma IACTEC durante el tiempo necesario.
- Se ha fortalecido la línea de convenios de colaboración público-privado tipificados, que han sido informados favorablemente por la Abogacía del Estado, autorizados por Hacienda, y están disponibles íntegramente tanto en español e inglés. Los convenios están destinados a entidades mercantiles españolas y extranjeras del máximo nivel. En



su segundo año de funcionamiento esta nueva línea ha concluido convenios con ESTEYCO y SENER, estando en proceso convenios con ACRI-ST y IENAI SPACE.

- Se ha avanzado la participación consorciada con empresas privadas en candidaturas a proyectos de I+D competitivos. En particular, en el programa H2020 comunitario.
- Se ha mantenido la colaboración con cartas de intención solicitadas por empresas mercantiles de I+D. Las cartas señalizan la disponibilidad de generar proyectos en IACTEC subcontratando al IAC en proyectos competitivos de I+D.
- Se ha participado tentativamente en compra pública innovadora, estudiándose la figura de Asociaciones para la innovación.
- Se ha realizado una propuesta de normativa interna para la creación de *start-ups/spin-offs*, desde IACTEC, acometiendo un análisis en profundidad de los requisitos jurídicos que permitan la participación de personal del IAC en dichas entidades, con pleno respeto del actual marco normativo.
- Desarrollo de un nuevo sistema colaboración público-privada para financiación de la I+D con dinero privado y la determinación de los objetivos de ciencia y tecnología, así como la ejecución por el sector público. (Proyecto Financiación-NRT).
- Se han presentado dos Proyectos diversos de Investigación y Desarrollo interdisciplinares en I+D en las sub-áreas de “Astrofísica y Astronomía” y “Empresas y Finanzas” (Proyecto AIA y Proyecto RIC-TEL), con objeto de investigar nuevos procesos la financiación y ejecución con I+D privada de objetivos de ciencia y tecnológicos públicos, a través de diversos instrumentos jurídico-económicos.
- Aprobación del Convenio para el aprovechamiento del edificio IACTEC, que cuenta con los incentivos económicos necesarios para que el proyecto sea de interés del IAC y del Cabildo de Tenerife y sea financieramente sostenible.

En definitiva, se ha trabajado científica, técnica, económica y jurídicamente para posicionar a IACTEC como iniciativa del máximo interés para el IAC y otras instituciones y organismos públicos y privados. De esta forma, se mantiene el desarrollo de IACTEC como iniciativa innovadora en sintonía con los objetivos de ciencia y tecnología de España y Canarias y con las próximas perspectivas financieras de la Unión Europea. En particular, fomentar una mayor colaboración en I+D+i entre el sector público y la empresa privada, (con el prerequisite

de no afectar a los objetivos de ciencia), una mayor proximidad de la ciencia básica a los ciudadanos y una mejora en la utilización de los recursos públicos invertidos en I+D+i.

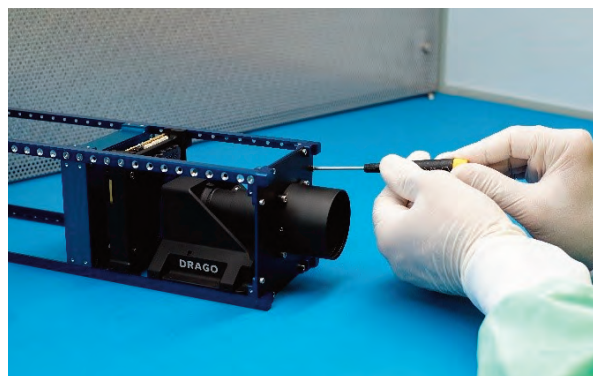
ACTIVIDADES REALIZADAS DENTRO DE LOS PROGRAMAS PRINCIPALES

a.- Programa de Micro-satélites

El grueso del trabajo ha estado dedicado al Proyecto ALISIO+DRAGO. ALISIO (Advanced Land Imaging Satellite for Infrared Observations) será un nano-satélite 3U+ en órbita LEO (Low Earth Orbit) que ayudará a posicionar a IACTEC en el mercado y llevar a cabo el desarrollo y lanzamiento del primer satélite canario. ALISIO tendrá como primer objetivo observaciones en el rango SWIR a través del instrumento DRAGO (Demonstrator for the Remote Analysis of Ground Observations) y como objetivo secundario las pruebas de MELISA, una tarjeta medidora de campos magnéticos para el experimento LISA de ondas gravitacionales.

En concreto, las actividades han sido:

- Culminación de la Preliminary Design Review —PDR— de ALISIO.
- Especificación de la plataforma y preparación del lanzamiento.
- Documentación según estándares ECSS (ESA).
- Establecimiento de una red de contactos con empresas, organismos y centros tecnológicos y de investigación, propuestas de nuevos proyectos.



b.- Tratamiento de Datos de Observación de la Tierra

Esta nueva línea tiene la misión de posicionar IAC-TEC en dicho sector y realimentar al equipo de Microsatélites con propuestas para cargas útiles de observación. Se está preparando una propuesta a la convocatoria H2020 Space Hubs (incubación de empresas de tratamiento de datos de Copernicus), y creando una plataforma para la distribución abierta de las imágenes de ALISIO, y da apoyo al Proyecto TEIDESAT (nano-satélite de la Universidad de La Laguna ULL).

c.- Programa de Tecnología Médica

Las tareas principales de este programa han sido:

- Adquisición de imágenes de pie diabético, con cámaras térmica (infrarrojo de onda larga- LWIR), visible (RGB) y de profundidad: segmentación de las áreas de interés para su evaluación a través de entrenamiento de redes neuronales (Convolutional Neural Network), calibración térmica de distintos sensores infrarrojos de bajo coste.
- Desarrollo de 5 prototipos de radiómetros de microondas para estudiar la capacidad de penetración en función de la frecuencia y así medir la temperatura interna a través de la piel, complementado la termografía infrarroja.
- Diseño y fabricación de fantasmas que emulan tejidos biológicos, incluidos fantasmas multimodales, que permiten operar en espectros tan alejados como microondas y ultrasonido.

Financiado por dos proyectos (Capacitación Tecnológica del IACTEC y programa Interreg MAC "MAC-bioDi") el programa ha presentado dos propuestas de proyectos adicionales en 2019.

d.- Programa de Grandes Telescopios

En este programa se integran tres proyectos principales, EST (European Solar Telescope CTA (Cherenkov Telescope Array)), y NRT (New Robotic Telescope), y se están abriendo nuevas líneas de investigación:

Por un lado, se ha explorado una posible colaboración con la ESA para la construcción y operación de un telescopio de clase 4m provisto de láser para corrección de la PSF (función de respuesta del telescopio) así como para comunicaciones ópticas con satélites de órbita lejana. El proyecto está provisionalmente congelado.

Por otra parte, se está estudiando como línea estratégica la fabricación de estructuras telescópicas aligeradas, con especial énfasis en la disminución del peso de los espejos que estas soportan. El coste de telescopios de gran tamaño se debe sobre todo a que la masa

de espejos y estructura es de 0.5-1.0 toneladas por metro cuadrado de superficie; por lo que está claro que rebajar este coste en un orden de magnitud cambiaría el marco en el que se diseñan dichos telescopios. Está en marcha una colaboración con científicos e ingenieros del Instituto de Astronomía de Hawái (EEUU), *Dynamic Structures/Dynamic Optics* de Vancouver (Canadá) y el instituto INSA de Lyon (Francia) para diseñar y construir telescopios ultraligeros. La colaboración tendrá tres partes:

- 1.- Pulido rápido de espejos (comenzando con espejos de tipo convencional, pasando más adelante a los descritos en el punto 3).
- 2.- Diseño y construcción de un prototipo de telescopio "hueco" consistente en un anillo de espejos que operarán como coronógrafo (con espejo secundario pequeño, ligero).
- 3.- Desarrollo de prototipos de espejos ultraligeros cuya meta es la confección de espejos de calidad astronómica con densidad menor de 100 kg/m².

NUEVO EDIFICIO DE IACTEC

El 27 de febrero se inauguró en La Laguna el Nuevo Enclave del Parque Científico y Tecnológico INTech La Laguna. A la presentación de los edificios de IACTEC y Nanotec acudieron: Coqui García Román, gerente de INTech Tenerife, quien fue la encargada de dirigir el acto; Antonio García Marichal, consejero Insular del Área Tenerife 2030: Innovación, Educación, Cultura y Deportes; Rafael Rebolo, director del IAC; Antonio Martín Cejas, rector de la Universidad de La Laguna; Rosa Dávila, consejera de Hacienda del Gobierno de Canarias; y Carlos Alonso Rodríguez, presidente del Cabildo Insular de Tenerife.

Durante el acto de inauguración, Coqui García Román presentó los proyectos que se desarrollarán en las instalaciones del Parque Científico y Tecnológico "INTech La Laguna". Por su parte, Antonio García Marichal, recordó que esta iniciativa tecnológica ha supuesto un reto de 8 años de duración que ahora comienza a convertirse en realidad. Rafael Rebolo insistió en el firme compromiso del IAC en la transferencia de tecnología a la sociedad. Antonio Martín Cejas expresó que la Universidad de La Laguna aporta algo más que el suelo a estas nuevas instalaciones apostando por una economía basada en el conocimiento. Durante su intervención, Rosa Dávila Mamey aseguró que el Parque Científico y Tecnológico INTech La Laguna va a convertirse una de las piedras angulares sobre las que se construirá la isla del futuro. El encargado de clausurar las intervenciones fue Carlos Alonso



Edificio de IACTEC en el Parque Científico y Tecnológico “INTech La Laguna”. Crédito: Inés Bonet Márquez (IAC).

Rodríguez, quien agradeció a todas las partes su participación en este proyecto y señaló que aún quedan pendientes dos edificios en este entorno científico-tecnológico.

El nuevo edificio de IACTEC, comparte un área verde de 30.000 m² cuadrados con otros edificios de uso empresarial y tecnológico, cerca de la sede central del IAC y de los campus universitarios de La Laguna. Dispone de un edificio puntero que ofrece a las empresas más de 4.000 m² con salas limpias, laboratorios multipropósito, despachos, salas de reuniones, áreas de almacenaje, comunes y aparcamiento. Esta nueva instalación facilita un entorno accesible y abundante en recursos humanos, científicos, tecnológicos y financieros donde empresas e instituciones con vocación de I+D+i pueden colaborar desarrollando nuevas asociaciones y proyectos innovadores al tiempo que generan un tejido productivo dinámico en Canarias y en España, con orientación europea.

IACTEC es una iniciativa del IAC que cuenta con el apoyo de organismos públicos y privados, como el Mi-

nisterio de Ciencia, Innovación y Universidades, el Cabildo Insular de Tenerife, el Parque Científico Tecnológico de Tenerife (PCTT), la Universidad de La Laguna (ULL), la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) o Asociación Española de la Industria de la Ciencia (INEUSTAR), entre otros.

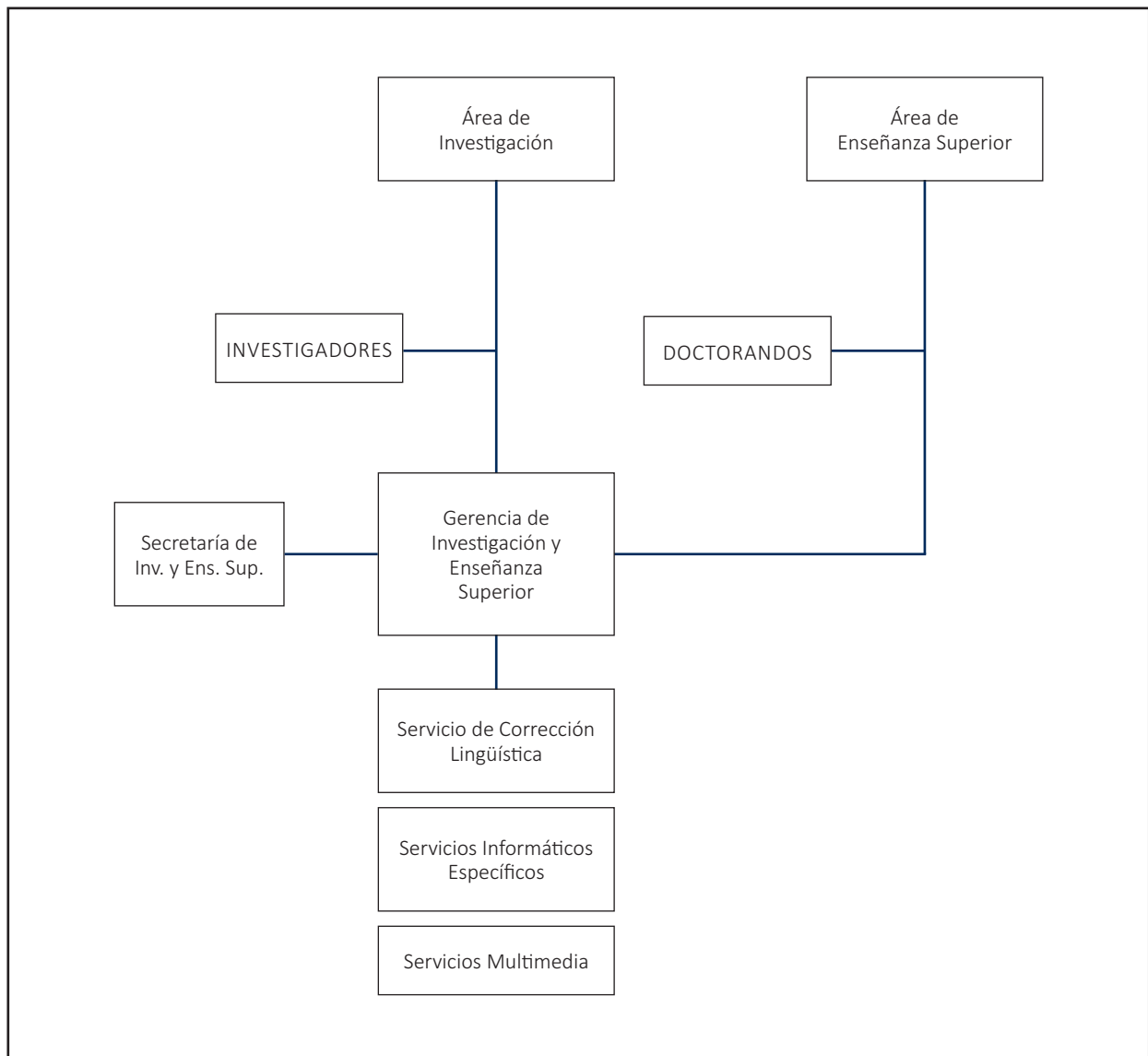
Esta rama del IAC tiene entre sus prioridades consolidarse como un centro de referencia, a nivel nacional e internacional, para la cooperación entre el sector público y el privado en el ámbito de la instrumentación astrofísica aplicada y las tecnologías afines. También quiere fortalecer las competencias del IAC alcanzando el nivel de excelencia tecnológica del Área de Instrumentación de este centro y complementando su actividad de I+D. Además de posicionarse como el nodo de referencia en Canarias de la colaboración con la Industria de la Ciencia en el desarrollo de productos y tecnologías de alto valor añadido; y destacar como referente en la creación de empleo consolidando el tejido empresarial innovador de Canarias.





**ÁREA DE
ENSEÑANZA
SUPERIOR**

Corresponde al Área de Enseñanza Superior organizar y coordinar las actividades del IAC 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, el programa de Becas de Formación de Doctores en Astrofísica (Astrofísicos Residentes propios del IAC, Astrofísicos Residentes del Programa de Colaboración con La Caixa, doctorandos internacionales y parte de los programas de FPI, FPU y ayudas del Gobierno de Canarias), la “Canary Islands Winter School of Astrophysics” —este año se organizó la XXXI edición— y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica. También acoge a estudiantes en formación de redes internacionales y de doctorandos de cotutela con varias universidades europeas.



El IAC también participa en los estudios de posgrado (Máster y doctorado) que han obtenido las menciones de “Excelencia” y “Hacia la Excelencia” en todas las convocatorias Ministeriales.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2019 se impartieron los cursos que se relacionan a continuación:

CURSOS DE DOCTORADO

CURSOS IMPARTIDOS DENTRO DEL MÁSTER DE ASTROFÍSICA

Segundo cuatrimestre del curso académico 2018-19 (febrero a junio de 2019)

I Curso:

“Instrumentación básica”

Dr. R.J. García López (IAC-ULL)

“Cosmología”

Dr. J. Cepa Nogué (IAC-ULL)

“Técnicas de espectroscopía”

Dr/as. M.J. Arévalo Morales, M. Collados Vera, J. Cepa Nogué, C. Lázaro Hernando (IAC-ULL); J.A. Acosta Pulido y N. Caon (IAC)

“Nebulosas ionizadas”

Dr. C. Esteban López (IAC-ULL)

“Exoplanetas y Exobiología”

Dres. V. Sánchez Bejar, R. Alonso Sobrino, J.A. Belmonte Avilés, H. Deeg y E. Pallé Bago (IAC)

“Radioastronomía”

Dr. J. Betancort Rijo (IAC-ULL)

“Astrofísica de Altas Energías y Astropartículas”

Dres. R.J. García López y P. Rodríguez Gil (IAC-ULL)

“Técnicas de simulación numérica”

Prof. F. Moreno Insertis y Dr. C. Brook (IAC-ULL)

“Astrofísica computacional”

Prof. E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL)

“Física del plasma cósmico”

Dr. M. Collados Vera (IAC-ULL)

“Física de objetos compactos y procesos de acreción”
Dres. I. González Martínez-Pais y P. Rodríguez Gil (IAC-ULL)

“Estructura del Universo a Gran Escala”

Dr. J. Betancort Rijo (IAC-ULL)

Primer cuatrimestre del curso académico 2019-20 (septiembre de 2019- enero de 2020)

I Curso:

“Estructura y Evolución Estelar”

Dr. B. Ruiz Cobo (IAC-ULL)

“Atmósferas Estelares”

Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

“Física Galáctica”

Prof. A. Aparicio Juan (IAC-ULL)

“Física Extragaláctica”

Prof. A. Aparicio Juan y Dres. C.M. Gutiérrez de la Cruz (IAC-ULL) y J. Falcón Barroso (IAC)

“Técnicas computacionales básicas”

Dr. F. Shu Kitaura (IAC-ULL)

“Técnicas observacionales básicas”

Dr/as. C. Lázaro Hernando (IAC-ULL), N. Caon y A. Monreal Ibero (IAC)

II Curso:

“Técnicas Astrofísicas de Objetos Extensos”

Dr. I. Pérez Fournón (IAC-ULL)

“Actividades Complementarias de Investigación”

Dr/as. M.J. Arévalo Morales y J. Cepa Nogue (IAC-ULL)

“Espectropolarimetría en Astrofísica”

Dr/a. J.A. Rubiño Martín y T. del Pino Alemán (IAC)

“Técnicas de programación”

Dr. A.M. de Vicente Garrido (IAC)

“Instrumentación avanzada”

Prof. F. Garzón López (IAC-ULL)

“Física Solar y Clima Espacial”

Dras. E. Khomenko (IAC-ULL) y M.J. Martínez González (IAC)

CURSOS IMPARTIDOS EN LA LICENCIATURA DE FÍSICA

Segundo cuatrimestre del curso académico 2018-19 (febrero a junio de 2019)

GRADO EN FÍSICA:

I Curso:

“Física Básica II”

Dr/a. C. Régulo Rodríguez y F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

III Curso:

“Dinámica de fluidos Astrofísicos”

Dres. B. Ruiz Cobo (IAC-ULL) y T. Felipe García (IAC)

Optativas

“Electrónica y Óptica en Astrofísica”

Dres. M. Collados Vera, F. Garzón López y R.J. García López (IAC-ULL)

“Técnicas Astrofísicas”

Prof. E. Mediavilla Gradolph y Dres. C. Brook y P. Rodríguez Gil (IAC-ULL)

Primer cuatrimestre del curso académico 2019-20 (septiembre de 2019 a enero de 2020)

I Curso:

“Computación científica”

Dr/a. C. Esteban López (IAC-ULL), I. Arregui Uribe-Echevarría, J. García Rojas, M. Montes Solís y E. Méndez Delgado (IAC)

II Curso:

“MM4: Ecuaciones diferenciales y variable compleja”

Dres. I. González Martínez-Pais y F. Kitaura (IAC-ULL)

III Curso:

“Astrofísica y Cosmología”

Prof. T. Roca Cortés (IAC-ULL)

IV Curso:

“Relatividad General”

Dr. F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

“Prácticas Externas I: Gestión Proyectos de Innovación”
D. J. Burgos Martín (IAC)

“Prácticas Externas II”

Dr/a. M.J. Arévalo Morales e I. Pérez Fournon (IAC-ULL)

GRADO EN MATEMÁTICAS:

Segundo cuatrimestre del curso académico 2018-19 (febrero a mayo de 2019)

IV Curso:

“Análisis espectral de datos”

Dr. C. Lázaro Hernando (IAC-ULL)

Primer cuatrimestre del curso académico 2018-19 (septiembre de 2018 a enero de 2019)

I Curso:

“Fundamentos de 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 2019 han tenido lugar los siguientes seminarios:

“Unusual Abundance Patterns Across the Milky Way: Evident Signatures of Dissolving GC Stars”
Dr. José G. Fernández-Trincado (Univ. de Atacama, Copiapó, Chile)
15 enero

“HORuS: High-Resolution and Broad Spectral Coverage on GTC”
Dr. Carlos Allende (IAC)
16 enero

“Astro-African Memories”
Dra. Cristina Martínez Lombilla (IAC)
17 enero

“An Infrared and Sub-mm View of AGN Obscuration and Feedback”
Dra. Cristina Ramos Almeida (IAC)
24 enero

“La firma Digital en los Procedimientos dentro y fuera del IAC” // “Digital signature in the procedures in and out of the IAC”

Sr. Ricardo Díaz Campos (IAC)
25 enero

“[C/N] in Red Giants and Across the Milky Way”

Dr. Matthew Shetrone (McDonald Obs., Texas. EEUU)
5 febrero

“The Rugged Landscape of Core-Collapse Supernova Explosions”

Dr. Ondrej Pejcha (Charles Univ., Chequia)
7 febrero

“A Lifetime of Studies in Star Formation”

Dr. Hans Zinnecker (Univ. Autónoma de Chile)
12 febrero

“The Rich Population of Jellyfish Galaxies in Abell 901/2 at $z \sim 0.165$ ”

Dra. Ana Chies Santos (UFRGS, Porto Alegre, Brasil)
14 febrero

“Airborne Infrared Astronomy with SOFIA” (Part I)

Dr. Hans Zinnecker (Deutsches SOFIA Inst., Univ. de Stuttgart, Alemania)
19 febrero

“Airborne Infrared Astronomy with SOFIA” (Part II)

Dr. Hans Zinnecker (Deutsches SOFIA Inst., Univ. de Stuttgart, Alemania)
21 febrero

“New Science with SDSSV”

Dr. Arturo Manchado (IAC)
26 febrero

“Chemical Cartography in the Milky Way with SDSS/APOGEE”

Prof. Jon Holtzman (Fundación Jesús Serra)
14 marzo

“Characterizing the Circum/Inter-Galactic Medium in Emission Around $z \sim 2-3$ Quasars”

Dr. Fabrizio Arrigoni Battaia (Max Planck Inst. for Astrophysics, Alemania)
19 marzo

“The Starlight Foundation: the Starry Sky as a Scientific, Cultural, Environmental and Sustainable Economy Resource”

Dra. Antonia M. Varela (Starlight Foundation, IAC)
21 marzo

“Properties and Evolutionary State of Massive Stars across the HR Diagram”

Dr. Michalis Kourniotis (Astronomical Inst. of the Czech Academy, Chequia)
28 marzo

“The Future of the Sloan Digital Sky Survey: Pioneering Panoptic Spectroscopy in the Next Decade”

Dr. José Sánchez Gallego (Univ. de Washington, Seattle, EEUU)
9 abril

“Optical spectroscopy of local type-1 AGN LINERS”

Dra. Sara Cazzoli (IAA)
11 abril

“Investigating Galaxy Evolution with Deep Learning”

Dr. Marc Huertas Company (IAC)
9 mayo

“Habitability of Terrestrial-Mass Planets in the Habitable Zone of Red Dwarfs”

Dr. Subhanjoy Mohanty (Imperial College, Londres, Reino Unido)
14 mayo

“The Epoch of Formation of Galaxy Disks Using Extragalactic Rings”

Dra. Patricia Sánchez Blázquez (Univ. Autónoma de Madrid)
23 mayo

“The Problems of Mounting Big Instruments on Big Telescopes and the ELT Instrumentation Programme”

Dr. Peter Hammersley (ESO)
24 mayo

“The OTELO Survey”

Dr. Ángel Bongiovanni (IAC)
27 mayo

“The Fundamental Metallicity Relation of Galaxies”

Dr. Jorge Sánchez Almeida (IAC)
13 junio

“From Ultra-High Energy Cosmic Rays to the Study of Gamma Rays”

Mr. Patrick Cechvala (Comenius Univ., Bratislava, Eslovaquia)
18 junio

“Galaxy Structure and the Galaxy-Halo Connection”

D. Lorenzo Zanisi (Univ. de Southampton, Reino Unido)
20 junio

“Surface Rotation and Photometric Activity of Kepler Solar-Type Stars”

Dra. Ángela Santos (Space Science Inst., Colorado, EEUU)

25 junio

“Space Debris Research at the Comenius University in Bratislava, Slovakia”

D. Šilha Jiří (Comenius Univ. Bratislava, Eslovaquia)

27 junio

“MaxiMask: A New Tool to Identify Contaminants in Astronomical Images Using Convolutional Neural Networks”

D. Maxime Paillassa (Univ. de Burdeos, Francia)

28 junio

“The Plurality of Worlds”

Dr. Amaury Triaud (Univ. de Birmingham. Reino Unido)

4 julio

“How to Publish (and write) an Impactful Paper in Nature Astronomy and Beyond”

Dr. Marios Karouzou (Nature Astronomy)

15 julio

“Massive Runaway and Walkaway Stars: Space Astrometry from Gaia and Hubble”

Dr. Danny Lennon (IAC)

16 julio

“Gamma-Ray Astrophysics”

Dra. Mónica Vázquez Acosta (IAC)

23 julio

“The Milky Way Galaxy: from the Radial Migration of Stars to GAIA DR2 Data Analysis”

Dr. Roman Nagy (Comenius Univ., Bratislava, Eslovaquia)

31 julio

“A New Technique to Constrain Torus Parameters Using X-Ray and Mid-IR Simultaneous Fit”

Dr. Donaji Esparza Arredondo (IRAM, México)

17 septiembre

“Charla Informativa Sobre el Proyecto TMT en el Observatorio del Roque de los Muchachos”

Dr. Rafael Rebolo (IAC)

19 septiembre

Vertical Magnetic Field on the Boundary of an Evolving Pore”

Dña. Marta García Rivas (Astronomical Inst. de Czech Academy of Sciences, Chequia)

24 septiembre

“Unicoos, Ayudando Gratis a Millones de Personas a ser Mejores y Perseguir sus Sueños

Sr. David Calle (Unicoos)

26 septiembre

“Study of the Diversity of AGN Dust Models”

Dra. Omaira González Martín (IRAM, México)

1 octubre

“Arch Filament Systems and their Evolution through the Layers of the Solar Atmosphere”

Dr. Sergio Javier González Manrique (Astronomical Inst., Slovak Academy of Sciences, Eslovaquia)

15 octubre

“Looking to the Future at Space Telescope Science Institute”

Dra. Nancy Levenson (STScI)

16 octubre

“Adaptive Optics for Space Situational Awareness”

Dr. Steve Weddell (Univ. de Canterbury, Nueva Zelanda)

17 octubre

“Starshot; the First Interstellar Probe”

Dr. James Benford (Microwave Sciences)

28 octubre

“Improving the Efficiency and Productivity of the Canarias Observatories”

Dr. Matteo Monelli (IAC)

29 octubre

“Adaptive Optics Research at the Institute of Optics and Electronics, Chinese Academy of Sciences”

Prof. Changhui Rao (Institute of Optics and Electronics, Chinese Academy of Sciences, República Popular China)

30 octubre

“The Three Voices of the BRITTE-SONG of Aldebaran

Dr. Paul Beck (Karl-Franzens Univ., Graz, Austria)

30 octubre

“Theoretical Chemistry as an Efficient Tool for Understanding Astrochemical Transformations of Fullerenes and Related Species”

Prof. Denis Sabirov (Inst. of Petrochemistry and Catalysis of Russian Academy of Sciences, Rusia)
31 octubre

“COSMIC DANCE: A Comprehensive Study of IC4665”
Dña. Núria Miret Roig (Univ. de Burdeos, Francia)
13 noviembre

“Twinkle – a Low-Earth Orbit Visible and Infrared Exoplanet Spectroscopy Observatory”
Dr. Marcell Tessenyi (Blue Skies Space Ltd.)
14 noviembre

“Two Disputes on Galactic Bulge/Bar Morphology”
Dr. Martín López Corredoira (IAC)
21 noviembre

“The-Vanishing and Appearing Sources during a Century of Observations (VASCO) Project: a Status Update”
Dra. Beatriz Villarroel (Nordic Inst. of Theoretical Physics-IAC)
26 noviembre

“A Tool for Restoring the Starry Sky at Teide Observatory”
Prof. Martin Aube (Sherbrooke Univ., Canadá)
3 diciembre

“What Spectra of Massive B-Stars Can tell us about their Binary and Pulsational Properties”
Dr. Andrés Irrgang (Banberg Obs., Alemania)
10 diciembre

“Desvelando a los Astrónomos del Egipto Antiguo”
Dr. José Lull (Univ. Autónoma de Barcelona)
11 diciembre

“The Cold Helium Corona and New Ideas for Sensitive Coronal IR Magnetometry”
Prof. Jeffrey R. Kuhn (IfA, Hawai. EEUU)
16 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 2019 tuvieron lugar los siguientes coloquios:

“Galaxies at High z: the MUSE Revolution”
Prof. Roland Bacon (CRAL – Obs. de Lyon, Francia)
29 enero

“The Structured Outflows of Massive Stars: A Tale of Theory and Observation”
Prof. Alex Fullerton (Space Telescope Science Inst., Maryland, EEUU)
28 febrero

“3D-Imaging of the Molecular Emission from the Inner Debris of SN1987A (and the Dust Factory)”
Prof. Jon Marcaide (Univ. de Valencia)
6 junio

“Supernova Dust”
Prof. Mike Barlow (University College, Londres, Reino Unido)
25 julio

“Fundamental Physics with Radio Astronomy”
Prof. Michael Kramer (MPI Radioastronomie, Alemania)
3 octubre

“Future Exploration of the Solar System: NASA’s Moon to Mars Initiative”
Prof. Paul Abell (NASA)
10 octubre

“Pushing the Boundaries on the Accuracy of Fundamental Stellar Parameters”
Prof. Andrej Prsa (Villanova Univ., Pensilvania, EEUU)
8 noviembre

“Neutral and Molecular Gas Outflows as Tracers of the Impact of Radio Jets”
Prof. Raffaella Morganti (ASTRON, Países Bajos)
5 diciembre

“Asteroseismology in the Gaia Era: A New View of the Milky Way”
Dr. Marc Pinsonneault (Ohio State Univ., EEUU)
12 diciembre

“Large Instruments for Exoplanet Direct Imaging Studies Beyond TMT/EELT/GMT”
Prof. Jeffrey R. Kuhn (IfA, Hawaii, EEUU)
13 diciembre

BECAS

ESTUDIANTES DE DOCTORADO

Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de verano 2019 (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 2019 se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Pablo Rodríguez Beltrán (Univ. de Las Palmas de Gran Canaria)
Proyecto: "Assessment and improvement of an analytical model to fit the stellar velocity ellipsoid of disks in galaxies"
Directores: Dres. Francesca Pinna y Jesús Falcón
- Ayoze Álvarez Hernández (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Determining a reliable mass ratio for the intermediate polar GK Persei"
Director: Dres. Manuel A. Pérez Torres y Pablo Rodríguez Gil
- Javier Sánchez Sierras (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Optical spectroscopy of X-ray binaries: spectral evolution and search for winds"
Directores: Dres. Virginia Cúneo y Teodoro Muñoz Darías
- Alberto Daza García (Univ. de Sevilla)
Proyecto: "Marginal Point Spread Function Estimator for Astronomical Images"
Directores: Dres. Roberto Baena y Johan Knapen
- Facundo David Moyano (Univ. Nacional de La Plata, Argentina)
Proyecto: "Star formation within bars of nearby galaxies"
Directores: Dres. Simón Díaz García, Sebastián Comerón y Johan Knapen
- Nuria Agues Paszkowsky (Lulea Tekniska University, Suecia)
Proyecto: "Contribution of Primordial Massive Black Holes to Quasar Microlensing"
Directores: Prof. Evencio Mediavilla Gradolph y Alejandro Oscoz Abad

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:

- M^a Guayente Panizo Espinar (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Cold winds from accreting black-holes and neutron stars"
Directores: Dres. Teodoro Muñoz Darías y Montserrat Armas Padilla
- Ayoze Álvarez Hernández (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Testing white dwarf X-ray masses in magnetic cataclysmic variables with dynamical studies"
Directores: Dres. Manuel Ángel Pérez Torres y Pablo Rodríguez Gil
- Javier Sánchez Sierras (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Multi-wavelength timing of low-mass X-ray binaries"
Directores: Dres. Jorge Casares Velázquez y Teodoro Muñoz Darías
- Regina Sarmiento (Univ. Nacional de La Plata, Argentina)
Proyecto: "Detection and characterization of Earth-like planets in the habitable zone of K and M-dwarfs with ESPRESSO"
Director: Dr. Jonay I. González Hernández
- Pablo Rodríguez Beltrán (Univ. de Las Palmas de Gran Canaria)
Proyecto: "Surface Brightness Fluctuations to constrain galaxy stellar populations"
Directores: Dres. Alexandre Vazdekis, Michael Beasley y Miguel Cerviño Saavedra

Estudiantes de doctorado (Becas) con otras fuentes de financiación

Dentro del programa de becas FPI financiadas por el Ministerio de Economía y Competitividad, han iniciado la tesis en el IAC los estudiantes:

- Jorge Romero Gómez – FPI (Univ. de La Laguna)
Proyecto: AYA2017-83204-P "WEAVE: Exploring new scientific horizon through Spectroscopic Surveys"
Directores: Dres. José Alfonso López Aguerri y Jairo Méndez Abreu

- Mateo Fernández Torreiro- FPI (Univ. de La Laguna)
Proyecto: AYA2017-84185-P “Cosmología de precisión con el fondo cósmico de microondas: Quijote, Planck y otros experimentos de microondas en el Observatorio del Teide”
Directores: Dres. José Alberto Rubiño Martín y Rafael Rebolo López

- Salvador Cardona Barrero- FPI-SO (Univ. de La Laguna)
Proyecto: SEV2015-0548-18-3 “Brillo superficial, tamaño, historia de formación estelar y cinemática de galaxias enanas simuladas: el impacto de los parámetros libres de las simulaciones”
Directoras: Dras. Arianna Di Cintio y Giuseppina Battaglia

- Andrea Perdomo García- FPI-SO (Univ. de La Laguna)
Proyecto: SEV2015-0548-18-2 “Línea Severo Ochoa de Física Estelar e Interestelar”
Directores: Dres. Manuel Collados Vera y Nikolas Vitas

- Alberto M. Martínez García- FPI (Univ Complutense de Madrid)
Proyecto: AYA2017-89841-P “Análisis profundo de las propiedades de los fósiles estelares en el entorno del Grupo Local”
Director: Prof. Antonio Aparicio Juan

- Mauro González Otero- FPI (Univ. Complutense de Madrid)
Proyecto: AYA2017-88007-C3-1-P “Propiedades espectroscópicas de las galaxias de Herschel en Lockman”
Director: Dr. Jordi Cepa Nogué

- Esther Soria Hernández- FPI-SO (Univ. Complutense de Madrid)
Proyecto: SEV2015-0548-18-4 “Functional Prototype of an Adaptive Optics System for Intermediate Size Telescopes”
Director: Dr. Roberto López López

- David Afonso Delgado- Programa POLMAG
Proyecto: Polarized Radiation Diagnostics for Exploring the Magnetism of the Outer Solar Atmosphere” (POLMAG), financiado por la “Advanced Grant” que el Consejo Europeo de Investigación ha otorgado al Prof. Javier Trujillo Bueno
Director: Prof. Javier Trujillo Bueno

TESIS DOCTORALES

En el 2019 se leyeron 17 tesis doctorales.
(Ver PRODUCCIÓN CIENTÍFICA)

XXXI ESCUELA DE INVIERNO “Dinámica de fluidos computacional en Astrofísica”

Este año tuvo lugar la XXI edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue “Computational Fluid Dynamics in Astrophysics”. Se celebró del 19 al 28 de noviembre en la Universidad de La Laguna. En esta edición, los cursos fueron impar-



Poster de la XXXI Escuela de Invierno.

tidos por siete profesores expertos en los métodos de estudio computacional de dinámica de fluidos y en supercomputación. Se impartieron un total de 48 horas de clase y asistieron 68 alumnos de 18 países que actualmente preparan su tesis doctoral, o la han terminado recientemente, sobre un tema relacionado con el de la escuela. Dentro de las actividades paralelas a la escuela, los estudiantes y profesores visitaron el Instituto de Astrofísica; el Observatorio del Teide (Tenerife) y el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

La dirección y organización estuvo a cargo de los Dres. Lena Khomenko, Nikola Vitas, Claudio Dalla Vecchia, Rafael Rebolo (IAC) e Ignacio González Martínez-Pais (IAC/ULL). Cambridge University Press ya no editará el curso dentro de su serie dedicada a las Escuelas de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias. El IAC publicará en la página web de la Escuela las grabaciones de las charlas impartidas así como ejercicios, transparencias, resumen de referencias, etc. La relación de profesores y temas tratados es la siguiente:

FLUID DYNAMICS, CONSERVATION LAWS AND WAVES
Prof. Fernando Moreno-Insertis, IAC/ULL

STELLAR AND PLANETARY FORMATION
Prof. Åke Nordlund, Niels Bohr Inst. & the STARPLAN Center of Excellence, Copenhagen, Dinamarca

DYNAMICS OF SOLAR AND STELLAR CONVECTION ZONES
Dr. Maarit Käpylä, MPI for Solar System Research, Göttingen, Alemania

SOLAR ATMOSPHERE

Dr. Matthias Rempel, High Altitude Obs., Boulder, Colorado, EEUU

GENERAL RELATIVITY AND COMPACT OBJECTS

Prof. Sascha Husa, Univ. de las Islas Baleares

INTERSTELLAR MEDIUM

Prof. Stefanie Walch-Gassner, Physics Inst., Dpto. of Physics, Cologne Center for Data and Simulation Science Univ.de Colonia, Alemania

GALAXY EVOLUTION

Prof. Tom Theuns, Inst. for Computational Cosmology, Ogden Centre for Fundamental Physics, Dpto. of Physics, Univ. de Durham, Reino Unido

Seminarios y tutoriales

- The European infrastructure for high-performance computing: how to apply for computing time (Dr. Sergi Girona, Supercomputing Center, Barcelona)
- CFD applications outside astrophysics (Prof. Ramón Codina Rovira, International Center for numerical methods in Engineering, Barcelona)
- A numerical simulation framework for the exa-scale era (Prof. Åke Nordlund, Niels Bohr Inst. & the STARPLAN Center of Excellence, Copenhagen, Dinamarca)
- A brief introduction to the Message Passing Interface (MPI) library and the HDF5 file format (Dr. Angel de Vicente, IAC)



Foto de grupo de los asistentes a la Escuela en la Universidad de La Laguna.



ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

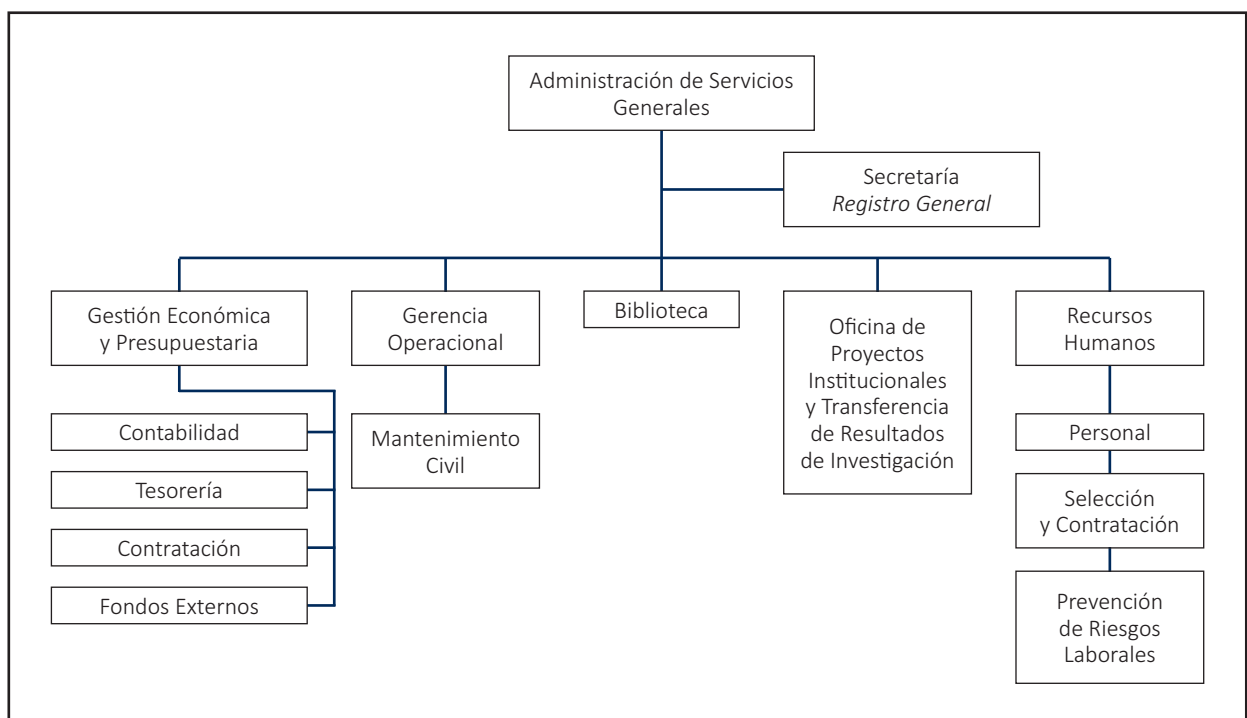
La Administración de Servicios Generales tiene a su cargo las funciones administrativas y operacionales, de recursos humanos y gestión de proyectos institucionales y transferencia de tecnología, para dar soporte a la actividad del IAC y apoyo a la Dirección.

Los objetivos específicos durante el 2018, además de los propios relacionados con las funciones de sus distintas Unidades y que se expondrán seguidamente, fueron los siguientes:

- Nuevas acciones específicas hacia la optimización de recursos.
- Avanzar en la definición del Proceso Estratégico de Gestión de Fondos Externos.
- Actualización del inventario del IAC y sus Observatorios.
- Seguimiento del Plan de Acciones Correctoras 2017- Seguridad laboral.
- Reducción significativa en el número y cuantía de pagos en efectivo.
- Reducción en los tiempos medios de pago a proveedores.
- Emisión de certificados de firma electrónica FNMT.
- Implantación de nuevos procedimientos en la Sede Electrónica.
- El nuevo Plan Estratégico de los Observatorios de Canarias (2017-2021).

- Ley de Transparencia.
- Plan de Transformación Digital de la Administración General del Estado.
- Apoyo a las actuaciones de IACTEC.
- Seguimiento de las actuaciones del Plan de Igualdad 2016-2018.
- Proyecto constructivo de ampliación de la Sede Central del IAC – Edificio Hawking.
- Desarrollo de un Código Ético para el IAC.
- Estudio de Clasificación Profesional y Estructura de Puestos de Trabajo.

En la consecución de estos objetivos, tanto para este año como para los siguientes, y para todos sus ámbitos de actuación, la actividad se desarrolla en torno a cuatro pilares fundamentales: (1) orientación a usuario; (2) optimización de todos los procesos implicados; (3) eficiencia de los recursos disponibles, humanos y económicos; y (4) adaptación de procesos y relación con usuarios hacia una gestión telemática y administración electrónica.



ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES EN GRANDES CIFRAS

Gestión económica y presupuestaria

Contabilidad	Nº	Variación respecto 2018	Valor k€	Variación respecto 2018
Facturas tramitadas	5.677	+13%	12.135	+12%
Altas de inventario	550	-25%	4.263	+34%
Total de inscripciones a congresos (no factura)	508		1.240	
<i>Aumento significativo en nº y cuantía de facturas tramitadas. Se lleva a cabo una importante labor de altas de inventario.</i>				

Tesorería	Nº	Variación respecto 2018	Importe k€	Variación respecto 2018
Órdenes de pago tramitadas	7.463	-9%	27.733	15%
Expedientes de viaje	2.088	0%	1.255	-3%
Pagos en efectivo	944	-53%	14	-73%
<i>Importante esfuerzo para disminuir nuevamente el nº y cuantía de los pagos en efectivo. En dos años se ha reducido en un factor 3 en el número de estos pagos, y en un factor 6 su cuantía.</i>				

Compras generales	Nº	Variación respecto 2018	Importe k€	Variación respecto 2018
No informáticas	1.063	96%	2.355	23%
Informáticas	100	15%	447	46%
Biblioteca	43	-9%	128	4%
Dir. Gral. de Racionalización y CC	35	3%	905	67%
Certificados exención tránsito La Palma	50	-2%	N/A	N/A
Certificados exención por Sede Electrónica	367	83%	N/A	N/A
<i>La actividad de compras generales no informáticas se ha duplicado respecto del año anterior, al pasar a gestionarse como solicitudes de pedido buena parte de servicios o pequeños suministros que se pagaban antes tras recepción de la factura.</i>				

Licitaciones por procedimiento de adjudicación	Nº	Variación respecto 2018	Importe k€	Variación respecto 2018
Negociado sin publicidad	1	-93%	882	-48%
Procedimiento abierto	13	18%	6.298	208%
Procedimiento abierto simplificado	0	-100%	0	-100%
Prórrogas	6	100%	211	-39%
Modificados	3	50%	30	90%
<i>La actividad en licitaciones durante 2018 ha disminuido respecto al año anterior, en cuanto al nº de expedientes y cuantía. Esto viene fuertemente afectado por la entrada en vigor de la nueva Ley 09/2017.</i>				

Fondos externos	Nº	Variación respecto 2018	Importe k€	Variación respecto 2018
Requerimientos tramitados	60	+28%	—	N/A
Auditorías	3	-0%	—	N/A
Subvenciones justificadas	89	-23%	10.170	+37%
<i>La actividad en 2019 ha aumentado considerablemente en lo que se refiere al nº de requerimientos atendidos. Aunque el nº de subvenciones justificadas ha disminuido, no ocurre así con el importe de gastos justificados, que ha aumentado casi un 40%.</i>				

Gerencia operacional

Operaciones	Nº	Variación respecto 2018	Importe k€	Variación respecto 2018
Nuevas obras e instalaciones	4	-20%	88	-72%
Seguimiento de servicios externos	24	0%	690	+1%
Act. específicas en mantenimiento civil	1.653	-21%	162	-5%
Act. específicas mantenimiento vehículos	142	-18%	48	+380%
Actuaciones específicas en seguridad	4	0%	20	-5%
Act. específicas gestión medioambiental	2	0%	5	-93%
Compra de vehículos	1	—	150	—
Compra de mobiliario y equipamiento	2	—	20	—

Se han adquirido 5 nuevos vehículos 4x4 PHEV.

Recursos humanos

Selección y Contratación	Nº	Variación respecto 2018	Valor k€	Variación respecto 2018
Proc. selectivos de personal funcionario	4	33%	—	—
Proc. selectivos iniciados de personal laboral	73	-21%	—	—
Contratación temporal financiación interna	18	+64%	—	—
Contratación temporal financiación externa	73	-12%	—	—
Contratación temporal predoctorales	9	-31%	—	—
Proc. selectivos de promoción interna	0	-100%	—	—

El nº de procesos selectivos iniciados en 2018 fue excepcionalmente muy alto, volviendo en 2019 a cifras comparables a años anteriores.

Prevención de riesgos laborales	Nº	Variación respecto 2018	Valor k€	Variación respecto 2018
Número de procedimientos nuevos	1	—	—	—
Puestos de trabajadores evaluados	46	+20	—	—
Reuniones del CSS	5	0	—	—
Reconocimiento general de salud	307	-19	—	—
ER Psicosocial Avanzada	1	—	—	—
Formación específica a trabajadores	91 ¹	-12	—	—
Accidentes de trabajo con baja	6	+3	—	—
Accidentes de trabajo sin baja	5	-4	—	—
Enfermedades profesionales con baja	2	+1	—	—
Simulacros de emergencia	0	—	—	—

¹ Nº de personas que asiste a cursos. Muy dependiente de nuevas incorporaciones, evaluaciones realizadas, etc.
² Nº de cursos impartidos. Pueden ser distintas sesiones.
No se produjo ningún accidente de trabajo de carácter grave o muy grave.

Formación, Acción Social e Igualdad	Nº	Variación respecto 2018	Valor k€	Variación respecto 2018
Acciones Formación financiadas	69	—	131	—
Becas de formación convocadas	16	+7%	—	—
Plan Acción Social: solicitudes financiadas	279	+8%	20,2	0%

^{3º} Plan de Igualdad en elaboración.

Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación

Financiación externa y gestión expedientes y proyectos	Nº	Variación respecto 2018	Valor k€	Variación respecto 2018
Solicitudes de financiación tramitadas	103	+94%	63.602	+140%
Solicitudes de financiación concedidas	22*	+144%	13.130	+63%
Expedientes tramitados telemáticamente	246	+5%	—	—
Evaluaciones on-line recibidas	0**	—	—	—
Proyectos institucionales con apoyo OTRI	28***	+560%	—	—
Oportunidades de financiación difundidas	72	-10%	—	—
Participación en eventos de interés para IAC	6	-14%	—	—
Jornadas informativas	5	0%	—	—

* A la fecha de realización de la memoria, aún hay 50 solicitudes en proceso de evaluación.
 ** No se han recibido evaluaciones on-line ni se ha circulado encuesta de evaluación para 2019.
 *** Incluidos 13 proyectos H2020, 5 Convenios FEDER, 3 proyectos de Grandes Infraestructuras, y otros 7 proyectos institucionales (Severo Ochoa, Plan Estratégico OOCC, SOMMA, BBVA Big Data, 2 proyectos de I+D del Gobierno de Canarias y Cabildo de Tenerife).

Registro General

	Nº	Variación respecto 2018	Valor k€	Variación respecto 2018
Entradas IAC	3.083	+18%	—	—
Salidas IAC	1.337	+16%	—	—
Emisión Certif. FNMT – Persona Física	215	+31%	—	—

El aumento ha sido destacado, nuevamente de forma especial en la emisión de certificados de firma electrónica FNMT.

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 y otras.

Durante el pasado 2019 ha seguido operando como vínculo con el INE y resto de entidades que solicitan datos para la elaboración de informes estadísticos. De este modo, se han elaborado las encuestas solicitadas,

informes trimestrales de confianza empresarial, estadística de créditos públicos de I+D, actividades de I+D, Informe Reina, etc.

En relación con la cartera de seguros del IAC, la Gerencia Administrativa actúa como enlace para coordinar las acciones de seguimiento, mejora y nuevas propuestas.

Desde el punto de vista de la mejora de la gestión, se han implementado las recomendaciones incluidas en los informes de las auditorías y control financiero. Entre estas mejoras, cabe mencionar la disminución de facturas tramitadas sin previa solicitud de pedido, en un volumen del 70%, gracias a que los suministros de

energía eléctrica, combustible y papel han pasado a tramitarse bajo contratación centralizada.

En lo que se refiere a la gestión de los procesos, se han celebrado de manera sistemática y con carácter mensual las reuniones de los grupos de seguimiento y mejora de finanzas y de compras y contratación administrativa. Se sigue avanzando en la estandarización de los formularios para solicitudes por parte de los usuarios a los servicios que presta la Administración del IAC. En cuanto a formación, se han organizado las acciones formativas previstas en el plan de actuación para este año.

Se ha desarrollado una transacción en nuestro ERP para dar seguimiento a todas las comisiones de servicio del personal (OD's), de tal manera que el Departamento de Contabilidad ha asumido la gestión de todas ellas, poniéndose como objetivo el pago al usuario en un período máximo de 7 días desde su justificación.

Durante el ejercicio 2019 se ha continuado con la optimización de la gestión 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. Esto se traduce en que el período medio de pago a proveedores ha pasado de 33,6 días en 2018 a 29,9 días en 2019.

Gracias a la implicación de todo el personal del Departamento de Contabilidad, se ha agilizado el proceso

de cierre contable para cerrar el año a fecha 31 de enero de 2020 (28 de febrero el año anterior), con el fin de iniciar las labores de formulación de cuentas anuales. Como consecuencia, la apertura del nuevo ejercicio se adelanta a mediados de enero, permitiendo al personal del IAC comenzar a ejecutar antes el presupuesto anual.

Asimismo, en el 2019 se ha conseguido eliminar casi la totalidad de facturas en papel. Ahora los proveedores nos facilitan las mismas a través del sistema FACE de la Administración General del Estado o por correo electrónico, firmadas electrónicamente.

En lo que respecta a Tesorería, se ha continuado con la reducción del volumen de los pagos en efectivo en cumplimiento de las recomendaciones incluidas en los informes de la Intervención Delegada de años anteriores. Estos se han reducido en un 53% (un 73% en importe total).

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.

Se ha completado el proceso de selección del nuevo Responsable de Gestión Económica y Presupuestaria, que se incorporará al IAC a inicios de 2020.

GERENCIA OPERACIONAL

La Gerencia Operacional está estructurada como una Unidad de la que depende la infraestructura, el mantenimiento y los servicios de la sede central del IAC y cuyas principales actividades son:

- La gestión de obras y nuevas Instalaciones, desde la definición del alcance, la contratación y supervisión de los proyectos y la contratación el control de la ejecución de los trabajos para garantizar que se cumplen alcance, presupuesto y plazo.
- La 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.
- La supervisión del mantenimiento civil del edificio, incluyendo sus más de 15 instalaciones generales y el mantenimiento de los vehículos asignados a la sede central y a los desplazamientos al Observatorio del Teide, con la invaluable colaboración del Jefe de Mantenimiento (responsable directo) y de su equipo.
- La coordinación de actividades empresariales, de los contratistas bajo su responsabilidad, en estrecha colaboración con la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales.
- La participación activa en la gestión medioambiental y gestión energética del edificio, figurando como responsable de ésta última ante el Ministerio de Economía y Competitividad y el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía).
- La adquisición del mobiliario y del equipamiento general de los más de 300 puestos de trabajo existentes en la sede central.
- Las relaciones y gestiones con las empresas de suministro eléctrico, agua y telefonía. Y las relaciones y gestiones con las administraciones locales: Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna y Cabildo en las áreas de su competencia.

- Hasta este año 2019 la Gerencia Operacional ha llevado la Jefatura de Emergencias de la sede central, incluyendo formación, entrenamiento y dirección de las 20 personas que conforman los equipos de primera intervención y la revisión y mantenimiento del Plan de Emergencias.
- La Gerencia Operacional también colabora puntualmente con las demás sedes en la definición y ejecución de alguna de sus infraestructuras y servicios generales.

Dentro del plan de obras de mejora en la sede central en 2019 destaca la ejecución de una nueva salida de emergencia en la zona de Instrumentación, concre-

tamente en el pasillo del Departamento de Software. Asimismo se realizaron las obras para la adecuación del almacenamiento de productos químicos del Taller de Mecánica.

En 2019 se realizaron nuevas obras de mejora del sistema de incendios, incluyendo la instalación de una doble puerta cortafuegos que separa el edificio de la sede central en dos zonas de completamente diferenciadas.

Destaca también en este año, la adquisición de 5 vehículos 4x4 nuevos, del tipo híbrido enchufable o PHEV, para el parque móvil del IAC.

EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO

Datos con la cuenta formulada 2019

Gastos realizados

DESTINO FONDOS	(Miles de €)
- Personal	16.924,46
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	5.307,06
- Financieros	35,24
- Transferencias corrientes	829,72
- Inversiones reales	4.191,42
- Activos financieros	70,00
- Pasivos financieros	0,00
- Compras	2.337,95
TOTAL GASTOS	29.695,85
FONDO DE MANIOBRA POSITIVO*	1.330,89

Financiación generada

ORIGEN FONDOS PRESUPUESTARIOS	(Miles de €)
DE LAS ADMINISTRACIONES CONSORCIADAS	15.489,90
- Administración del Estado	10.929,90
- Comunidad Autónoma	4.560,00
OTROS**	15.536,84
- Contratos, acuerdos, etc., con financiación externa	12.344,10
- Venta de servicios y otros	3.192,74
TOTAL FINANCIACION	31.026,74
* El "FONDO DE MANIOBRA POSITIVO" contempla el remanente que sufragará gastos de anualidades futuras.	
** En "OTROS" se recogen derechos reconocidos tanto para el ejercicio presente como para ejercicios futuros.	

FONDOS ESTRUCTURALES Y FONDO SOCIAL EUROPEO

A lo largo del año 2019 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 al Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2013-2016, procedente del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, se han recibido las ayudas pertenecientes a la convocatoria del año 2018 cofinanciadas por el FEDER, de los programas:

Programa Estatal de Generación del Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+i, Subprograma de Infraestructuras de Investigación y Equipamiento Científico Técnico.

REFERENCIA AYUDA	TITULO DE LA ACTUACIÓN
EQC2018-004882-P	CÁMARA EMCCD CON OBTURADOR ELECTRÓNICO PARA LA CORRECCIÓN DE HAZ LÁSER DE SUBIDA
EQC2018-004904-P	CRIOSTATO DE GRAN TAMAÑO PARA VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA PARA TELESCOPIOS DE CLASE 10 METROS O SUPERIOR
EQC2018-004918-P	FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS DESDE EL OBSERVATORIO DEL TEIDE: QUIJOTE Y OTROS EXPERIMENTOS
EQC2018-005097-P	TELESCOPIO DE LANZAMIENTO PARA ESTRELLA GUÍA LÁSER
EQC2018-005279-P	CENTRO MECANIZADO DE 5 EJES

- La Comisión Europea aprobó el 3 de junio de 2015 el Programa de Cooperación INTERREG V-A MAC 2014-2020, que cuenta con una financiación FEDER.

Correspondiente a este programa, el IAC interviene, como Beneficiario Principal del proyecto titulado "Laboratorios para medir la Eficiencia Energética de la luz artificial nocturna en áreas naturales protegidas de la Macaronesia" identificado por el acrónimo EELabs y el código MAC2/4.6D/238.

FONDO SOCIAL EUROPEO (FSE)

En el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, 2017-2020, se han concedido al IAC ayudas que están cofinanciación por el Fondo Social Europeo. En concreto, las ayudas recibidas, pertenecen a los Programas siguientes:

- Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad, Subprograma Estatal de Formación y Subprograma Estatal de Incorporación, convocatoria del año 2018. Ayudas Ramón y Cajal:

REFERENCIA AYUDA	INVESTIGADOR CONTRATO
RYC-2018-024750-I	MARTÍN NAVARRO, IGNACIO

- Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad, Subprograma Estatal de Formación, convocatoria de 2018. Ayudas para contratos predoctorales para la formación de doctores.

REFERENCIA PREDOCTORAL	INVESTIGADOR CONTRATO
PRE2018-085826	SORIA HERNÁNDEZ, ESTHER
PRE2018-086849	CARDONA BARRERO SALVADOR
PRE2018-086567	PERDOMO GARCÍA, ANDREA
PRE2018-086511	MARTÍNEZ GARCÍA, ALBERTO MANUEL
PRE2018-086047	GONZÁLEZ OTERO, MAURO
PRE2018-085604	ROMERO GÓMEZ JORGE
PRE2018-086398	FERNÁNDEZ TORREIRO MATEO

OTRAS ACTUACIONES DE SERVICIOS GENERALES

GESTIÓN Y TRAMITACIÓN DE CONVENIOS

La firma de nuevos convenios y acuerdos, tanto nacionales como internacionales, requiere de la conformidad de Comité de Dirección (CD). A dicho Comité se presenta, por parte del Coordinador de Área en el que surge una potencial colaboración con terceras entidades, un borrador completo en el que se recoge el propósito de dicho convenio, los firmantes, contrapartidas, etc.

Desde Administración de Servicios Generales se ofrece asesoramiento para la elaboración de dichos borradores, de forma que cumplan con lo previsto por toda la normativa que es de aplicación (especialmente tras la entrada en vigor de la Ley 40/2015 de Régimen Jurídico del Sector Público), 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 Informe de los Servicios Jurídicos, autorización previa del Ministerio de Hacienda, como paso previo a la firma del mismo, y, si hay conformidad, y tras la firma, se tramita su alta en el Registro Electrónico Estatal de órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal, así como su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

Durante este año, hemos atendido un requerimiento de la IGAE (control financiero permanente) en relación con los convenios firmados en 2018, así como todos los convenios anteriores a la entrada en vigor de la Ley 40/2015, en relación a los convenios (firmados con anterioridad al 2 de octubre de 2016). Se ha remitido información a la IGAE en relación con 169 convenios para ese informe.

Durante 2019 se han firmado más de una veintena de nuevos convenios, tanto con la Administración Pública y organismos de derecho público como con sujetos de derecho privado, tanto en el ámbito nacional e internacional. Estos acuerdos han sido creados a través de diferentes instrumentos como son los convenios marco de colaboración, convenios específicos y adendas a convenios ya existentes. Entre los objetivos de los mismos, se han encontrado la formación, prácticas externas, operación en telescopios y cooperación en el

estudio de diferentes campos de la Astrofísica. Se da visibilidad a los mismos, a través de la web del IAC en la sección de Transparencia.

PROCESO ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DE LA FINANCIACIÓN EXTERNA

Se ha completado con éxito, con la participación de un grupo numeroso de personas de las unidades implicadas y con participación también de los usuarios, la elaboración del Proceso de “Gestión de Fondos Externos” o “Financiación Externa”, que pasa a unirse al Grupo de Procesos. El proceso, procedimiento y las instrucciones del mismo se han llevado a CD para su aprobación formal a principios de 2020.

ADMINISTRACIÓN ELECTRÓNICA EN EL IAC. SEDE ELECTRÓNICA

Este proyecto arrancó en septiembre 2017 (conforme a aprobación de CD 24/17, de 14 de julio), con la puesta a punto de la plataforma informática ACCEDA en el IAC, habilitada bajo el correspondiente acuerdo con la DTIC, del Ministerio de Hacienda y Función Pública; y segundo, con la definición precisa de los procedimientos habilitados en la misma. Estos procedimientos están funcionando en Sede Electrónica desde noviembre de 2017.

A través de esta Sede se pueden realizar instancias genéricas al IAC, solicitar información al centro al amparo de la Ley de Transparencia, solicitar los certificados de exención aduanera, así como informes a la OTPC, quejas y sugerencias.

En el año 2019 se ha llevado a cabo una prueba piloto de la nueva funcionalidad de identificación de la ciudadanía mediante claves concertadas (usuario y contraseña) desarrollada por la SGAD para la plataforma ACCEDA a petición del IAC. El sistema se ha activado para el nuevo procedimiento de inscripción en el proceso para la adjudicación de becas de verano, permitiendo la participación de ciudadanos que, en el momento de presentar la solicitud, no estuvieran en situación de obtener un certificado digital aceptado por el sistema @Firma. Este nuevo método de identificación facilita especialmente la participación de ciudadanos extranjeros sin NIE en procesos selectivos en el momento de presentar la solicitud.

Además, este año 2019 hemos vuelto a presentar en las Jornadas de Gerentes y Responsables TIC de ICTS

nuestra experiencia con la implantación de la Sede Electrónica en la plataforma ACCEDA.

Esta actuación constituye no sólo una obligación en materia de administración electrónica con la entrada en vigor a finales de 2016 de la Ley 39/2015 de Procedimiento Administrativo Común para la AGE, sino un paso importante hacia la transformación digital de procesos y procedimientos en el IAC.

TRANSPARENCIA

Se ha seguido actualizando y ampliando la sección de “Portal de Transparencia” que se publicó a finales de 2016. El lanzamiento de la nueva web ha supuesto el rediseño durante 2019 de este portal, mejora de alguna de las secciones para poder aportar un contenido

más claro y, sobretodo, accesible. Además, se ha creado la versión en inglés del portal.

A mediados de 2019 el IAC destacaba en transparencia, ocupando el tercer puesto en el ranking elaborado por DYNTRA.ORG, que ha medido la transparencia en los 90 Organismos Públicos dependientes de la AGE, a través de un índice adaptado a las particularidades de estas organizaciones. En los últimos meses, no deca- yendo la puntuación asociada al IAC, sí que ha bajado a un sexto puesto, al avanzar en la lista Salvamento Marítimo, ICEX y la Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal (AIReF).

Durante 2020, independiente de la situación en la lista, desde el IAC se procurará pasar de un 60% a un 70% de grado de cumplimiento, lo que situaría al IAC nuevamente entre los tres primeros.

BIBLIOTECA

La Biblioteca del IAC empezó el año 2019 con un cambio estructural: pasó de depender de la Subdirección a depender de la Unidad de Administración de Servicios Generales.

Su cometido principal sigue siendo ofrecer servicios de información científica de soporte para la actividad investigadora y de desarrollo tecnológico del centro. No obstante, también, tiene un nuevo cometido relacionado con la gestión documental y de archivos.

Para cubrir las necesidades de información de sus usuarios, la biblioteca gestiona los servicios de adquisición de bibliografía, de préstamo de libros y visitantes invitados así como el de préstamo inter-bibliotecario. Para facilitar el acceso a los recursos de la biblioteca, mantiene una página web que permite consultar el catálogo de libros y revistas online así como las bases de datos bibliográficas especializadas suscritas. Dicha página web ha sido rediseñada este año para ser integrada en la nueva web institucional.

En 2019, la Biblioteca ha seguido ofreciendo todos estos servicios realizando las siguientes actividades:

Adquisición de bibliografía y préstamo

Se ha mantenido la misma política de adquisiciones que en años anteriores, centrandose las adquisiciones de libros principalmente de Astrofísica y materias relacionadas con el desarrollo de instrumentación astronómica. Parte de las compras de libros son a petición de los usuarios y una parte importante corresponde a la

compra en formato electrónico de las series de libros más relevantes para el campo de la Astrofísica: Proceedings of the International Astronomical Union Symposia and Colloquia, Proceedings of the Astronomical Society of the Pacific, SPIE Digital Library así como la colección de libros de Física y Astronomía de la editorial Springer de 2019.

Se ha renovado el acceso a la colección completa de normas de AENOR en modo lectura, facilitando la selección de normas que interesan sobre todo en el Área de Instrumentación y Gerencia Operacional contratando además la opción de descarga de hasta 100 normas en el año.

Las revistas científicas y técnicas han sido renovadas suscribiendo la mayoría a la versión online y solo se han renovado en papel aquellas revistas que no ofrecen versión digital o que la ofrecen a un precio demasiado alto. Éstas representan una décima parte del total de suscripciones.

Siguiendo con la colaboración con la biblioteca del Isaac Newton Group of Telescopes (ING) se han renovado las suscripciones conjuntas IAC-ING a varias revistas de Astrofísica.

La Biblioteca mantiene su actividad de préstamos de libros al personal del IAC y visitantes de larga duración, y ha gestionado las solicitudes de préstamo inter-

bibliotecario para usuarios internos y para bibliotecas externas.

Se ha renovado la participación en la licencia nacional gestionada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), para el acceso a las bases de datos bibliográficos de ISI Web of Science.

Gracias a esas bases de datos, la biblioteca colabora con otras áreas o departamentos del IAC en temas bibliográficos y bibliométricos, recopilando los indicadores de calidad de la producción del IAC diferentes informes de evaluación de la producción científica del IAC y ayuda en la actualización de la base de datos de la producción científica del IAC, IACPub mantenida por el Área de Investigación. Este año, se ha colaborado en particular con la OTRI y la Dirección recopilando los datos necesarios para solicitar de nuevo el distintivo "Centro de Excelencia Severo Ochoa".

Formación del personal

La formación realizada este año ha consistido en cursos de "Gestión de documentos y contenidos" (SEDIC), "Sensibilización en Igualdad" (Instituto de la Mujer), "Protección de Datos de Carácter Personal para

Delegados de Protección de Datos" (INAP), "La labor de la comisión de igualdad en la incorporación del enfoque de género en el IAC" (FGULL).

Comité de Biblioteca

A mediados de mayo, se nombró por Comité de Dirección un nuevo Comité de Biblioteca: Se nombró presidenta a Begoña García Lorenzo, y vocales a J. Alberto Rubiño Martín y Enrique Joven. La secretaría recae en la Documentalista-Encargada, Monique Gómez. Se decidió que la presidencia fuera rotativa anualmente entre los 3 miembros nombrados. En octubre, se volvió a reunir el Comité para entre otras cosas acordar la política de suscripción y/o renovación de suscripción a las revistas científicas y técnicas.

Participación en otros proyectos

Por otro lado, ha continuado participando en proyectos transversales del IAC relacionados con la aplicación de la ley de transparencia, la Igualdad de género, el nuevo portal web del IAC interno y externo, la sede electrónica, y la adaptación a las nuevas leyes en materia de Protección de Datos Personales.

OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

La OTRI del IAC desarrolla su actividad desde hace más de 30 años, y se centra actualmente en el fortalecimiento institucional del IAC 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 del centro, 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 2019 se muestran en la tabla 1 que aparece en la página siguiente.

HITOS Y ACTIVIDADES

1.- Proyectos de I+D+i de financiación externa.

Información, asesoramiento y gestión

Durante el 2019, se presentaron un total de 103 actuaciones, por una cuantía global de algo más de 63,70 millones de euros. Del total, 15 se han presentado al programa H2020 y otras 6 a convocatorias de otros programas de la Comisión Europea e Internacionales, 38 a la Agencia Estatal de Investigación y Subdirecciones Ge-

nerales del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 30 al Gobierno de Canarias y Cabildo Insular de Tenerife, y el resto a otros programas específicos de financiación. Hasta la fecha, un total de 22 propuestas han sido concedidas y gran parte de éstas han comenzado a ejecutarse.

En base al número de propuestas presentadas durante 2019, y considerando que hasta la fecha se han evaluado 48 propuestas, puede verse que los resultados preliminares otorgan una tasa de éxito provisional

Tabla 1

Línea de actuación y tipo de servicio	Actuaciones más relevantes a resaltar en el 2019
1. Financiación I+D+i. Información, gestión y coordinación de solicitudes de financiación externa	<ul style="list-style-type: none"> - Web de la OTRI del IAC y envío semanal de información. - Asesoramiento especializado sobre propuestas de I+D enviadas a una decena de programas de financiación externa. - 103 nuevas propuestas en 2019 (64 M€): 22 concedidas, 2 renunciadas, 55 en evaluación y 24 denegadas. Entre las actuaciones aprobadas se incluyen: el programa de Capacitación Tecnológica del Cabildo de Tenerife, ProyectoINTERREG MAC EELabs), diversos proyectos de equipamiento científico-técnico, así como proyectos europeos H2020 (destacando entre otros BID4BEST, NEOROCKS y varias acciones Marie Curie Individuales). - Participación en reuniones nacionales y con la CE en relación con programas presentes y futuros de financiación de I+D+i. - Organización de seminario sobre Programas de financiación.
2. Actividad de I+D+i del IAC y sus capacidades tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Memoria de Actividades de I+D+i e información específica para distintas entidades regionales, (Cabildos, Clúster empresariales), nacionales (CDTI, MCIU) e internacionales (consorcios de proyectos y CE). - Participación en foros nacionales e internacionales (SOMMA, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Debate sobre el papel de la RUPs en la I+D comunitaria) y otros encuentros en relación con las capacidades tecnológicas del IAC.
3. Proyectos Institucionales Infraestructuras I+D+i y otras actuaciones de carácter internacional	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión del Proyecto "IAC- Centro de Excelencia Severo Ochoa 2016-2019". - EST (PRE-EST, Oficina de Proyecto, SOLARNET); Cherenkov Telescope Array (CTA); New Robotic Telescope, Equipamiento científico y tecnológico FEDER; WEAVE; GTCAO-LS; OPTICON-H2020; FORWARD, POLMAG y PI2FA, WHOLESUN, SUNDIAL, MICAL, MNLPRES, DIGESTIVO, etc. - Apoyo en la elaboración del Plan Estratégico IAC 2018-2021 y del Plan Estratégico de Observatorios de Canarias 2017-2020, incluyendo la creación de un grupo de trabajo para las infraestructuras científico-técnicas y servicios institucionales para el Desarrollo Estratégico de los Observatorios de Canarias (INSIDE OOC).
4. Transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> - IACTEC. Apoyo a la puesta en marcha del nuevo espacio de cooperación tecnológica. - Realización de procedimientos para la firma de acuerdos de confidencialidad sobre intercambio de información tecnológica para dinamizar la colaboración con empresas.
5. Otras	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la organización de conferencias ESFRI en La Palma, noviembre. - Presentación institucional en diversos eventos. - Actuaciones de formación del personal de la Oficina.

de un 46% (en número). Las 22 propuestas aprobadas hasta la fecha han experimentado un recorte aproximado del 10% en lo que respecta a la financiación solicitada, alcanzando una cifra total superior a los 14 millones de euros. Entre las solicitudes aprobadas podemos destacar especialmente la referida a la implementación del Plan Estratégico 2017- 2021 de los OOC, por 9,6 millones de euros, la relativa a equipamiento científico técnico, dotada con algo más 2 M€, para mejoras en instalaciones astronómicas, desarrollo de instrumentación científica y modernización de laboratorio del Área de Instrumentación, así como la del Gobierno de Canarias para infraestructuras de I+D, financiando la adquisición de equipamiento en el ámbito de óptica.

En el ámbito comunitario cabe destacar el apoyo continuado de la OTRI a la preparación de propuestas en H2020 y otros programas europeos, y el apoyo específico prestado a la negociación de contratos y gestión de diversos proyectos colaborativos de H2020: FORWARD, MACARONIGHT, SOLARNET, OPTICON, RA-

DIOFOREGROUNDS, GENERA, PRE-EST, POLMAG, DIGESTIVO, NEOROCKS, NEO-MAPP, BID4BEST y SUNDIAL, entre otros. Asimismo, la OTRI del IAC ha participado también muy activamente en diversas actividades organizadas por la Comisión Europea y por nuestros representantes nacionales en relación con el Programa Marco H2020.

En el ámbito nacional destaca, por su relevancia para el centro, la gestión del programa Severo Ochoa 2016-2019 y la participación del IAC en el proyecto SOMMA. Por otra parte, la OTRI ha realizado labores de gestión e intermediación con el MCIU en la ejecución del proyecto de equipamiento científico y técnico aprobado al IAC con un total de 8 actuaciones por un importe superior a dos millones de euros. Asimismo, hay que destacar el apoyo de la OTRI en el seguimiento de los convenios ICTS a favor de los proyectos CTA, WEAVE, EST, Nodo de Supercomputación La Palma y servicios comunes en el ORM por valor próximo a 28M€ (con FEDER de 23,67 M€).

En el ámbito regional, se continúa prestando el seguimiento al convenio de colaboración entre GTC, IAC y ACIISI, para financiar el desarrollo del Sistema de Estrella Láser Guía para la óptica adaptativa de GTC. La financiación representa alrededor de los 2,7 millones de euros, con una cofinanciación al 85% de Fondos Estructurales de la Unión Europea. Igualmente se está prestando el asesoramiento para 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 han aprobado 2 solicitudes de Expresiones de Interés para la convocatoria de Infraestructuras del Gobierno de Canarias, también financiados con fondos FEDER. Por otro lado, se ha aprobado el proyecto regional INTERREG-MAC EELabs- Laboratorios para medir la Eficiencia Energética de la luz artificial nocturna en áreas naturales protegidas de la Macaronesia con una dotación total FEDER superior al millón de euros.

Asimismo, la OTRI se encargó de la organización de charlas informativas y talleres prácticos sobre la convocatoria de Acciones Individuales Marie Skłodowska-Curie y el Programa ERC (H2020). Igualmente mantuvo diversas reuniones de trabajo con el personal investigador interesado en presentar propuestas de financiación y procedió a realizar revisiones técnicas y administrativas de las propuestas presentadas.

2.- Actividades de I+D+i y sus capacidades tecnológicas

En relación con la difusión de las capacidades científicas y tecnológicas del IAC, buena parte de las actividades de este tipo se han llevado a cabo en el marco de los proyectos institucionales que se exponen más adelante. Entre otras acciones complementarias, podríamos citar la participación en un grupo de trabajo de la AECl sobre acción exterior en el ámbito científico dirigido por Departamento de Coordinación de Relaciones Culturales, y la organización de reuniones y visitas al IAC con diversas entidades, entre otras.

Por otra parte, se han preparado más de una decena de informes, encuestas y memorias sobre la actividad del IAC y sus capacidades, para entidades de diversa naturaleza.

3.- Proyectos institucionales.

Proyectos de infraestructura científica y técnica y actuaciones similares de carácter internacional

Durante el 2019 cabe destacar las siguientes actividades de carácter institucional gestionadas desde la OTRI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

3.a. IAC - Centro de Excelencia (SEVERO OCHOA, SOMMA y 100xCiencia)

En 2019, el programa de trabajo Severo Ochoa se ha cumplido según lo establecido. Todas las actuaciones de investigación se estructuraron en cinco grandes líneas: “Física Solar”, “Exoplanetas y Sistema Solar”, “Física Estelar e Interestelar”, “Formación y Evolución de Galaxias” y “Cosmología y Astropartículas”. Durante el 2019, el IAC ha ejecutado la última anualidad del proyecto, alcanzando con éxito los objetivos planteados al inicio del programa.

Por otra parte, con objeto de reforzar los grupos de investigación dentro de las líneas prioritarias antes mencionadas, se han seleccionado 4 candidatos en formación dentro de las convocatorias de contratos predoctorales Severo Ochoa.

El Programa Severo Ochoa ha proporcionado apoyo a desarrollos instrumentales llevados a cabo en el IAC de especial relevancia para alcanzar los objetivos fijados en el Programa de Investigación. Un total de 10 actuaciones, han formado parte del Programa Tecnológico, contribuyendo así, de forma significativa, a una investigación de excelencia, de mayor calidad y más competitiva en el IAC. Los fondos asignados se han destinado tanto a contratación de tecnólogos como a financiación de equipamiento, hardware y software de relevancia para las actuaciones.

Dentro del programa de movilidad, se han promovido un total de 6 estancias cortas de profesores senior en el IAC, con una duración cada una de entre uno y tres meses. Los visitantes han impartido en el IAC varios seminarios referentes a sus líneas de investigación. Además, se han financiado otras 6 estancias, de miembros del staff del IAC en diferentes centros de prestigio internacional.

El programa ha cofinanciado también la XXXI Canary Islands Winter School of Astrophysics titulada “Computational Fluid Dynamics in Astrophysics”, celebrada en La Laguna durante noviembre de este año.

Durante el año 2019, el IAC ha continuado su participación en la Alianza de Centros Severo Ochoa y Uni-



dades María de Maeztu (SOMMa). La alianza celebró su Asamblea General el pasado 22 de noviembre en San Sebastián, participando también en el evento 100XCiencia.4, titulado “Tendiendo Puentes entre Ciencia y Sociedad”. Esta cuarta edición, celebrada en Donostia durante el mes de noviembre, ha pivotado sobre experiencias alrededor de la ciencia, investigación y tecnología, y en cómo ésta impacta en nuestra sociedad.

Finalmente se ha procedido a preparar la renovación de la acreditación Severo Ochoa presentando una solicitud competitiva a la convocatoria 2019, con cierre el pasado mes de diciembre.

3.b. Telescopio Solar Europeo (EST): PRE-EST, GRESt; MICAL y Oficina del Proyecto

EST 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.

Se trata de un proyecto ESFRI desde 2016. El EST está liderado por el IAC en colaboración con la Asociación Europea de Telescopios Solares (EAST), con el objetivo principal de culminar su diseño, construcción y operación de EST.

La OTRI presta apoyo y asesoramiento continuo a este proyecto de infraestructura científica, que busca su viabilidad financiera en el ámbito nacional e internacional, de manera que sea factible culminar su fase de diseño y construcción.

EST supone una inversión de unos 200 M€. Diversos proyectos vinculados a esta iniciativa transnacional están propiciando la consecución de las fases previas a la construcción del telescopio, la cual se espera que comience en 2023 y que dure 6 años. Se estima una vida útil de 30 años con un coste de operación anual de 12 M€.



Esquema del diseño del Telescopio Solar Europeo (EST).

PRE-EST. 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 puesta en marcha. En este contexto, y tras la asignación de fondos del Gobierno Autónomo de Canarias, se ha creado la Oficina de Proyecto de EST, cuyo objetivo central es el diseño preliminar de sistemas y subsistemas del telescopio.

En paralelo a PRE-EST se desarrollaron los proyectos MICAL (ICTS-OOCC), SOLARNET (H2020) y Oficina del Proyecto (FEDER-GOBCAN).

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 subactuaciones: (1) demostrador de sistema de Óptica Adaptativa; (2) mejoras para el espectrógrafo GRIS del telescopio GREGOR.

SOLARNET (H2020). Por su parte, el Proyecto SOLARNET (H2020) inició su andadura en 2019. 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. Se han diseñado para fabricación dos variantes de los image slicers: una utilizando un sustrato de zerodur con slices de 70 micras, y la otra utilizando un sustrato metálico consiguiendo rebajar el tamaño de las slices hasta 35 micras. Para la fabricación de ambas se cuenta con la colaboración de instituciones y empresas de Francia y Japón. Se participa en otros paquetes de trabajo, entre los que destaca por su relevancia el relacionado con la Óptica Adaptativa Multiconjugada (MCAO) para EST.

Oficina de Proyecto de EST. La Oficina tiene como objetivo abordar los compromisos del IAC en el paquete de trabajo “Technical Works for the Preparatory Phase of EST” del proyecto PRE-EST. 2019 ha sido decisivo en la consolidación del equipo de la Oficina, contando ya con 23 efectivos, 11 de los cuales han sido contratados con cargo a la subvención directa otorgada al IAC por el Gobierno de Canarias por razones de interés público.

La OTRI, y su personal contratado específicamente para esta actuación, continúa desempeñando un papel decisivo en la gestión de los proyectos asociados al Telescopio Solar Europeo, contribuyendo no solo al con-

trol sistemático de los mismos sino incidiendo también en acciones estratégicas en relación con la futura implementación de EST.

3.c. 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 unos 19 telescopios será la configuración para el CTA-Norte, con un tercio del presupuesto aproximadamente (en torno a 90 M€); y el resto en el Hemisferio Sur.

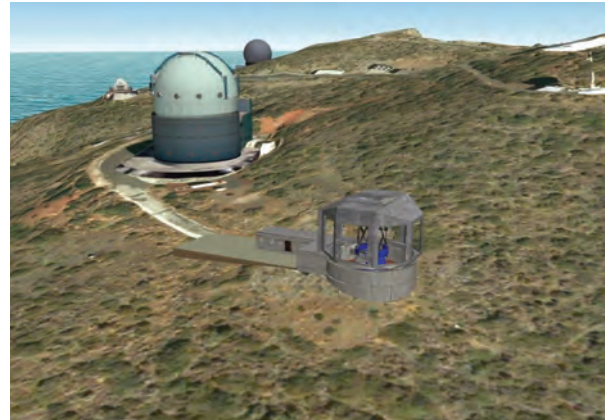


Una vez confirmada la selección del ORM como emplazamiento para albergar el CTA Norte, la OTRI del IAC ha colaborado activamente para la gestión, seguimiento y control, y justificación de las financiaciones recibidas tanto de fondos FEDER como de FDCAN gestionado por el Cabildo de La Palma. Asimismo, 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.

Asimismo, se participa como representante de España en el Comité de Administración y Finanzas del CTAO GmbH.

3.d. New Robotic Telescope (NRT)

NRT, anteriormente denominado LT2, será un nuevo telescopio robótico de clase 4 m en el ORM, diseñado para sacar el máximo provecho de casos científicos que necesiten un seguimiento en el tiempo a gran escala y respuesta rápida de observación ante el aviso de otros telescopios, convirtiéndolo en una infraestructura clave a nivel mundial para el estudio de fenómenos astronómicos de transición (explosiones, atenuaciones rápidas, etc.).



Actualmente, el equipo de trabajo está formado por 3 ingenieros y un gestor. Durante este año se ha llevado a cabo una actividad muy intensa diseñando los estudios de concepto de varios de los sistemas mecánicos, de control y de operación del telescopio. Los principales contenidos de dichos estudios se incorporaron al NRT Phase A – Study que es el documento esencial que permitirá disponer de un diseño conceptual del telescopio.

Desde la OTRI 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, así como en las posibles estructuras de gestión y gobernanza prevista para el Proyecto NRT, que contará finalmente con un Grupo Ejecutivo y un Consejo del Proyecto durante la actual fase de diseño preliminar del telescopio. En 2019 se han celebrado 2 reuniones de coordinación donde han acudido los miembros del Consorcio, así como posibles nuevos socios interesados en el Proyecto.

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.

Durante este año se ha puesto en marcha el proyecto, completándose las tareas planificadas en los primeros paquetes de trabajo.

3.e. Plan Cuatrienal IAC y Plan Estratégico de los OOC: (INSIDE)

El Plan Estratégico del IAC 2018-2021 se estructura sobre tres objetivos fundamentales, relacionados con la excelencia en I+D+i y nuestro potencial, la colaboración internacional como marco de trabajo y el compromiso con la sociedad. Durante 2019 la OTRI ha seguido prestando su apoyo a la Dirección del centro, colaborando en la implementación de ocho líneas estratégicas y veintidós actuaciones. Por otra parte, dado su carácter estratégico e institucional, merece especial atención el asesoramiento prestado a la Subdirección en la ejecución del nuevo Plan Estratégico de los OOC 2017-2021, con la incorporación de una nueva gestora para la supervisión técnica de todas las inversiones previstas. Entre la reserva de financiación destaca presupuesto de hasta 12M€ para CTA-Norte, 3 M€ para mejoras en el suministro eléctrico en el ORM, 2 M€ para inversiones en el NRT, 1M€ para EST, 1M€ para GTCOA-LS, y diversas mejoras en instrumentación, infraestructuras y servicios de apoyo en los OOC. En el transcurso del 2019, dentro del marco del Plan Estratégico de los Observatorios de Canarias, se ha constituido un grupo de trabajo para dar inicio a la operación Infraestructuras científico-técnicas y Servicios Institucionales para el Desarrollo Estratégico de los Observatorios de Canarias (INSIDE-OOC) con un presupuesto total superior a los 10 millones de euros; para la ejecución de dicho proyecto se han agrupado 17 actuaciones prioritarias en cuatro grandes actuaciones que constituyen: instrumentación avanzada para instalaciones telescópicas (2,4M€), mejora en operaciones telescópicas y programas de observación (1,6M€), grandes infraestructuras de investigación (3M€), servicios e infraestructuras técnicas estratégicas de apoyo a la explotación científica de los Observatorios de Canarias (4,2M€).

3.f. Equipamiento científico-tecnológico cofinanciado por FEDER. IACA18, IACA19

La OTRI ha continuado la labor de seguimiento y control de las 5 actuaciones de equipamiento cienti-

fico-técnico financiado con FEDER (85%) con periodo de ejecución 2018-2020, y ha comenzado la labor de asesoramiento en la implementación de 8 nuevas actuaciones para el periodo 2019-2020. 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.

3.g. RADIOFOREGROUNDS

En 2019 se ha cerrado de manera exitosa este proyecto H2020 (el periodo de ejecución fue hasta el 31 diciembre 2018) recopilando los datos para la última justificación técnica y económica. Se ha realizado auditoría externa y mantenido contacto constante con la Comisión Europea quien ha aceptado los informes y emitido el pago final. El éxito alcanzado ha permitido que se comience a preparar una nueva propuesta H2020 bajo el acrónimo RADIOFOREGROUNDS PLUS, con la inclusión de nuevos socios y objetivos aún más ambiciosos, creando sinergias con otros instrumentos y una mayor cobertura de datos.

3.h. Otras actuaciones de carácter institucional

Se ha coordinado el estudio de Impacto socio económico vinculado a la posible instalación del TMT en La Palma, encargado a personal investigador del Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas. Facul-





Juan José Díaz Hernández, profesor del Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Laguna, en la presentación del informe sobre el impacto socio-económico del TMT en La Palma. Crédito: Iván Jiménez (IAC).

tad de Economía, Empresa y Turismo (Universidad de La Laguna) y presentado formalmente en La Palma a las autoridades y grupos de interés locales.

Se ha prestado asesoramiento técnico a los proyectos de I+D financiados con una cantidad total superior a los 250K€ a través de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI).

Se ha realizado la labor de gestión en apoyo a los grupos del IAC responsables de los proyectos NEO-ROCKS, NEOMPAS, BID4BEST, OPTICON, PI2FA, WEAVE, GTCAO LS, MACBIOIDI, ERASMUS+ ROCKSTAR, POLMAG, GENERA, WHOLE SUN, SOLARNET, HPC TECHNIQUES, entre otros, en lo que concierne a las condiciones técnicas y económicas que implica la cofinanciación de estas actividades.

En el marco del proyecto POLMAG, se acogió el Chromospheric LAYer Spectro-Polarimeter 2 (CLASP2)-CLASP2 Science Meeting, Nov 12-14, 2019 con científicos invitados de la NASA y NAOJ y visita al OT.

4.- Transferencia de Tecnología

La OTRI del IAC ha continuado prestando apoyo a la Dirección del centro en la puesta en marcha de IACTEC. Durante 2019 la OTRI colaboró en la participación del IAC en las acciones preparatorias de la Incubadora de Alta Tecnología (IAT) especializada en Espacio y Astrofísica en Canarias, en colaboración con el Cabildo de Tenerife y financiada por la Fundación INCYDE con más de 1 millón de euros.

RECURSOS HUMANOS

Bajo este Departamento se encuentran las unidades y servicios de Personal, de Selección y Contratación y Prevención de Riesgos Laborales.

Las novedades y actividad más destacadas durante 2019 son las siguientes:

PERSONAL

Personal funcionario

La Oferta de Empleo Público 2019 ha sido la siguiente:

- 2 plazas ordinarias en la Escala de Científicos Titulares de los OPI's.
- 2 plazas ordinarias en la Escala de Técnicos Superiores Especializados de OPI's.
- 2 plazas de promoción interna de la Escala de Investigadores Científicos de los OPI's.
- 2 plazas de promoción interna en la Escala de Profesores de Investigación de los OPI's.

Personal laboral

La Tasa de Reposición autorizada en 2019 fue de dos plazas: 1 Titulado/a Superior de contratación (FC) y 1 Jefe administrativo de Personal (DC).

En aplicación de lo dispuesto en la Ley 6/2018, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2018, las Direcciones Generales de Costes de Personal y Pensiones Públicas y de la Función Pública autorizaron 16 contrataciones en el marco de los procesos de estabilización del personal laboral temporal.

PERSONAL FUNCIONARIO	37 (32H/5M)
Personal Alta Dirección	1 (1H/0M)
Personal Directivo	1 (1H/0M)
PERSONAL LABORAL	357 (240H/117M)
Personal laboral fijo:	131 (88H/43M)
Convenio	70 (46H/24M)
Fuera de Convenio	61 (42H/19M)
Personal laboral temporal:	226 (152H/74M)
Convenio	25 (10H/16M)
Fuera de Convenio	200 (142H/58M)

A fecha 31 de diciembre en 2019 habían sido convocadas 9 plazas de las 16 autorizadas, estimando la convocatoria de las restantes siete plazas durante el primer trimestre de 2020.

Está en curso el proceso selectivo para la contratación como laboral fijo y correspondiente a la Tasa de Reposición 2018, de una plaza de administrativo, cuya primera convocatoria en 2019 resultó desierta por lo que fue preciso proceder a la convocatoria de un nuevo proceso selectivo.

A finales de 2019 finalizó el proceso selectivo para la contratación como personal laboral fijo del Responsable de Gestión Económica y Presupuestaria (Tasa Re-

posición 2018), cuyo adjudicatario, D. Álvaro Lavers Hernández, se incorporará al IAC el 15 de enero de 2020.

Durante 2019 se jubilaron:

- D. Carlos Martínez Roger (Subdirector)
- D. Abelardo Díaz Torres (Jefe de Taller Delineación)
- D. Antonio Miguel Pérez-Godiño (Jefe Administrativo de Personal)
- D. Ezequiel Ballesteros Ramírez (Ingeniero Senior. Electrónica)
- D. Miguel Briganti Correa (Responsable Laboratorio Fotografía)

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En materia de prevención de riesgos laborales, podemos destacar durante 2018 lo siguiente:

FORMACIÓN			
Título de los cursos	Nº ediciones	Tipo asistencia	Nº alumnos
Básico PRL Construcción	1	On line	3
MARCADO CE MAQUINAS E INDUSTRIA 4.0	1	Presencial	12
Riesgos y medidas preventivas uso de PVD	1	On line	35
Conducción en condiciones de riesgo	1	Presencial	15
Plataforma elevadora	1	Presencial	6
Extinción de Incendios	1	Presencial	3
Primeros auxilios	1	Presencial	3
Específico del puesto	1	Presencial	2
Puentes grúa	1	Presencial	6
Talleres psicosociales: - Inteligencia emocional - Ansiedad - Gestión del tiempo - Autoestima - Habilidades relacionales - Comunicación - Resolución de conflictos		Presencial	
Riesgos y medidas preventivas uso de herramientas manuales eléctricas	1	Presencial	8

FORMACIÓN

Durante 2019 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.
- 10 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.

Por otra parte, se han organizado en el IAC 69 cursos de muy diversa índole, por un importe económico superior a 131 k€.

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 Secretaria 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 2019 ascendió a 20.200 € y se ejecutó en su totalidad.

IGUALDAD

En 2019, se constituyó la nueva Comisión de Igualdad con una renovación de 8 miembros respecto de los 10 miembros que la integran. Como lo establece su reglamento, su composición es equilibrada y refleja las distintas áreas y departamentos del IAC.

Se ha planteado la formación de las personas recién incorporadas, al objeto de que puedan llevar a cabo las acciones previstas para este año:

- Actualización del diagnóstico de la situación del IAC en comparación con el diagnóstico anterior (2014).
- Llevar a cabo un balance del II Plan de Igualdad del IAC, actualmente prorrogado.
- Elaboración del III Plan de Igualdad, tomando en consideración las propuestas de acciones a llevar a cabo planteadas desde el Grupo de Trabajo de diseño de este nuevo Plan, que se I III Plan que se formó en 2018.

En junio, se impartió el curso de formación haciendo hincapié en como diseñar planes de igualdad.

La Comisión ha ido recopilando los datos cuantitativos necesarios para completar el diagnóstico y comparar los resultados con los de 2014, año de referencia para el II Plan. Se está haciendo un esfuerzo especial para conseguir datos que no pudieron conseguirse anteriormente.

Cabe destacar que la Comisión de Igualdad está involucrada en la Red Tenerife Violeta del Cabildo de Tenerife que coordina las políticas de igualdad en la isla de Tenerife, así como en la Red GENERA, que se constituyó al finalizar el proyecto europeo "Gender Equality Network in the European Research Area" (H2020), participando en las reuniones de la misma; en concreto, la última, en septiembre de este año en Hamburgo (Alemania).





**UNIDAD DE
COMUNICACIÓN
Y CULTURA
CIENTÍFICA [UC3]**

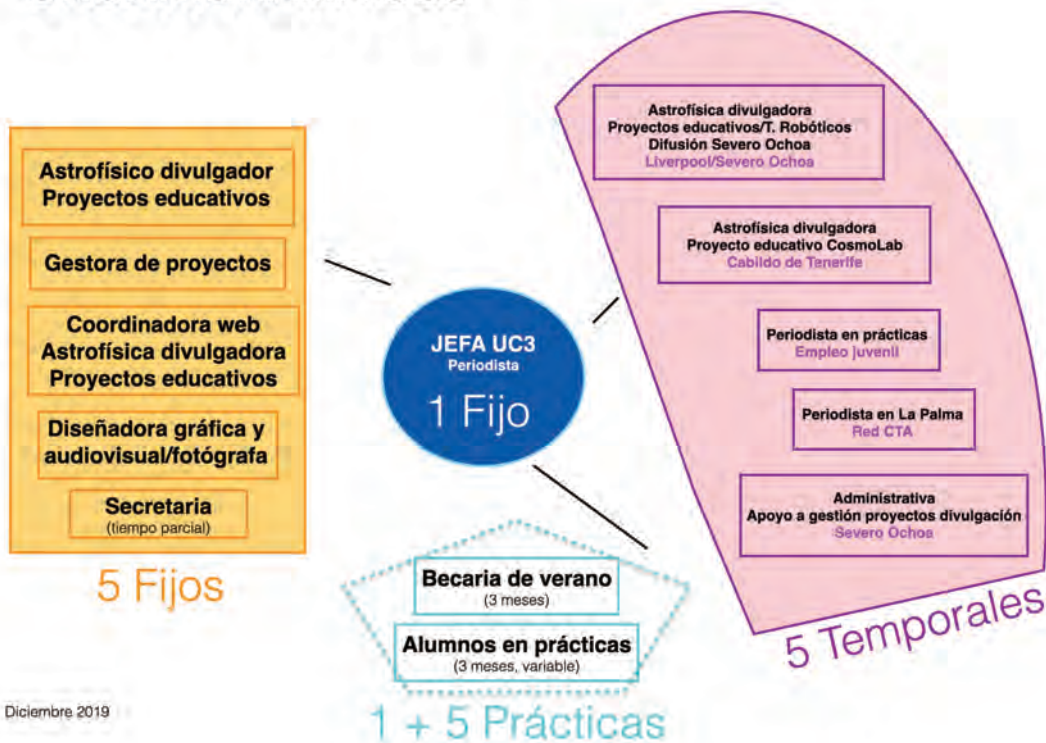
La Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3), bajo la dependencia directa del director del IAC, es un departamento que tiene como meta situar al IAC y a los Observatorios de Canarias como referentes locales, nacionales e internacionales en materia de comunicación y divulgación de la Astronomía, 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 y periodistas especializados; formación de profesorado

de Enseñanzas Medias; consolidación de las relaciones con la sociedad canaria; colaboraciones específicas con el Museo de la Ciencia y el Cosmos y otros museos e instituciones 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.

ORGANIGRAMA UC3



PERSONAL

La UC3 cuenta con 6 personas con contrato laboral fijo:

- **Carmen del Puerto Varela:** periodista especializada y jefa de la Unidad.
- **Alfred Rosenberg González:** astrofísico, asesor científico para la divulgación y la comunicación y coordinador de proyectos educativos.
- **Laura Calero Hernández:** gestora de proyectos y recursos.
- **M. Concepción Anguita Fontecha:** coordinadora de la web actual del IAC y asesora web de la UC3, así como coordinadora del proyecto educativo Cosmoeduca.
- **Inés Bonet Márquez:** diseñadora gráfica y audiovisual y fotógrafa.
- **Ana Quevedo González:** secretaria de apoyo (a tiempo parcial).

Con contrato temporal, la UC3 cuenta con 5 personas:

- **Alejandra Rueda Moral:** periodista en formación (contrato temporal en prácticas de dos años, desde 15 de septiembre de 2017 hasta el 14 de septiembre de 2019).
- **Carlos Martínez Aguado:** periodista en formación (contrato temporal en prácticas, desde 4 de noviembre de 2019 al 3 de enero de 2020).
- **Nayra Rodríguez Eugenio:** astrofísica, asesora científica para la divulgación y la comunicación y encargada de la difusión del proyecto Severo Ochoa, así como de la explotación docente del telescopio Liverpool, hasta diciembre de 2019.
- **Sandra Benítez Herrera:** astrofísica divulgadora contratada en el marco del proyecto educativo CosmoLab, financiado por el Cabildo de Tenerife.
- **Iván Jiménez Montalvo:** periodista especializado contratado para la difusión del proyecto CTA en La Palma (hasta mayo de 2020).
- **María del Pilar Rivero López:** hasta 31 de diciembre de 2019, como apoyo a la gestión de proyectos cofinanciados de comunicación y divulgación científica en el marco del Programa Severo Ochoa.

En la UC3 se sigue formando a periodistas y comunicadores científicos (prácticas curriculares, de 3 meses):

- **Silvia Granja González** (periodista ULL). Posteriormente obtuvo una beca de verano de 3 meses.
- **Tamara T. Muñiz Pérez** (periodista Univ. Carlos III).
- **Jorge Dóniz Fuentes** (periodista ULL).

- **Yoel Fernández Ballega** (astrofísico ULL).
- **Eve Barlier** (ilustradora científica, Haute École des Art du Rhin, HEAR, Francia).

La UC3 cuenta, además, con empresas externas para diversos servicios con el fin de completar sus funciones, como el seguimiento de repercusión en medios de comunicación.

M. Concepción Anguita Fontecha y Sandra Benítez forman parte de la Comisión de Igualdad del IAC aprobada por el Comité de Dirección el 22 de octubre de 2014.

En 2019, varios miembros de la UC3 participaron en el VII Congreso de Comunicación Social de la Ciencia, celebrado en Burgos del 9 al 11 de octubre, donde presentaron las siguientes comunicaciones:

- “El síndrome de Henrietta”, por Carmen del Puerto.
- “Proyecto CosmoLAB: el Sistema Solar como laboratorio en el aula”, por Alfred Rosenberg y Sandra Benítez.
- “Habla con Ellas: Mujeres en Astronomía”, por Nayra Rodríguez Eugenio.
- “Amanar: bajo el mismo cielo”, por Sandra Benítez.
- “Territorios pequeños para grandes infraestructuras: la Astrofísica en La Palma”, por Iván Jiménez.
- “Soñar bajo las estrellas o por qué algunas niñas rompieron un techo de cristal mirando al cielo”, por Alejandra Rueda.

Sandra Benítez también presentó las comunicaciones “CosmoLAB. Building an Astronomy educational community in the island of Tenerife” y “Amanar: Under the Same Sky”, en la European Week of Astronomy and Space Science (EWASS) celebrada en Lyon (Francia), del 24 al 28 de julio.

Nayra Rodríguez Eugenio también presentó la comunicación “What do teachers need to lead enquiry-based projects in Astronomy?”, en la Conferencia de la IAU “Astronomy Education. Bridging research and practice”, celebrada en Garching del 16 al 18 de septiembre de 2019.

Asimismo, con motivo del Día de Nuestra Ciencia 2019, celebrado en Santa Cruz de Tenerife el 28 de junio, se dieron dos charlas por parte de la UC3:

- “We are here to stay”, por Nayra Rodríguez Eugenio.
- “CosmoLAB: The Solar System as a Lab in the classroom”, por Sandra Benítez.

Sandra Benítez y Nayra Rodríguez Eugenio dieron la conferencia de Navidad del IAC: “Amanar: Canarias y el Sáhara bajo el mismo cielo”.

El personal del IAC ha realizado varios cursos de formación, entre ellos los cursos y talleres en el marco del Proyecto de Intervención psicosocial de la Fundación Canarias Centro Atención a la Familia de Tenerife; cursos de Habilidades directivas; y cursos de Prevención de incendios.

COMUNICACIÓN INTERNA

Como es habitual, se ha cuidado especialmente la comunicación interna a través del correo electrónico y de sistemas audiovisuales en distintas instalaciones del IAC, donde se proporciona toda la información posible de interés para el personal del centro: comunicados de prensa, vídeos del IAC, información meteorológica...

COMUNICACIÓN EXTERNA

La UC3 aspira a convertirse en una estructura estable que permita una adecuada transmisión a la sociedad tanto de la actividad y los desarrollos científicos y tecnológicos que genere el IAC como los resultados obtenidos en sus observatorios y, en especial, con telescopios como el GTC. Para ello debe facilitar la información, especialmente a los medios de comunicación, utilizando todas las vías posibles, tradicionales (comunicados de prensa, memorias, folletos, página web...) y modernos, mediante el uso de las redes sociales (Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn, Blog, Flickr y canales de vídeo YouTube, Dailymotion y Vimeo).

La Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3) ha llevado a cabo en 2019 las acciones de comunicación (externa e interna) habituales, que incluyen la cobertura informativa y gráfica de:

- resultados científicos y tecnológicos
- reuniones y congresos científicos
- eventos astronómicos
- actos y visitas institucionales
- actividades educativas y de divulgación

Notas de prensa y otros

2019 de nuevo ha sido un año con abundantes resultados científicos publicados en revistas científicas y eventos astronómicos populares e institucionales que la UC3 ha hecho llegar a los medios de comunicación en forma de notas de prensa (114), muchas coordinadas con otras instituciones; entrevistas publicadas (1)



y videoentrevistas (5). Estas notas de prensa se suben a la web del IAC en sus versiones en español e inglés. También, a la plataforma EurekAlert! cuando se trata de notas de prensa científicas y a la web del Severo Ochoa cuando participa personal de este programa. Se ha organizado 1 rueda de prensa, como siempre con documentación previa para los medios, asegurando que puedan grabar audio y vídeo y elaborando la nota de prensa posterior con material gráfico.

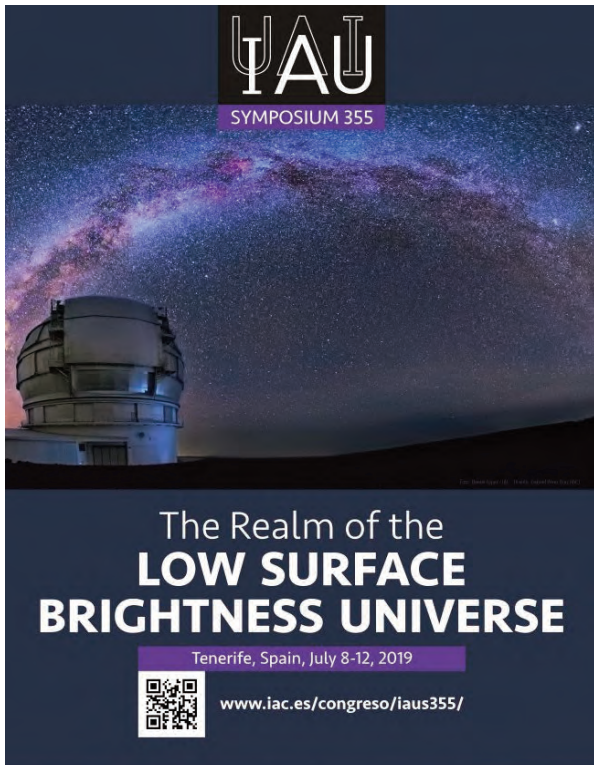
Regularmente se hace un seguimiento de la repercusión de la actividad del IAC y los Observatorios en medios de comunicación.

Se han mantenido reuniones de trabajo con los equipos de comunicación y divulgación del Consorcio CTA, del Departamento de Comunicación del Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (Portugal) y, sobre todo, del proyecto del Telescopio de Treinta Metros (TMT) y del Gobierno de Canarias. Con estos últimos se elaboró un Plan de Comunicación en torno al TMT.

Cobertura de reuniones científicas

La UC3 dio cobertura informativa y gráfica a más de una docena de congresos y otras reuniones científicas y técnicas organizadas por el IAC o afines celebradas en Canarias. También, a eventos y visitas especiales.

- “The Realm of the Low Surface Brightness Universe”, de la Unión Astronómica Internacional (IAU).
- “Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC”, en colaboración con la ULL.
- “Hadronic Contributions to New Physics Searches (HC2NP2019)”.
- Reunión Foro Estratégico Europeo sobre Infraestructuras de Investigación (ESFRI).
- “Observatorios de Canarias. Future Instruments”.



- XXXI Winter School “Universe in a box. Computational Fluid Dynamics in Astrophysics”.
- Reunión Consorcio CLASP-2.
- Reuniones del proyecto GOYA.
- Día de Nuestra Ciencia 2019.

- Reunión de representantes políticos de instituciones de Canarias en el ORM: Acuerdo de apoyo al TMT.

Se llevó la comunicación del proyecto CTA del IAC y del Gran Telescopio Canarias (GTC). También se dio apoyo informativo a otras instalaciones de los Observatorios de Canarias.

Se sigue colaborando con la revista “Astronomía”, con una breve noticia mensual y otros artículos, y con la sección “Gaveta Astrofísica”, del periódico *El Día*.

Atención a medios de comunicación y productoras

Los medios de comunicación recurren a los servicios de la UC3 para asesorarse sobre el quehacer científico y tecnológico del IAC, gestionar entrevistas, tomar imágenes en nuestras sedes y observatorios y solicitar nuestros recursos.

En 2019, la UC3 atendió más de 250 consultas de medios de comunicación locales, nacionales y extranjeros, tanto vía telefónica como por correo electrónico. Se facilitó el contacto de personal investigador para entrevistas y consultas telefónicas, se coordinaron entrevistas en la sede central y se organizaron grabaciones a varias personas.

Asimismo, la UC3 proporcionó material fotográfico y audiovisual y atendió a más de 50 medios de comunicación, productoras y fotógrafos que realizaron su actividad en los Observatorios de Canarias. (Ver SUBDIRECCIÓN, Observatorio del Teide y Observatorio del



Participantes en el congreso HC2NP2019. Crédito: Inés Bonet (IAC)

Roque de los Muchachos). En muchos casos, la UC3 autorizó el acceso, organizó el recorrido y gestionó y atendió entrevistas en las diferentes instalaciones. Destacamos, entre otros, los rodajes de Netflix, la TV pública japonesa NHK, un nuevo vídeo de la serie “El astrónomo indignado” del Instituto de Astrofísica de Andalucía, la presentación de nuevos uniformes de la compañía Binter, la serie fotográfica del modisto Palmero Andrés Acosta y la colaboración con el youtuber David Calle, del canal Unicoos.

Programas de radio

La UC3 sigue colaborando con las tertulias radiofónicas semanales de “Coffee Break: Señal y Ruido”, que en 2019 emitió 52 nuevos episodios. El podcast contaba a final del año con 50.316 oyentes por semana en internet, emitido por 8 emisoras.

Se continúa la colaboración con Radio Luz Garafía, en el Magazine “Café a las 12”. Iván Jiménez ha realizado y locutado 2 programas en 2019: el especial de la Semana de la Mujer en la Ciencia y el de Proyectos Educativos.

Especial del Programa Espejo Canario realizado en las instalaciones del IAC en La Laguna y dedicado especialmente al TMT.



Redes sociales

Las redes sociales son herramientas que permiten y fomentan la participación activa, con el consiguiente aprendizaje e inmersión en la cultura científica que se pretende inculcar. Tanto empresas como instituciones están empleando este tipo de herramientas para incrementar su presencia social, y dar mayor alcance a la información que ponen a disposición del público. En 2019 se ha impulsado la difusión del IAC como institución científica en las plataformas sociales on line, dando un salto de calidad para dar un mejor cumplimiento del compromiso fundamental de fomentar la cultura científica en la sociedad.

Las redes sociales del IAC son atendidas por el personal de la UC3: publicación diaria en los perfiles del



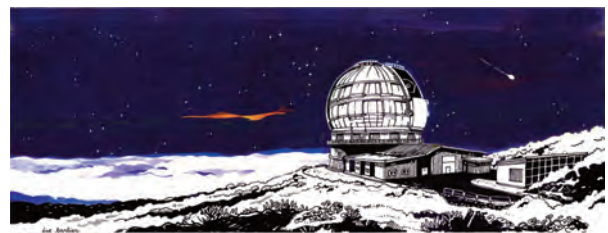
IAC en Twitter, Facebook e Instagram, principalmente, atención a las consultas y comentarios de los usuarios y seguimiento de las conversaciones sobre el IAC en estas redes, interviniendo cuando la situación lo requiriese. También se atiende la red LinkedIn, el blog del IAC "Vía Láctea, s/n" y los canales de vídeo y fotografía.

A 1 de diciembre de 2019, el número de seguidores era:

- Facebook: 21.015
- Twitter: 68.480
- Instagram: 4.259
- LinkedIn: 3.572
- YouTube: 3.904
- Vimeo: 44
- Dailymotion: 56
- Flickr: 171
- El Blog "Vía Láctea, s/n": 60.000 sesiones (publicaciones Blog: 109)

Campañas especiales en redes sociales:

- 10 años de Ciencia con el GTC. Se han ido destacando los principales hitos científicos (12 posts) del Gran Telescopio Canarias (GTC) con motivo de su décimo aniversario. Este telescopio no es solo un ingenio portentoso para la ciencia, sino que también es una fuente de inspiración para el arte. Asombro y admiración es lo que sintió la ilustradora Eve Barlier cuando lo visitó por primera vez. Por ello, se propuso en redes la iniciativa "Pinta un cielo al GTC" (10 posts), para la que había que descargarse una ilustración y pintarle un firmamento. Los resultados se enviaron a redessociales@iac.es y se compartieron utilizando el hashtag #GTC 10años.



- 50 años de la llegada a la Luna. La ilustradora Eve Barlier realizó, durante su período de prácticas en la UC3, un cómic cuyas viñetas se fueron publicando durante un mes "lunar". Compartimos las aventuras de Sandi, Alf y Ale para celebrar el famoso aniversario, descubriendo algunas curiosidades sobre el satélite de la Tierra.



eve barlier



eve barlier



- Campaña “TMT La Palma, yo sí quiero”. Esta serie recoge manifestaciones de apoyo a la instalación del Telescopio de Treinta Metros (TMT) en la isla canaria de La Palma. Son testimonios que el IAC está recibiendo de distintos sectores de la sociedad, como lo fueron en su día las declaraciones institucionales de ayuntamientos, cabildos, parlamentos y gobiernos regional y nacional.

Web externa

Internet es una herramienta universal de comunicación y difusión, de ahí la importancia de una buena web institucional y de la presencia de un organismo público de investigación como el IAC en las plataformas sociales online. Su estructura en forma de “red” permite que la información difundida a través de estos medios llegue tanto a público previamente interesado – usuarios fidelizados- como a nuevos usuarios potenciales. Desde 2014, la UC3 ha sido la responsable directa de la web externa del IAC y de su coordinación. El 23 de septiembre de 2019 se estrenó la nueva página web, proyectada desde 2016. Ha sido un enorme esfuerzo por parte de muchos miembros del IAC, especialmente de los Servicios Informáticos del IAC y de la UC3, que

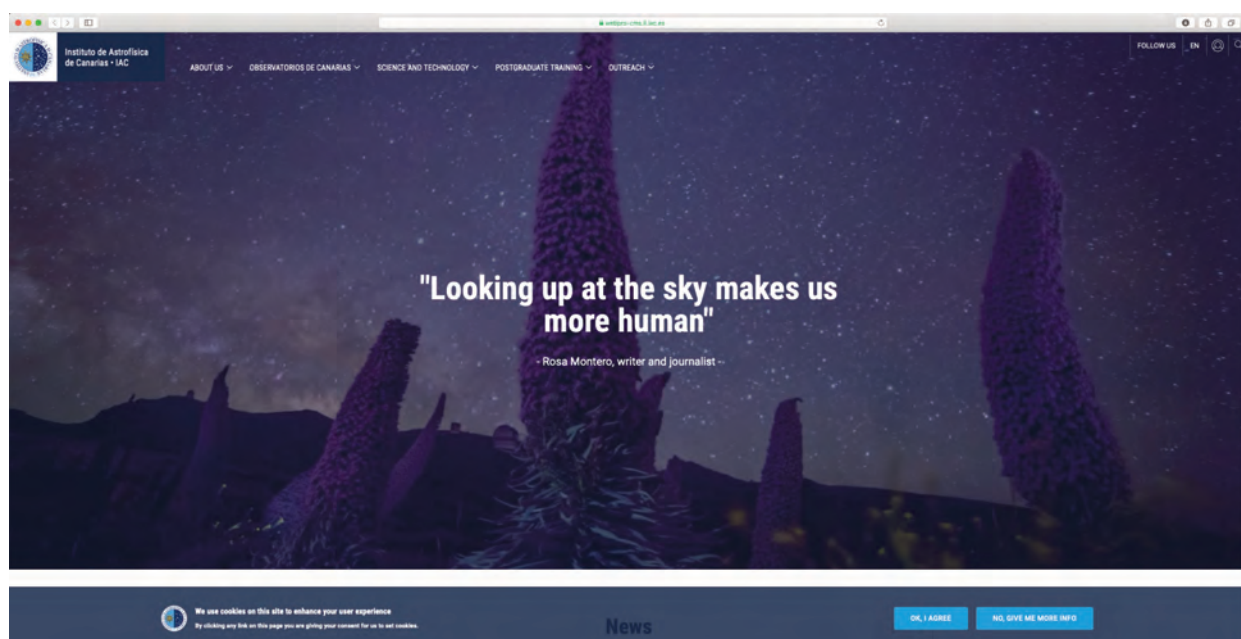
han trabajado para tratar de hacer una mejor página web de nuestro centro.

Coordinación

Desde 1998, la coordinadora de www.iac.es ha sido María C. Anguita, quién se ha ocupado, también, de la planificación, gestión y ejecución de tareas, de acuerdo a los recursos materiales y humanos disponibles en cada momento.

La web externa del IAC, es un proyecto vivo, multidisciplinar y transversal a todas las Áreas, así como a todas las Unidades que necesitan publicar su información y ofertar sus servicios. Ello implica la coordinación de un nutrido número de agentes implicados que, además, varía periódicamente.

La web externa del IAC está compuesta de un Portal Institucional, con un diseño, desarrollo y plataforma común y de muchos Sitios web desarrollados fuera de dicha plataforma. Para llevar a cabo su coordinación, se cuenta con la confianza de la responsable de la web y jefa de UC3, Carmen del Puerto, a quién se informa de todo aquello en que es necesaria su participación directa.



Hasta septiembre de 2019, el portal Institucional contaba con 20 editores y muchos más responsables de contenido si contamos los responsables de cada proyecto de investigación e instrumentación, si bien, en estos casos se cuenta con el personal de sus respectivas Áreas para llevar a cabo la gestión, con lo que, a efectos prácticos, en relación a contenidos se coordina a un equipo que ronda, con alguna variación, 20 responsables de contenido y 20 editores de contenido.

La página principal es un reflejo de la actividad de www.iac.es. En ella se muestran, de forma automatizada, gran parte de sus contenidos periódicos: resultados relevantes, notas de prensa, convocatorias de becas y empleos etc. En consonancia con la iniciativa, establecida en 2012, de aumentar la presencia de nuestra web en la comunidad científica internacional, la mayoría de las notas de prensa se traducen a su versión inglesa.

Hasta septiembre de 2019, la coordinadora de la web externa ha gestionado los cambios que eran imprescindibles solicitar al personal del SIC, a través de la responsable de la web. Si bien, desde 2018, dicha coordinadora, cuenta con permisos a la base de datos, lo que le permite hacer, de manera directa, la mayoría de los cambios que se precisan (arquitectura de la información, formularios y otros) para seguir atendiendo a los usuarios de la manera más adecuada posible, además de continuar:

- Analizando, revisando y/o generando, junto con las Áreas y departamentos, sus funcionalidades y contenidos y adaptando la arquitectura de la información, cuando es preciso.
- Manteniendo y actualizando el manual de instrucciones y formando a los nuevos usuarios del Gestor de edición.
- Atendiendo a los editores y resto de usuarios (internos y externos).

Otros Sitios Web del IAC

Los sitios web dentro y fuera del IAC son numerosos: 117 responsables web diferentes muchos de los cuales son, también, editores de las web de las que son responsables. Hasta septiembre de 2019, la coordinadora de la web, se ha encargado de:

- La coordinación de la comunicación interna en relación a la normativa que deben seguir los Sitios web del IAC (manteniendo informada a la responsable de la web y transmitiendo la información a los interesados a través de listas de correos y del sitio web "Normas para Editar en la web externa).

- El asesoramiento y apoyo, en relación al cumplimiento de la accesibilidad, a los responsables, desarrolladores web y editores de los Sitios web del IAC ubicados en los servidores del IAC.

En el caso de los sitios web que no tenían sentido que estuviera fuera de la plataforma común del Portal Institucional, la función de la coordinadora de la web ha sido realizar propuestas para su integración y/o integrarlas.

Toda propuesta y/o integración conlleva una revisión y adaptación de los contenidos y funcionalidades y, en el caso de las integraciones, su implementación directa o la coordinación de la misma con el desarrollador web.

En relación a Sitios web de UC3 y/o solicitados al anterior Gabinete de Dirección y ubicados en directorios de www.iac.es, las funciones y tareas de la coordinadora de la web se han extendido a la elaboración y/o mantenimiento de varios de ellos (actualmente con Dreamweaver), por ejemplo: Salas de prensa de las Winter, Revistas IAC Noticias y Winter School, Revista de Divulgación científica y Otros.

Aportación al Proyecto IACWeb

En mayo de 2016 se inicia el proyecto IACWeb con el objeto de desarrollar una misma plataforma para gestionar la web externa e interna del IAC. Para la definición y desarrollo del proyecto se contrata a una empresa externa bajo la coordinación del SIC y de la UC3.

Desde la coordinación de la web externa se aporta toda la documentación elaborada para las empresas y para el propio IAC, sobre los contenidos y requisitos funcionales de la nueva web y se colabora con el Comité de seguimiento y la Gestión del proyecto, a través de la responsable de la web, Carmen del Puerto.

En 2017, María C. Anguita, como asesora web de UC3 elaboró una propuesta de Modelo de Gestión del Servicio Web y los nuevos portales externos e internos del IAC. En esta propuesta, que ha sido revisado por la responsable de la web, Carmen del Puerto, se establece:

- La misión, visión, objetivos, alcance actual y futuro teniendo en cuenta los distintos usuarios del Servicio Web.
- Las funciones y tareas asociadas a cada uno de los roles a cubrir en el Servicio Web, incluyendo la de los responsables políticos.
- La gestión de contenidos y permisos.

Entre las funciones propuestas al responsable político, está la de designar y/o validar a los integrantes del equipo del Servicio Web y las funciones y tareas propuestas en el Modelo de Gestión del Servicio Web.

Accesibilidad

La web del IAC, como Portal institucional, debe cumplir la normativa española y europea. En el caso de la Accesibilidad, la AGE a través del Observatorio de Accesibilidad, evalúa el grado de cumplimiento de la misma, siendo la función de la coordinadora de la web:

- Coordinar el cumplimiento de la normativa en el Portal Institucional externo del IAC.
- Informar y facilitar el cumplimiento de la normativa al resto de Responsables de Sitios web del IAC.

Bajo la coordinación de María C. Anguita, se volvió a alcanzar una excelente puntuación media.

Web del Programa Severo Ochoa

La UC3, especialmente Nayra Rodríguez Eugenio, ha continuado actualizando contenidos de la web del

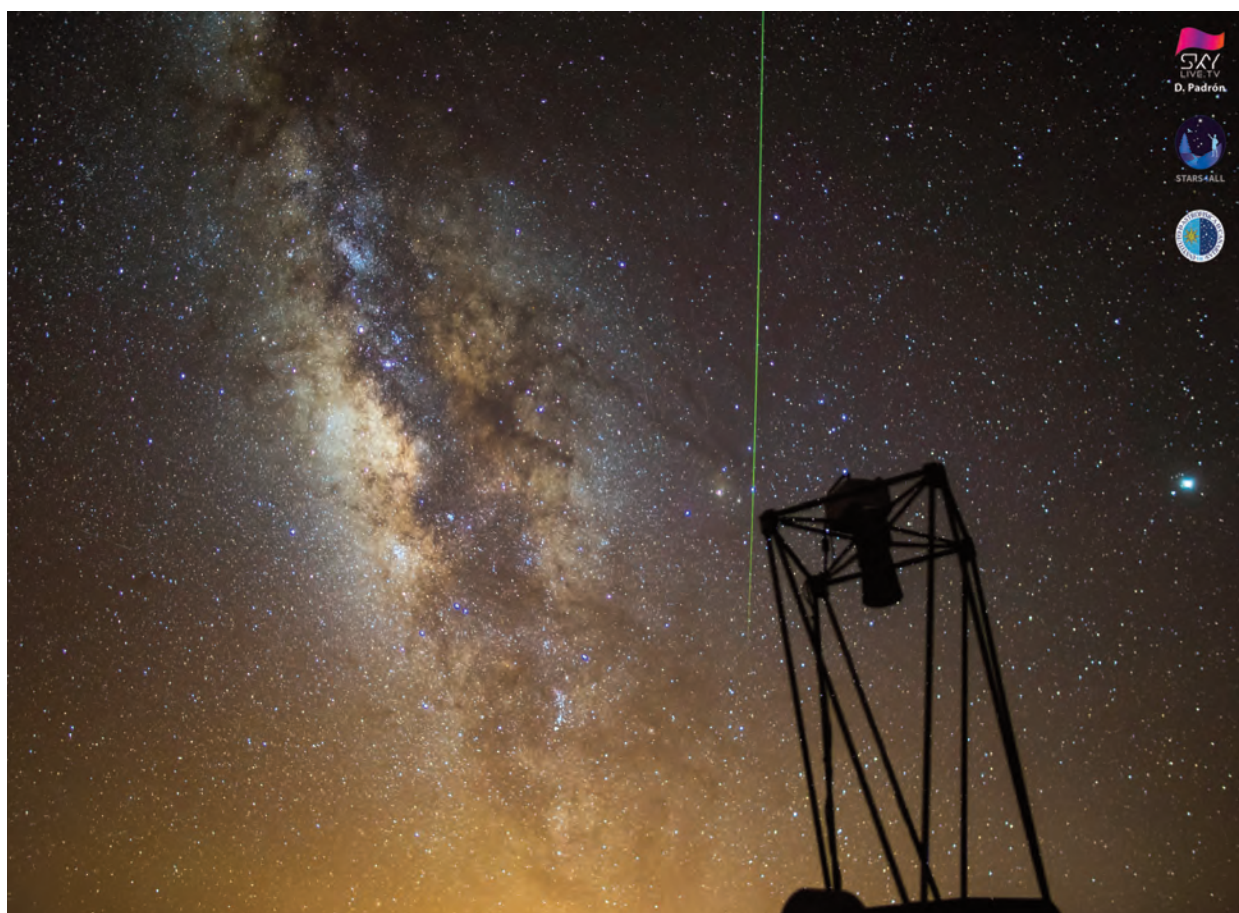
programa Severo Ochoa con noticias, eventos y entrevistas.

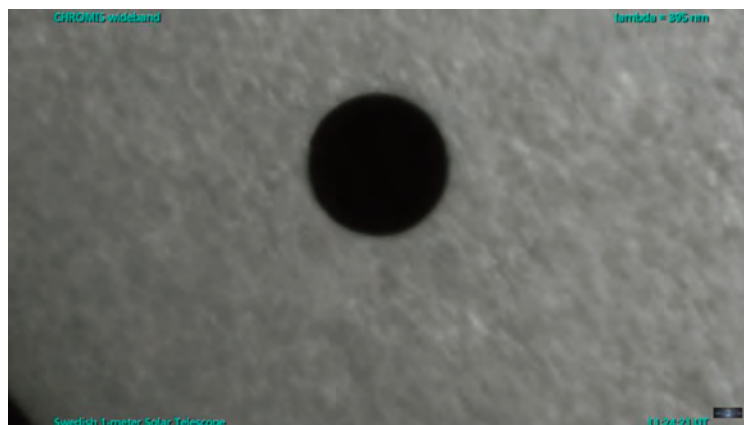
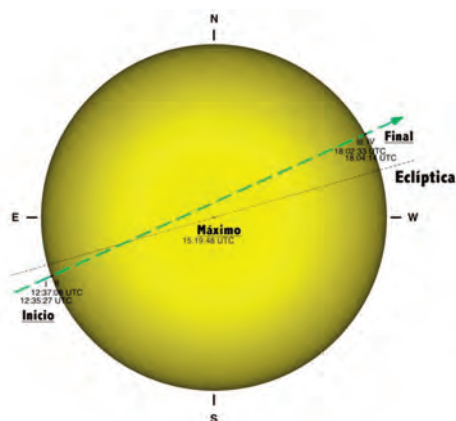
IMÁGENES Y EVENTOS ASTRONÓMICOS

Cobertura informativa de eventos astronómicos

La UC3 dio cobertura informativa a noticias relacionadas con varios eventos astronómicos del año, la mayor parte retransmitidos en directo y a través del canal sky-live.tv en el marco de la colaboración del proyecto europeo STARS4ALL. Los más destacados fueron:

- Supereclipse de Luna, desde el Observatorio del Teide, 21 de enero.
- Equinoccio, desde el dolmen de Lácara en Badajoz, 20 de marzo.
- Perseidas desde Oukaimeden (Marruecos), 12-13 de agosto.
- Eclipse de Sol desde Chile, 2 de julio.
- Gemínidas, desde el Observatorio del Teide, 13-14 de diciembre.
- Alineaciones de planetas.
- Luna, Mercurio y Marte sobre el Cúmulo del Pezsebre.





Retransmisión en directo del Tránsito de Mercurio desde los Observatorios de Canarias el 11 de noviembre

El pequeño planeta cruzó la superficie solar desde las 12:36h hasta las 18:04h, y fue emitido a través del canal de Youtube IAC vídeos del Instituto de Astrofísica de Canarias. Los Observatorios de Canarias invitaron a seguir la retransmisión desde el Telescopio Solar GREGOR (OT, Tenerife), el mayor telescopio solar de Europa operado por KIS (Leibniz Institute for Solar Physics, Alemania), y desde el Telescopio Solar Sueco SST (ORM, La Palma), operado por el ISF (Institute for Solar Physics, Suecia). Ambos telescopios ofrecieron imágenes en tiempo real de las observaciones que estuvieron realizando del evento. La iniciativa europea EELabs, a través del canal sky-live.tv, retransmitió en directo todo el tránsito de Mercurio, conectando con los distintos telescopios de los Observatorios de Canarias y explicando detalladamente el fenómeno en colaboración con el canal de divulgación científica QuantumFracture.

GALÁCTICA: se completó la mayor panorámica de la Vía Láctea

Una cámara réflex digital, un teleobjetivo y unos cielos nocturnos reconocidos mundialmente por su calidad y oscuridad. Estos son los ingredientes que confor-

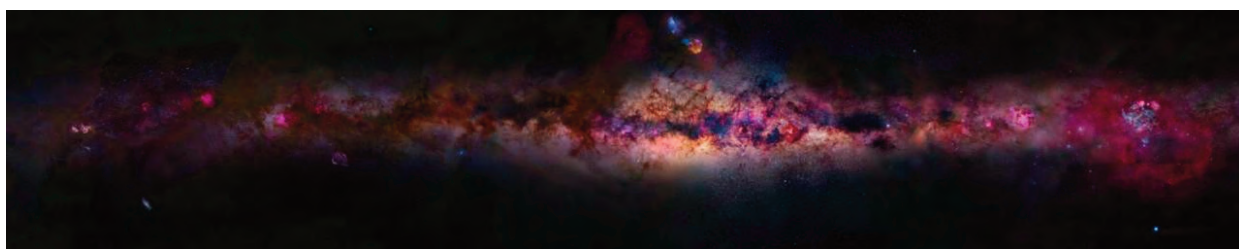
man “GALÁCTICA”, un proyecto llevado a cabo en el IAC en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y cuyo objetivo ha sido obtener una gigapan o mosaico gigante de la Vía Láctea para usar con fines divulgativos. “Gracias a las excepcionales condiciones atmosféricas del Observatorio del Teide y de Namibia hemos obtenido imágenes de alta calidad”, destacó Miquel Serra-Ricart, coordinador del proyecto, administrador de ese Observatorio e investigador del IAC. Y añadió: “GALÁCTICA-Sur nos obligó a viajar a Namibia, donde descubrimos unos cielos con una oscuridad y transparencia excepcionales. La imagen final de la Gran Nube de Magallanes tiene un detalle extraordinario, como mostramos en una de las imágenes”.

EDICIONES IMPRESAS Y DIGITALES

La UC3, como responsable de las publicaciones institucionales y de divulgación, ha diseñado y producido, en algunos casos en colaboración con otros departamentos, como el Servicio Multimedia del IAC, las siguientes ediciones:

Memoria del IAC 2018

Como es preceptivo, se publicó la Memoria anual del IAC correspondiente al año 2018, en la que se re-



Panorámica de la Vía Láctea vista desde el Hemisferio Norte. Crédito: J. C. Casado, Miquel Serra-Ricart y D. Padrón/IAC. Gigapan: <http://gigapan.com/gigapans/215143>



coge la actividad del centro en todas sus áreas y departamentos. Como se hizo anteriormente, se editaron 2 versiones de esta memoria: una extensa y disponible solo en formato digital y otra simplificada, en digital y en papel.

CCI Annual Report 2018

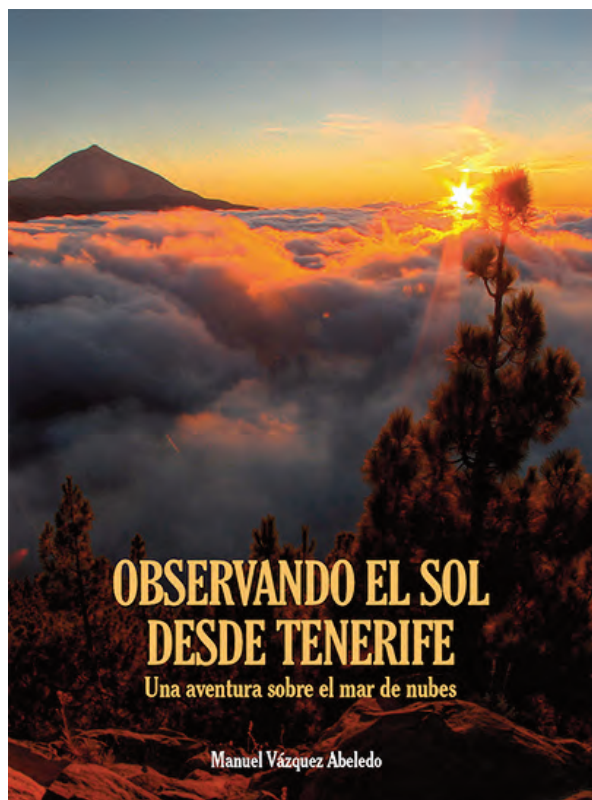
La Secretaría del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias, radicada en el IAC, publicó el informe anual correspondiente a 2018 sobre las actividades desarrolladas en estos Observatorios, cumpliendo así una de las funciones establecidas en el Protocolo de Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica, firmado en 1979.

Libros

- “SOÑANDO ESTRELLAS. Así nació y se consolidó la Astrofísica en España”, del director fundador del IAC, Francisco Sánchez. Relato de cómo nació y se consolidó, en tiempo récord, la Astrofísica y sus tecnologías conexas en España. Una narración histórica excepcional, escrita por quien ha sido testigo de primera fila, también actor de lo que se cuenta, y que se ha centrado en explicar el porqué y el cómo se ha logrado lo que se ha logrado.



- “OBSERVANDO EL SOL DESDE TENERIFE. Una aventura sobre el mar de nubes”, de Manuel Vázquez Abeledo. Desde la época histórica, las Islas Canarias han llamado la atención, primero a navegantes curiosos y luego a científicos europeos. Y a ello han contribuido, en gran medida, el Sol, el Teide y los alisios. El físico solar del IAC que firma este libro de divulgación nos proporciona una vi-



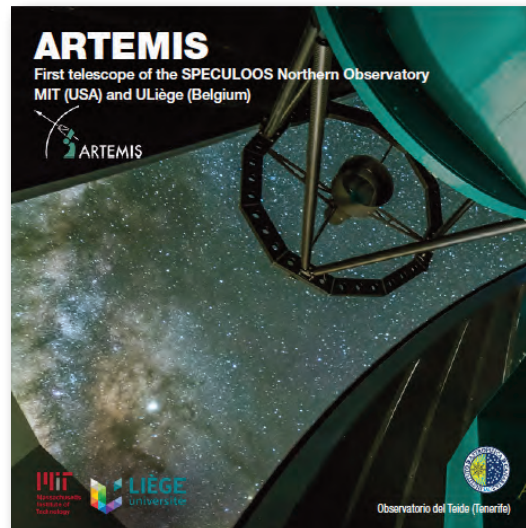
dez y editado por la Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación.

- Folleto de 100 años de Ciencia con el GTC, con textos de Peter Habison y Romano Corradi y diseñado por Gabriel Pérez, del Servicio Multimedia del IAC.

sión personal de todos los esfuerzos realizados para que hoy en día dispongamos en nuestras cumbres de las mejores instalaciones para estudiar el Sol.

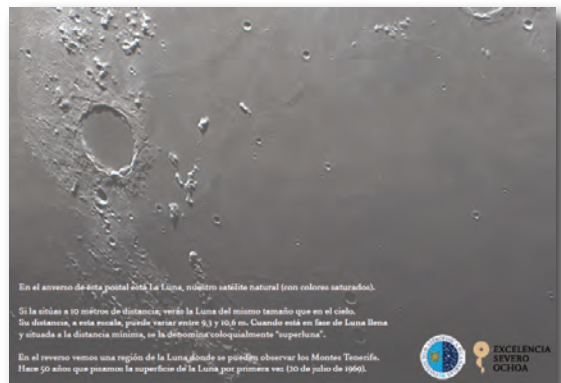
- Informe Impacto Socio-Económico del TMT en La Palma, elaborado por el profesor del Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Laguna Juan José Díaz Hernán-

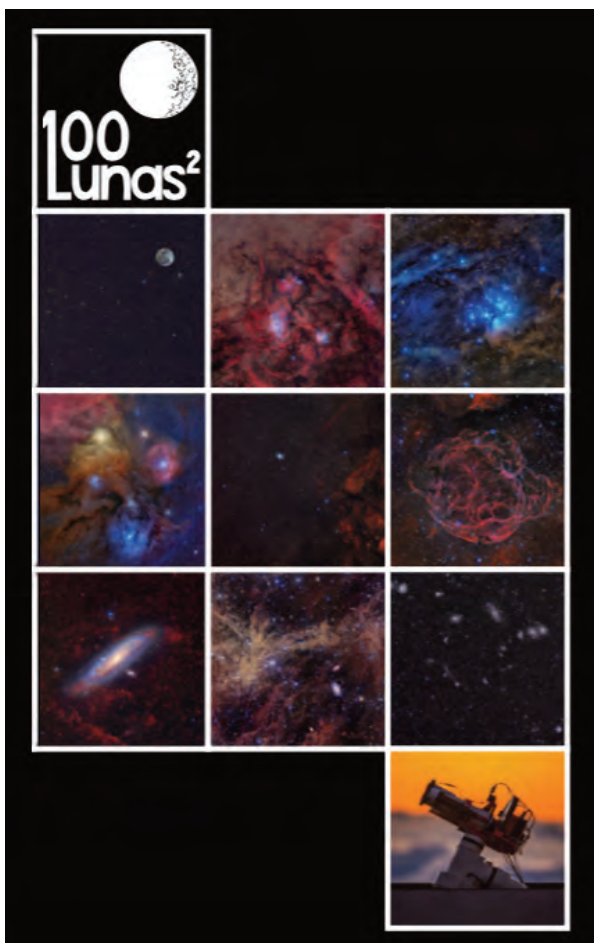
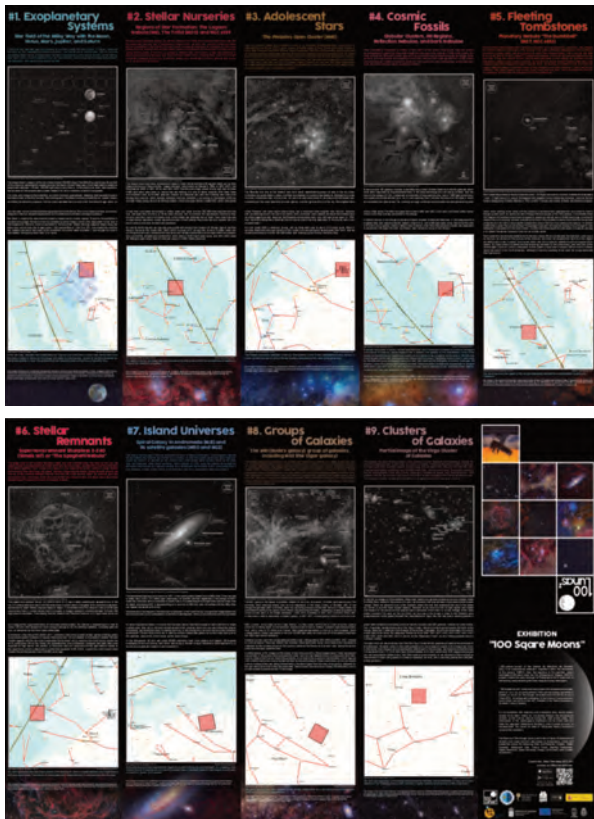




- Folleto y roll-ups para inauguración de IACTEC.
- Folleto, banderolas y cartel en baquelita del telescopio ARTEMIS de la red SPECULOOS Norte.
- Postal de la Luna, en colaboración con la Oficina de Correos de Santa Cruz de Tenerife.
- Diseño de felicitación navideña, en español y en inglés.

- Cartelería: congresos, conferencia de Navidad, cursos de verano, Observatorios de Canarias, Telescopio EST...
- Folletos (español e inglés) y láminas de la exposición "100 Lunas Cuadradas".
- Diseños e imágenes para la nueva web.
- Acordeón astronómico.





- Diseño de logos para proyectos educativos y otros.
- Calendarios astronómicos 2020 en dos formatos: póster y de pared, con imágenes del proyecto "100 Lunas Cuadradas", que se distribuyeron gratuitamente.

VÍDEOS

El personal de la UC3 realizó los siguientes productos audiovisuales en 2019:

- 1 nuevo vídeo de la serie “Niñas que rompieron un techo de cristal mirando al cielo”, dentro del proyecto “El regreso de Henrietta Leavitt”, de la FECYT.
- Edición de vídeo completo y fragmentos, con y sin lengua de signos, de la obra de teatro *El honor perdido de Henrietta Leavitt*.
- 2 nuevos vídeos de VOCES: “CTA: Mujeres de Altas Energías” y Entrevista al premio nobel Takaaki Kajita.
- Vídeo sobre el ORM realizado en colaboración con el equipo del TMT y su empresa de comunicación en España.
- Adaptación vídeo POLMAG.
- Videoentrevistas para redes (Riccardo Scarpa GTC, sobre la noticia “El Gran Telescopio Canarias descubre una nueva Cruz de Einstein”).



- Video ‘playground’ sobre MEGARA en el Gran Telescopio Canarias para la noticia “EMIR y MEGARA, dos instrumentos a pleno rendimiento en GRAN-TECAN”.
- Subtitulado en español del vídeo sobre la detección del primer GRB de MAGIC.
- 17 videoentrevistas para la campaña “TMT La Palma, yo sí quiero”.
- Vídeo corto sobre el proyecto educativo CosmoLAB con motivo de su primer aniversario.

El IAC canta el Himno a la Alegría

Con motivo de la celebración del Día de Europa, el 9 de mayo, el IAC se sumó al reto #Ode2Joy, que pro-





mueve la organización Europa Nostra, con el vídeo “Oda astrofísica”, en el que ha participado personal de este centro de investigación. Enlace al vídeo en YouTube: <https://youtu.be/cKmObQNjQ1c>

internacionales y el resto españoles) en las diferentes sesiones y cursos de formación desarrollados durante 2019, tanto presenciales en Canarias como online. Se dio respuesta a las consultas de los usuarios y asesora-

PROYECTOS EDUCATIVOS

“100 Lunas cuadradas” (ver EXPOSICIONES)

Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos (PETeR) del IAC

El objetivo de PETeR (<https://www.iac.es/peter/>) es promover en el alumnado preuniversitario el interés por la ciencia y la tecnología y el desarrollo del pensamiento crítico, mediante su participación en proyectos de aprendizaje activo en Astrofísica utilizando telescopios robóticos. En 2019, 38 centros educativos nuevos se unieron al proyecto, sumando un total de 220 centros y asociaciones españolas registradas en PETeR. Además, se ha formado a un total de 160 docentes (5





Participantes en el proyecto PETeR. Crédito: Escola GEM.

miento científico-técnico para la solicitud de observaciones, además de realizar charlas-talleres en centros educativos de Canarias y por videoconferencia a centros de la Península. Se han diseñado nuevos contenidos para la web del proyecto.

Se inició también una colaboración con la iniciativa CESAR (ESA, Madrid) para colaborar en formaciones del profesorado y trabajar en proyectos educativos conjuntos, y se han mantenido las colaboraciones con la *Open University*, el *National School's Observatory* y el Observatorio Las Cumbres. Con este último se ha renovado la categoría de "Socio Educativo" que lleva asociada una asignación de tiempo de observación para los usuarios de PETeR en telescopios de la red distribuidos por todo el mundo. La coordinadora del proyecto ha sido nombrada representante en el IAC de los telescopios de la *Open University*.



"CosmoLab"

- Proyecto "CosmoLAB: el Sistema Solar como Laboratorio en el Aula" (www.iac.es/cosmoslab)

Se ofrece formación del profesorado en temas de Astrofísica, de la mano de expertos en cada área para trasladar esos conocimientos de forma práctica y motivadora al aula, así como de montaje y uso de telescopios, facilitando el acceso a equipos astronómicos de calidad que los docentes pueden pedir prestados para realizar observaciones con sus alumnos. En 2019, 97 docentes de Tenerife pertenecientes a 83 centros educativos se formaron en los diferentes cursos ofrecidos. Por otro lado, se realizaron 27 préstamos de material, 24 correspondientes a los telescopios (solar y nocturno) y 3 a otros materiales educativos del proyecto. Además, se realizaron 7 eventos astronómicos en centros asociados al proyecto. En total, participaron 2.823 alumnos en las diferentes acciones del proyecto.

Las primeras acciones del año, se encaminaron a completar y mejorar la página web del proyecto y se siguió alimentando la página de Facebook específica. Asi-





mismo, se mantuvo la comunicación y colaboración con el Museo de la Ciencia y el Cosmos y con la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes (CEUCD) del Gobierno de Canarias, para promover los cursos de formación y demás actividades.

Un gran parte del esfuerzo estuvo dirigido a seguir con las acciones formativas del profesorado, tanto prácticas como teóricas. Los cursos prácticos de montaje y uso de telescopios continuaron con una frecuencia bimensual aproximadamente y de manera rotativa por los cuatro CEP la Isla. En 2019 se realizaron 8 cursos prácticos de montaje y uso de telescopios Vixen y Lunt, con sus correspondientes subidas al Observatorio del Teide, formando a un total de 61 docentes. Como novedad, y con el objetivo de reforzar el vínculo con los docentes ya formados y que puedan empezar a realizar pequeños proyectos de investigación con el alumnado, se propuso ampliar la oferta formativa de CosmoLAB para incluir cursos avanzados sobre Astrofotografía y Espectroscopía. También se continuó con el desarrollo y actualización de los materiales didácticos y audiovisuales.

En paralelo a esta formación práctica se llevó a cabo la primera edición del curso temático sobre Astronomía



y Astrofísica en colaboración con el Museo y la CEUCD. La media de participación de la primera edición de este curso —con el título “CosmoEducando y descubriendo el Universo”— se situó en torno a 36 profesores/as, pertenecientes a 30 centros educativos de la isla.

Con motivo del primer aniversario del proyecto, en mayo de 2019 se elaboró un vídeo corto que recopila los hitos y resultados obtenidos.



“Cosmoeduca”

Cosmoeduca (<https://www.iac.es/cosmoeduca/>) es un proyecto que pretende abrir una vía directa entre la comunidad educativa y el IAC para ayudar al profesorado de la ESO y Bachillerato en el desarrollo de contenidos curriculares que puedan tratarse haciendo uso de conceptos y contenidos del ámbito de la Astronomía. Incidiendo, en la promoción del IAC entre profesores y alumnos y en el despertar de vocaciones científicas. El proyecto se inicia con la elaboración, por parte de María C. Anguita, de una propuesta que recibe financiación externa. Si bien, el objetivo de obtener financiación externa era arrancar el proyecto, este proyecto continúa activo hasta el día de hoy y pretende ampliarse a niveles de Educación Infantil y Primaria.

Entre las funciones y tareas llevadas a cabo por María C. Anguita para este proyecto, están: creación, coordinación y desarrollo de propuestas y actividades dirigidas a la comunidad educativa; elaboración de encuestas; gestión y edición de contenidos, adaptaciones, revisión didáctica de textos, imágenes y animaciones; dirección, seguimiento de trabajos y servicios de colaboradores externo; informar al profesorado de las actividades y recursos educativos del IAC, a través de la lista de correo iac-edu; y gestionar y mantener la lista de correo iac-edu.

Durante el año 2019, se ha hecho la revisión didáctica de nuevos contenidos e imágenes, se ha mantenido la lista iac-edu y se ha actualizado la web de Cosmoeduca.

Cosmoeduca cuenta con más de 7.000 referencias en internet y con distintos reconocimientos.



Estudiantes del Colegio Santo Domingo de Guzmán durante la visita al GTC en el marco del programa “Nuestros Alumnos y el ORM”. Crédito: José Fernández / Colegio Santo Domingo de Guzmán.

“Nuestros Alumnos y el Roque de los Muchachos”.

Este año académico, el programa educativo “Nuestros alumnos y el Roque de los Muchachos” cumplió su décimo aniversario. El proyecto, nacido en el marco de la celebración del Año Internacional de la Astronomía en 2009, es una actividad destinada a todo el alumnado de 4º de la ESO de La Palma que tiene como objetivo acercar las infraestructuras del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) y divulgar la investigación que en él se desarrolla entre la comunidad escolar de la Isla.

El programa incluye una charla, que se imparte en los centros educativos, y una visita al Observatorio, donde el alumnado, además, participa en un taller práctico que trata sobre la luz y su utilidad en la observación astronómica. Todas las actividades son realizadas voluntariamente por personal investigador de las instituciones científicas presentes en el ORM. Desde que se inauguró el programa, han participado, en total, cerca de 7.000 escolares de 14 centros de educación secundaria de La Palma.

- Colaboración en Proyecto “AMANAR: bajo el mismo cielo” (<https://www.galileomobile.org/amanar>), un proyecto de la organización internacional GalileoMobile, en colaboración con la Asociación Canaria para la Amistad con el Pueblo Saharaui y la Unión Astronómica Internacional, que promueve la educación científica y apoya a los jóvenes y docentes de los campamentos de refugiados saharauis, con actividades de divulgación astronómica, visitas a los Observatorios de Canarias y desplazamiento de dos astrofísicas di-





vulgadoras a los campamentos de Tinduf, en Argelia, con la participación de 550 estudiantes y 66 docentes, además de repartir material astronómico y educativo. En 2019 recibió financiación de la Unión Internacional de Astronomía, a través de su Oficina de Astronomía para el Desarrollo (OAD), del Instituto de Astrofísica de Canarias y fue seleccionado Proyecto Especial dentro del marco de las conmemoraciones de su centenario (IAU100). Además, contó con el apoyo de otras instituciones científicas como son el Observatorio CTA, la colaboración Virgo, el Gran Telescopio de Canarias, el Instituto de Física Fundamental del CSIC y diversas asociaciones de astrónomos aficionados y colaboradores locales de Canarias y Argelia.

Coordinado por la astrofísica divulgadora Sandra Benítez Herrera, el proyecto tuvo dos fases: una durante los meses de verano de 2019 con los niños saharauis que pasan las vacaciones en Canarias (y el resto de España) dentro del programa Vacaciones en Paz. Se organizaron visitas a los observatorios, talleres sobre Astronomía y observaciones astronómicas en Tenerife, La Palma y Gran Canaria para los niños saharauis y sus familias de acogida.

La otra etapa ocurrió en octubre de 2019, cuando un equipo multidisciplinar viajó a los campamentos de refugiados de Tinduf, Argelia, para realizar cursos de formación del profesorado, actividades educativas en centros, donación de material y el registro y estudio del conocimiento saharauí del cielo.

Además, el equipo realizó seis sesiones de entrenamiento previas al viaje con expertos en migración y refugio y en la historia y cultura de la región (e.g. oficiales de las Naciones Unidas, académicos, expertos en etnoastronomía...)

Cursos y charlas

- IV Curso de Astrofísica para profesorado “Acércate al Cosmos”, organizado en colaboración con el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP): 52 profesores durante 5 días, 50 horas (30 presenciales y 20 online). Dirigido, por primera vez, a profesorado de Educación Infantil y Primaria y celebrado entre los días 23 y 27 de julio en Tenerife. Como en ediciones anteriores, contó con la participación del personal investigador del IAC. El Espacio Cultural Caja Canarias de Santa Cruz de Tenerife acogió esta tercera edición con el objetivo formar y poner al día al profesorado en los nuevos descubrimientos en el campo de la Astrofísica y ofrecer las herramientas necesarias para encontrar la forma más adecuada y estimulante de incorporar contenidos relacionados con la Astronomía en los currículos académicos. El curso tuvo una duración de 50 horas (30 presenciales y 20 online), contó con varias ponencias diarias en las que se trataron las principales áreas de la Astrofísica: el Sol, la Luna, Sistema Solar y Exoplanetas, Estrellas, Galaxias y Cosmología. Los asistentes también visitaron el Museo de la Ciencia y el Cosmos y el Observatorio del Teide. Allí conocieron los telescopios Optical Ground Station (OGS), de la Agencia Espacial Europea (ESA); el Experimento QUIJOTE; la pirámide solar; y el telescopio IAC-80, con el que realizaron una observación nocturna. También observaron el cielo a simple vista y con pequeños telescopios y realizaron prácticas de astrofotografía. Esta semana de formación concluyó el 27 de julio con la observación del eclipse de



Luna desde la terraza del Museo de la Ciencia y el Cosmos. Una actividad nocturna abierta al público que se celebró en la llamada “Fiesta del Sistema Solar”.

- V Curso Internacional de Verano “Astronomy Adventure in the Canary Islands”, celebrado del 15 al 20 de julio en las instalaciones del IAC y de la ULL, en el que participaron 30 docentes de 6 países. El curso pretende ser una cita anual con la innovación en educación científico-tecnológica a nivel de Primaria y Secundaria, ofreciendo formación de docentes en Astronomía y en el uso de telescopios robóticos para desarrollar una ense-



ñanza basada en proyectos. La formación se enmarca en los proyectos PETeR y Galileo Teacher Training Program, y se realiza en colaboración con NUCILIO (Portugal), los proyectos NSO y FTP (Reino Unido) y la iniciativa CESAR (ESAC).

Otras actividades educativas:

- Colaboración en “ROCKSTAR”, Programa ERASMUS+ de intercambio de estudiantes de Bachillerato españoles, daneses y noruegos con el fin de difundir la astrofísica, la ciencia espacial y la tecnología entre los jóvenes, dando prioridad a las actividades prácticas. El Programa utiliza las infraestructuras científicas educativas ubicadas en Tenerife (Observatorio del Teide y Museo de la Ciencia y el Cosmos) y en Noruega (Andøya Space Center).
- Cursos de formación de profesorado del “Itinerario de Astronomía” en colaboración con la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. En 2019 se ha formado a un total 85 docentes en temas de Astronomía general, utilización de telescopios robóticos y telescopios amateur.
- Visitas guiadas de centros educativos españoles y extranjeros a la sede central del IAC y a los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, así como de colectivos relacionados con la educación (representantes de AMPAS y Consejo Escolar de Canarias).
- Se han impartido numerosas charlas divulgativas y talleres en centros educativos de Canarias, en el marco de los proyectos educativos del IAC (divulgación del programa Severo Ochoa, PETeR, Nuestros Alumnos y el ORM) y de colaboraciones con otras instituciones, como la Consejería de Educación y el Observatorio de Temisas (proyecto “Mujeres Científicas Canarias”). Cabe destacar la colaboración con los proyectos de Astronomía del CEIP



Santo Domingo de Garafía (La Palma) y el CEIP Aregume (Tenerife), en el marco de PETeR.

- Cursos de formación de profesores en Lanzarote.
- Cursos a Guías Starlight en La Palma.
- Colaboración en el Campus de Excelencia de la FECYT.
- Tres alumnas de Bachillerato del programa “Canarias Masterclass” compartieron una jornada en el IAC acompañadas de Sandra Benítez, como su tutora, e ingenieras del centro.
- Colaboración en Festival PERIPLO con charla de Alfred Rosenberg.
- Colaboración con el youtuber David Calle y el portal educativo: <https://www.unicoos.com>
- Charla TEDxCG de Alfred Rosenberg.
- Colaboración en el “Seminario de Comunicación Científica” de la facultad de Periodismo de la Universidad de la Laguna.



EXPOSICIONES

- “100 Lunas cuadradas” en Japón

Las nueve imágenes astronómicas del proyecto educativo del IAC “100 Lunas cuadradas”, obtenidas con el Astrógrafo STC (Sky Treasure Chest) por el astrofotógrafo Daniel López desde el Observatorio del Teide, pudieron verse en la sede del Instituto Cervantes en Tokio durante el mes de abril. La temática de estas excepcionales fotografías del cielo abarca todo tipo de objetos astronómicos y algunos descubrimientos relevantes en Astrofísica.

La muestra, comisariada por la astrofísica divulgadora del IAC Sandra Benítez, fue inaugurada el 5 de abril. Contó también con la presencia del director del IAC, Rafael Rebolo, y el profesor de la Universidad de Vigo e investigador del IAA/CSIC, Antonio Ferriz, quienes ofrecieron una visión didáctica de sus investigaciones en las charlas “La búsqueda de exoplanetas como



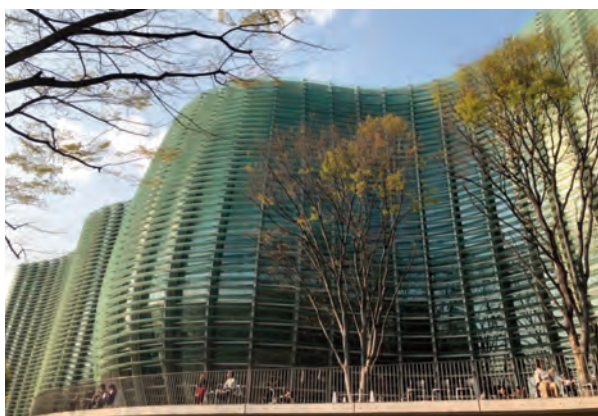
la tierra” y “Magnetosferas planetarias”, respectivamente. El director del IAC aprovechó su intervención para hablar sobre los proyectos de este centro de investigación en los que existen sinergias entre Japón y España. El investigador japonés de la Universidad de Nagoya, Kanya Kusano, también intervino con una charla sobre “Las llamaradas estelares y sus posibles efectos en los planetas circundantes.”

En mayo, la exposición estuvo abierta al público en la Universidad de Ochanomizu y continuó su recorrido por Japón exhibiéndose también en el Centro Nacional de Arte de Tokio, donde se celebraba la fundación del Consorcio de Ciudades de la Ciencia de Japón con la participación del Instituto de Ciencia Industrial (IIS, por



sus siglas en inglés), que celebraba su 70º aniversario. El Centro Nacional de Arte de Tokio es un edificio vanguardista del arquitecto japonés Kisho Kurowawa. A este acto, que pretendía crear una red de colaboración entre municipios e instituciones académicas, para construir una sociedad atractiva, dotada de visión y vitalidad, mediante el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, acudieron los siguientes científicos y autoridades: Toshiharu Kishi, director general del IIS (Universidad de Tokio); Kunio Izawa, presidente del consorcio y alcalde de Kokubunji-city (Prefectura de Tokio); Hitoshi Kuniyama, director general del Instituto de Ciencias Espaciales y Astronáutica de Japón ISAS/JAXA; Emeritus Ryojiro Akiba, de ISAS/JAXA; Ryohei Kanzaki, director general del Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Avanzadas; Mitsuhiro Tsue, director del Departamento de Aeronáutica y Astronáutica (Universidad de Tokio); Teruo Fujii, vicepresidente de la Universidad de Tokyo; Mamoru Mouri, director general del MIRAI-KAN (Museo Nacional de la Innovación y la Ciencia Emergente) y ex-astronauta; Takuji Nakamura, director general del Instituto Nacional de Investigación Polar; Shigenobu Saito, alcalde de Noshiro-city (Prefectura de Akita); Francisco Javier Sánchez, en representación de la Embajada de España en Japón; y el astrofísico Antonio Ferriz Mas, quien estuvo presente en representación del director del IAC, Rafael Rebolo.

La exposición continuó siendo expuesta en los campus del IIS (Komaba y Kashiwa) y ha sido adquirida de forma definitiva para seguir itinerando por Japón.



- “100 Luna Cuadradas” y la maqueta del futuro Telescopio Solar Europeo en el Parlamento Europeo

La exposición se inauguró el 9 de abril junto con una maqueta del Telescopio Solar Europeo. Durante una semana, la sede del Parlamento Europeo en Bruselas (Bélgica) acogió esta muestra educativa del IAC, al tiempo que otra copia de la misma se exhibía en Japón. En el caso de la capital belga, la exposición se acompañó de una maqueta del futuro Telescopio Solar Europeo (EST) a escala 1:50. Esta exposición también formaba parte de las actividades organizadas con motivo del centenario de la creación de la Unión Astronómica Internacional (IAU), el mayor foro de Astronomía del mundo, que precisamente celebró el evento IAU100 Under One Sky en el Palacio de las Academias en Bruselas los días 11 y 12 de abril.

La inauguración de la exposición, promovida en el Parlamento Europeo por el eurodiputado canario Gabriel Mato, contó con la participación del vicepresidente de la Cámara, Ramón Luis Valcárcel, el director del IAC, Rafael Rebolo, y el coordinador de la muestra y director del proyecto educativo, el astrofísico divulgador Alfred Rosenberg. Asistieron al acto numerosos eurodiputados y funcionarios del Parlamento, así como representantes en Bruselas de varias comunidades autónomas españolas y de la Representación





permanente ante la Unión Europea. Uno de los objetivos de esta muestra fue que los representantes democráticos de los países de la UE conocieran la importancia de la exploración del Universo y de los Observatorios de Canarias.

La exposición contó además con una maqueta del Telescopio Solar Europeo (EST), que se convertirá en el mayor telescopio solar jamás construido en Europa con un espejo primario de 4 m. EST supondrá un avance sin precedente en nuestra comprensión del Sol y con una gran participación europea.

“100 Lunas cuadradas” en Correos y en itineración

La sucursal 1 de CORREOS de Santa Cruz de Tenerife expuso también este homenaje de la Astronomía a la Fotografía, fruto del proyecto “NIÉPCE: del negativo al positivo”, en el mes de julio.

La exposición, de la que existen varias copias, sigue itinerando por centros escolares y culturales de Canarias.



SEMANAS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

El IAC estuvo presente en las Miniferias de Tenerife y de La Palma, con charlas y talleres dirigidos a alumnado de diferentes niveles educativos, desde 5º de Primaria a Bachillerato y Formación Profesional, y también al público general, en colaboración con la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias. Ade-



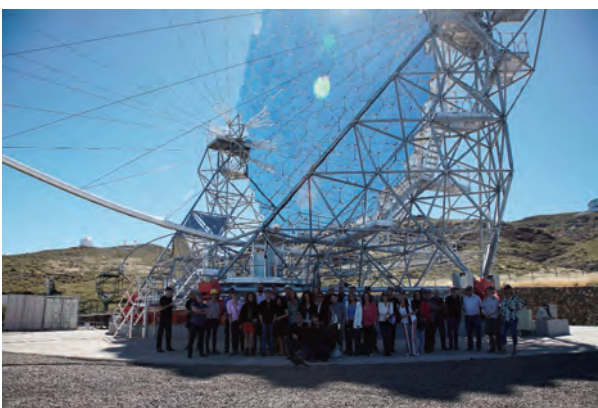


más, realizó actividades en centros educativos de las Islas. La Tabla Periódica de los Elementos Químicos fue el eje central del evento, en sintonía con las celebraciones del Año Internacional dedicado a dicha tabla que en 2019 cumplía 150 años desde que fuera propuesta por Mendeleev.

PROYECTOS TRANSVERSALES

Festival Hispanoamericano de Escritores en La Palma

El IAC colaboró nuevamente con el Festival Hispanoamericano de Escritores en La Palma, cuya segunda edición tuvo lugar entre el 9 y el 14 de septiembre, en



Participantes del Festival Hispanoamericano de Escritores durante su visita al Observatorio del Roque de los Muchachos. Crédito: Juan Antonio González Hernández e Inés Bonet / IAC.

el municipio palmero de Los Llanos de Aridane. Este festival reunió a más de cincuenta grandes figuras de la literatura hispana, entre ellos el premio nobel Mario Vargas Llosa, así como del arte y del cine, como Manuel Gutiérrez Aragón, procedentes de ambas orillas del Atlántico. Muchos de sus participantes visitaron el Gran Telescopio Canarias (GTC) y los telescopios MAGIC y LST-1, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en una jornada en la que la Astronomía fue protagonista. Por la tarde, tuvo lugar la mesa redonda con el título “La fuerza inspiradora del Universo”, en homenaje al director fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias, Francisco Sánchez, y en la que participaron, además, Rafael Rebolo y Casiana Muñoz Tuñón, director y subdirectora del IAC, respectivamente, y los escritores Karla Suárez y Alberto Ruy-Sánchez. Moderó el encuentro la periodista Carmen del Puerto, jefa de la UC3.



Por la noche, los escritores pudieron disfrutar de una observación nocturna con telescopios amateur en el exterior del Centro de Interpretación de las Cavidades Volcánicas Caños de Fuego, del municipio de Los Llanos de Aridane, así como hacer una visita guiada a este tubo volcánico.

EVENTOS ESPECIALES

La UC3 ha colaborado en la organización, gestión y cobertura de eventos especiales que se detallan a continuación:

- **Protegiendo el cielo, el entorno y el agua de La Palma.** El IAC participó el 2 de febrero en el acto de colocación de la placa del Gran Premio de la Unión Europea para el Patrimonio Cultural / Premio Europa Nostra 2018, concedido al Heredamiento de las Haciendas de Argual y Tazacorte, y de conmemoración del 30º aniversario de la Ley del Cielo.



Algunos asistentes al acto de colocación de la placa del Gran Premio de la Unión Europea para el Patrimonio Cultural / Premio Europa Nostra 2018, concedido al Heredamiento de las Haciendas de Argual y Tazacorte, y de conmemoración del 30º aniversario de la Ley del Cielo. Crédito: Demetrio de Almeida Rodrigues.

- **11 de Febrero, Día Internacional de las Mujeres y las Niñas en la Ciencia, y 8 de Marzo, Día Internacional de la Mujer.** Con motivo de estas celebraciones, investigadoras e ingenieras del IAC participaron en numerosas actividades para visibilizar el papel de las mujeres en la Ciencia y despertar el interés por la misma entre las niñas.

El IAC es un centro comprometido con las políticas de igualdad de género, la promoción del papel de la mujer en la Ciencia y el fomento de las vocaciones científico-tecnológicas tanto en niñas como en niños. Participa en la red insular Tenerife Violeta y en la red europea GENERA, que promueve la igualdad en centros de investigación en Física. Desde 2017, se ha sumado a las celebraciones del 11 de febrero con diversas actividades y proyectos, tanto a nivel institucional, como muchas de sus investigadoras y tecnólogas de forma particular.

En 2019, el calendario de actividades se extendió desde finales de enero hasta marzo, incluyendo charlas y talleres presenciales y virtuales en centros educativos e iniciativas dirigidas al público general.



Charlas online con astrónomas y tecnólogas

El 11 de febrero arrancó el proyecto “Habla con ellas: mujeres en Astronomía”, que consistió en la realización de 30 videoconferencias con escuelas por parte de 12 voluntarias, astrofísicas e ingenieras del IAC, quienes explicaron su labor, hablaron de su campo de investigación y contestaron a las preguntas del alumnado sobre la carrera científico-tecnológica, el Universo o los métodos que se emplean para conocerlo mejor. La actividad estuvo dirigida a centros educativos españoles, desde Infantil hasta Bachillerato y FP, y se desarrolló en formato intensivo el día 11 de este mes, con 15 videoconferencias desde las 8:30 a las 18:00 (hora canaria), y durante todo el curso escolar en las fechas concertadas entre las ponentes y los centros solicitantes. En total, participaron 1.300 estudiantes de 8 comunidades autónomas. Las astrofísicas e ingenieras que participaron en esta actividad fueron: Patricia Chinchilla, Nayra Rodríguez Eugenio, Sandra Benítez Herrera, Cristina Martínez Lombilla, Karla Z. Arellano Córdova, Arianna Di Cintio, Adriana de Lorenzo-Cáceres Rodríguez, Patricia Fernández Izquierdo, Paz Alonso Arias, Icíar Montilla, Montserrat Armas Padilla y Alicia López Oramas.



Otras actividades para centros educativos

El IAC participó también de forma presencial en charlas, talleres, observaciones astronómicas y debates que tuvieron lugar en varios centros educativos de las Islas. Algunas de estas actividades se gestionaron a través de la plataforma 11defebrero.org, que sirvió de enlace entre colegios de toda España y científicas que, por cercanía, pudieron desplazarse a los mismos para interactuar con el alumnado.

Además, las astrofísicas del IAC Antonia M. Varela, Begoña García, Pilar Montañés, Nayra Rodríguez y Natalia Arteaga participaron en el proyecto “Mujeres Científicas Canarias”, organizado por la Fundación Canaria Observatorio de Temisas, en colaboración con la Asociación de Investigadores de Las Palmas (INVEPA) y la Consejería de Educación y Universidades del Gobierno de Canarias, a través de su área STEAM. Esta iniciativa constaba de una exposición de paneles sobre mujeres canarias que trabajan en diferentes áreas de la Ciencia, que rotaría por los centros educativos inscritos en el proyecto, acompañada de una charla de una de las participantes.

Actividades abiertas al público

El 8 de febrero comenzó el III Ciclo Mujer y Ciencia, organizado por la Fundación Canaria Observatorio de Temisas, INVEPA y Macbiodi. Durante un mes, investigadoras que desarrollan su actividad profesional en las Islas participaron en una serie de charlas en varios municipios de Tenerife y Gran Canaria. Por parte del IAC colaborarán Cristina Ramos, Olga Zamora, Adriana de Lorenzo-Cáceres Rodríguez, Paz Alonso Arias, Sandra Benítez Herrera e Icíar Montilla.

Por segundo año consecutivo se desarrolló también la actividad “Chatea con una astrónoma”, promovida por la Comisión Mujer y Astronomía de la Sociedad Española de Astronomía (SEA) y organizada por Adriana de Lorenzo-Cáceres, investigadora del IAC. Esta iniciativa online tuvo lugar el 7 de febrero entre las 9:00 y las 21:00 hora canaria. A lo largo de toda la jornada, 62 astrofísicas profesionales charlaron con el público que se conectó al chat sobre sus investigaciones o sobre su experiencia como mujeres trabajando en Ciencia. Entre ellas, se encontraban las astrofísicas del IAC Paz Alonso, Karla Z. Arellano, Carme Gallart, Alicia López Oramas, Cristina Martínez, Francesca Pinna, Antonia M. Varela y Adriana de Lorenzo-Cáceres Rodríguez.

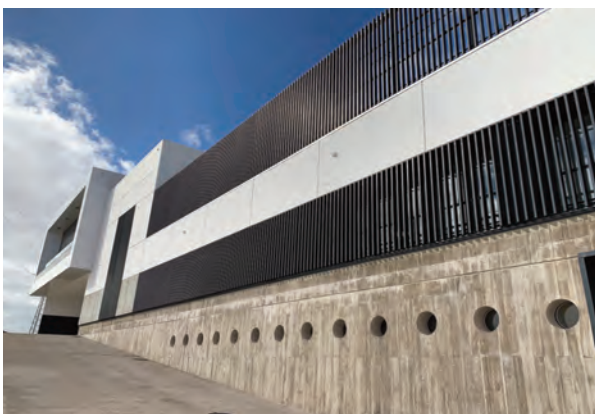
Justo el día 11 de febrero se publicó un nuevo capítulo de la serie audiovisual “Mujeres que rom-

pieron un techo de cristal mirando al cielo”. Hasta el momento, 16 astrofísicas e ingenieras del IAC han participado en este proyecto del IAC, en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), que tiene como objetivo promover las vocaciones científicas entre las más jóvenes al tiempo que se visibiliza el trabajo que se desarrolla en este centro de investigación.

También se subió los canales de vídeo del IAC la obra de teatro “El honor perdido de Henrietta Leavitt” (completa y escenas seleccionadas, incluida versión con intérpretes de lengua de signos), representada por última vez en 2017 en el marco del proyecto del IAC y la FECYT “El regreso de Henrietta Leavitt. De la escuela a la carrera investigadora pasando por el teatro”.

Todas estas actividades se enmarcaron en el proyecto “IAU100 Women and Girls in Astronomy”, una de las acciones destacadas de las celebraciones de los 100 años de la Unión Astronómica Internacional.

- **Inauguración del nuevo edificio de IACTEC.** La UC3 colaboró en la inauguración el 27 de febrero de este espacio de cooperación tecnológico-empresarial del IAC, especialmente en materiales expositivos, documentación y atención a los medios.



- **Inauguración de ARTEMIS.** La UC3 colaboró en la logística, documentación y cobertura informativa de la inauguración en el Observatorio del Teide, el 20 de junio, de este telescopio de la red SPECULOOS Norte, de la Universidad de Lieja (Bélgica), el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), de Estados Unidos, y el IAC.



- **50 años de tesis doctorales.** La UC3 colaboró en la logística y cobertura informativa del congreso científico “Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC”, celebrado del 17 al 19 de julio en La Laguna (Tenerife).



- **MacaroNight 2019.** Durante la “Noche Europea de los Investigadores”, el IAC y los Observatorios de Canarias participaron en el Maratón de Astrofísica de la Macaronesia con retransmisiones en directo a través del canal de YOUTUBE -IAC Vídeos- desde diversos telescopios presentes en los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos. Astrónomos de diversas disciplinas (física solar, altas energías, galaxias, cosmología...) acercaron su trabajo desde las instalaciones más avanzadas: el Gran Telescopio Canarias (GTC), el Experimento Quijote, las torres solares, el Laboratorio Solar, la Estación Óptica Terrestre de la ESA (OGS), los telescopios de altas energías LST y MAGIC, el telescopio Isaac Newton (INT) y el Telescopio Nazionale Galileo (TNG). Con conexiones cada media hora y de forma alterna entre observatorios, se pudo ver y oír, desde las 17:00h hasta las 21:00h del viernes 27 de septiembre, a astrónomos profesionales desde cualquier lugar del mundo, y se pudieron realizar preguntas en directo desde las sedes del proyecto MacaroNight, presentes en San Cristóbal de La Laguna (Tenerife), Las Palmas de Gran Canaria, Madeira, Azores y Cabo Verde.

En el stand del IAC de La Laguna, organizado por diferentes investigadoras e investigadores del IAC, se desarrollaron distintas actividades, tanto para escolares como para público general, de 9h a 23h. Bajo el título “La cara oculta de la Astronomía”, las actividades estuvieron relacionadas con las mujeres astrónomas que trabajaron a lo largo de la Historia, superando obstáculos y afrontando las dificultades relacionadas con la discriminación de género en los ámbitos de Ciencia, Tecnología e Investigación. Entre las actividades organizadas se pudo disfrutar desde una pequeña representación teatral, hasta la posibilidad de entrevistar a un/a astrónomo/a profesional en persona. Además, se organizaron concursos y juegos. Todo el mundo estuvo invitado a descubrir, de una forma participativa y divertida, esa parte de la Historia que nos es a menudo desconocida.

El IAC participó también en la Muestra de Documental Científico LL es ciencia, que se desarrolló durante la mañana en la Facultad de Educación de la ULL, con la serie audiovisual “Niñas que rompieron un techo de cristal mirando al cielo”, presentada por la astrofísica divulgadora Nayra Rodríguez y por la investigadora Begoña García.

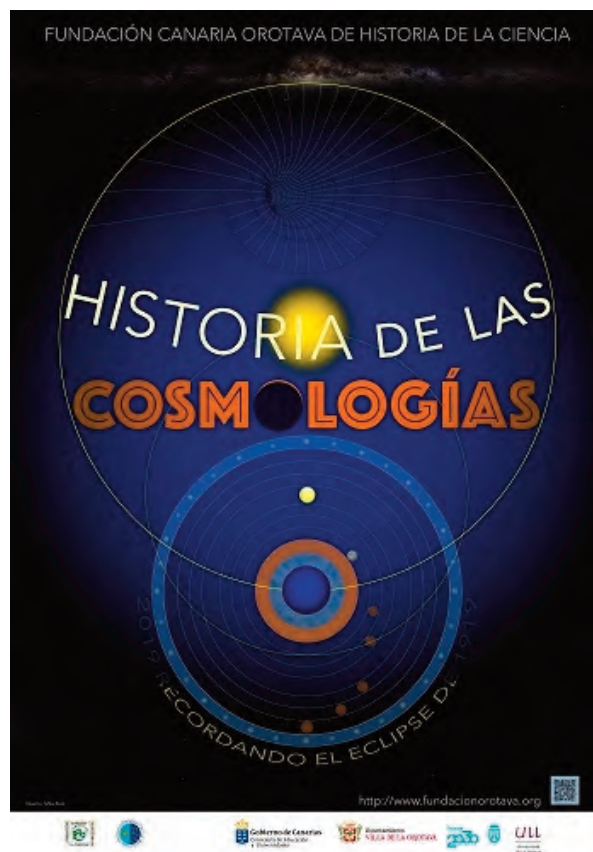


COLABORACIONES CON EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL COSMOS

El IAC mantiene una estrecha relación con el Museo de la Ciencia y el Cosmos (MCC), de Museos de Tenerife. Su director/a siempre es personal del IAC. Actualmente ocupa el cargo el astrofísico y divulgador científico Héctor Socas Navarro. La UC3 organiza regularmente actividades en colaboración con este museo.

Charlas y debates de temática astronómica:

- Ciclo de conferencias “Historia de las cosmologías”: «El Real Instituto y Observatorio de la Armada», por Javier Galindo (ROA), organizadas por la Fundación Canaria de Historia de la Ciencia, con la colaboración de la ULL, el IAC y el Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia de Berlín. 13/02/2019.
- Tertulia en el Cosmos: “M87*: El día en que la humanidad vio un agujero negro”, con José Alberto Rubiño y Héctor Socas (IAC). 10/05/2019.
- Charla y debate “IACTec Fast Forward con Wayne Rosing” (fundador de Las Cumbres Observatory). 10/05/2019.
- Tertulias en el Cosmos: “Presente y futuro de la inteligencia artificial”, con Andrés Asensio Ramos,





- “En busca de la materia oscura: un viaje al Universo desconocido”, con el Instituto de Física Corpuscular de Valencia. 18/10/19
- “Alexei Leonov, el hombre del espacio”, por Garik Israelian (IAC). 25/10/19.
- “Ondas gravitacionales: los sonidos del Universo”, por Sascha Husa (Univ. Islas Baleares), en el marco de la Escuela de Invierno del IAC 2019. 22/11/19.
- “La primera vuelta al mundo. Descubriendo nuevos cielos, islas y culturas”, por César Esteban (IAC). 12/12/19.
- “Repaso del 2019: lo mejor y lo peor del mundo de la ciencia este año”, por Héctor Socas (IAC). 27/12/19.

OTRAS COLABORACIONES

- Día Internacional de la Luz en Garafía. Una visita al Observatorio del Roque de los Muchachos con el alumnado del CEIP Santo Domingo y una charla pública sobre la nueva generación de telescopios Cherenkov que estudiarán los fenómenos más energéticos del Universo desde el municipio palmero, fueron algunas de las actividades en las que colaboraron el CTA y el IAC. Se llevaron a cabo el 16 de mayo, día que se conmemoraba mundial-

Marc Huertas-Company y Héctor Socas (IAC). 24/05/2019.

- “El primer astrónomo de Canarias”, por Jorge Sánchez Almeida (IAC). 07/06/19.
- Tertulias en el Cosmos: “Buscando vida en otros mundos”, con Enric Pallé y Héctor Socas (IAC). 21/06/19.
- “Cincuenta años de la llegada del ser humano a la Luna”. Presentación del libro “Las mil caras de la Luna”, por Eva Villaver (Univ. Autónoma de Madrid) y “De Apolo a Artemisa: 50 años de la llegada a la Luna y el anhelo de volver”, por Daniel Marín (AAGC). 12/07/19.
- Tertulias en el Cosmos: “Arqueoastronomía en Canarias, nuevo patrimonio de la Humanidad”, con Juan Antonio Belmonte y Héctor Socas (IAC). 13/09/19.
- Tertulias en el Cosmos: “Radioastronomía”, con Francisco Córdova (Obs. Arecibo) y Ricardo Génova y Héctor Socas (IAC). 27/09/19.
- Tertulias en el Cosmos: “La Luna: origen, geología, recursos y habitabilidad”, con Jesús Martínez Frías (Univ. Complutense de Madrid) y Héctor Socas (IAC). 04/10/19.



mente el papel que la ciencia y la tecnología de la luz tienen en la sociedad.

- **Semana de actividades astronómicas en el municipio de Garafía.** Un agosto más, el IAC participó en las fiestas patronales en honor a Nuestra Señora la Virgen de la Luz en la Villa de Garafía (La Palma), municipio que alberga el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). Una charla divulgativa, la exposición “100 Lunas cuadradas” y la tradicional jornada de puertas abiertas fueron algunas de las actividades organizadas.
- Colaboración en la Semana de las Estrellas del Casco Histórico de Santa Cruz de La Palma.
- Día Internacional del Asteoride.
- Colaboración en Pint of Science.
- Colaboración en Noche de Cuentos y Estrellas en Güímar.
- Colaboración en proyecto del Centro de Visitantes del Roque.

VISITAS A LOS OBSERVATORIOS

Jornadas de Puertas Abiertas en el Observatorio del Teide

Durante los días 14 y 15 de junio, cerca de 2.000 personas visitaron el Observatorio del Teide en las Jornadas de Puertas Abiertas 2019. Los asistentes conocieron las instalaciones de esta infraestructura técnica singular en la cumbre de Tenerife, donde pudieron aprender “desde qué es un exoplaneta hasta cómo es un terremoto solar”.



Visitas al Observatorio del Roque de los Muchachos

13.088 personas visitaron el Observatorio, de los cuales 100 fueron con motivo de la jornada de Puertas Abiertas para el municipio palmero de Garafía.



VISITANTES

En 2019, el IAC y los Observatorios de Canarias recibieron la visita de distintas personalidades. A continuación, se destacan algunas.



Pablo Casado, presidente del Partido Popular (PP) y candidato en 2019 a la Presidencia del Gobierno de España, visitó el 3 de abril la sede central del IAC, en La Laguna, junto con otros representantes de su partido, para conocer la labor investigadora y de desarrollo tecnológico que se realiza en el IAC y en los Observatorios de Canarias, así como los proyectos de futuros telescopios.



Una delegación de la Academia de Ciencias de China (CAS), encabezada por su vicepresidente, Tao Zhang, y del Observatorio Astronómico Nacional de China (NAOC) visitó el 13 de mayo la sede central del IAC, en La Laguna, y el Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma) para conocer, de primera mano, sus instalaciones y los proyectos que se desarrollan en ambos emplazamientos, de cara al estudio de la incorporación de China a los Observatorios de Canarias.

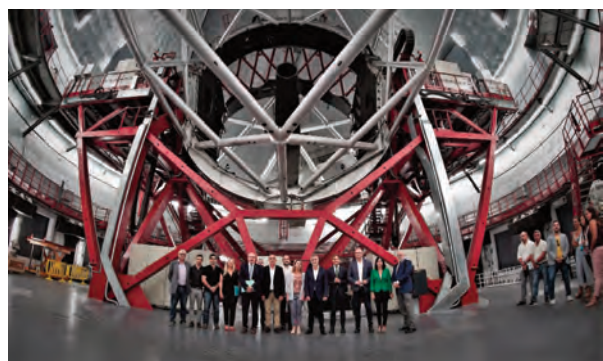
Wayne Rosing, el fundador de la red de telescopios de Las Cumbres Observatory, que cuenta con una de sus instalaciones en el Observatorio del Teide (Tenerife), recorrió en mayo la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), en La Laguna, y los Observatorios de Canarias en las cumbres de Tenerife y La Palma.



También ofreció una charla sobre emprendimiento en Astrofísica en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, de Museos de Tenerife, organizada por IACTEC.



El presidente del Instituto Nacional de Astrofísica de Italia (INAF), Nicolò D'Amico, visitó el IAC en junio con motivo del inicio de una negociación que podría conducir a la instalación de telescopios de la red ASTRI en el Observatorio del Teide (Tenerife).



Los representantes del Gobierno de Canarias, Cabildo de La Palma, Ayuntamientos de Puntagorda y Garafía y el director del IAC se reunieron el 16 de agosto en el Observatorio del Roque de los Muchachos, con el objetivo de mostrar unidad en torno a la candidatura de la isla de La Palma como posible sede alternativa a Hawái para el gran Telescopio de 30 Metros (TMT).



Ana Rosa Mena, alcaldesa de Tegueste, visitó el 29 de agosto la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias, en La Laguna, acompañada por Campbell Warden, secretario ejecutivo del centro; Javier Licandro, coordinador del Área de Investigación; Antonio Díaz China, jefe del departamento de Servicios Informáticos; y José Luis Rasilla, jefe del departamento de Óptica; algunos de ellos, vecinos del municipio.



Gustavo Matos, presidente del Parlamento de Canarias, visitó el 2 de septiembre las instalaciones del IAC en La Laguna, con el objetivo de conocer mejor el proyecto del Telescopio de Treinta Metros y transmitir el apoyo institucional, del Parlamento, en el caso de que decida construirse en Canarias.



Luis Yeray Gutiérrez, alcalde del Ayuntamiento de La Laguna, visitó el 4 de septiembre la sede central del

IAC, en La Laguna, con objeto de mantener un encuentro con el director del centro para estrechar la colaboración entre ambas instituciones.



El actor Emilio Gutiérrez Caba, que interpreta al premio nobel de Física Niels Böhr en la obra de teatro *Copenhague*, visitó el IAC en La Laguna y el Observatorio del Teide el 9 de septiembre.



Una delegación del partido Podemos de Canarias visitó el 1 de octubre las instalaciones del IAC en La Laguna para conocer la labor investigadora y de desarrollo tecnológico que se realiza en el IAC y en los Observatorios de Canarias, así como los proyectos de futuros telescopios.



El cónsul de Japón en las Islas Canarias Yoshihiro Miwa y su esposa Ruriko Miwa visitaron en noviembre las instalaciones del IAC y los Observatorios de Canarias con objeto de conocer el trabajo en materia de investigación y desarrollo tecnológico que se lleva a cabo en este centro de excelencia científica, así como los proyectos de colaboración actuales y futuros con el país nipón.



PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO PI

Challenging a Newtonian prediction through Gaia wide binaries

Scarpa, R.

2019IJMPD..2850101H

On the Connection between Planets, Dark Matter and Cancer: Comment on "Planetary Dependence of Melanoma"

Socas-Navarro, Hector

2019BpRL...14....1S

A recurrent nova super-remnant in the Andromeda galaxy

Darnley, M. J. et al. (incluye a Rodríguez-Gil, P.; Galera-Rosillo, R.)

2019Natur.565..460D

A Second Terrestrial Planet Orbiting the Nearby M Dwarf LHS 1140

Ment, K. et al. (incluye a Murgas, F.)

2019AJ....157...32M

AGILE, Fermi, Swift, and GASP/WEBT multi-wavelength observations of the highredshift blazar 4C +71.07 in outburst

Vercellone, S. et al. (incluye a Acosta-Pulido, J. A.)

2019A&A...621A..82V

ALMA Observations of the Molecular Gas in the Elliptical Galaxy NGC 3557

Vila-Vilaro, B.; Espada, Daniel; Cortes, Paulo; Leon, Stephane; Pompei, Emanuela; Cepa, J.

2019ApJ...870...39V

CARMENES input catalogue of M dwarfs. IV. New rotation periods from photometric time series

Díez Alonso, E. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; Hidalgo, D.)

2019A&A...621A.126D

Chemical and Kinematic Analysis of CN-strong Metal-poor Field Stars in LAMOST DR3

Tang, B.; Liu, Chao; Fernández-Trincado, J. G.; Geisler, Doug; Shi, Jianrong; Zamora, O.; Worthey, Guy; Moreno, Edmundo

2019ApJ...871...58T

Co-spatial UV-optical HST/STIS spectra of six planetary nebulae: nebular and stellar properties

Miller, Timothy R.; Henry, Richard B. C.; Balick, Bruce; Kwitter, Karen B.; Dufour, Reginald J.; Shaw, Richard

A.; Corradi, R. L. M.

2019MNRAS.482..278M

Comparing approximate methods for mock catalogues and covariance matrices- I. Correlation function

Lippich, M. et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.; Dalla Vecchia, C.; Dorta, A.; Kitaura, F.-S.; Pellejero-Ibanez, M.)

2019MNRAS.482.1786L

Discovery of Stars Surrounded by Iron Dust in the Large Magellanic Cloud

Marini, E.; Dell Agli, F.; Di Criscienzo, Marcella; Puccetti, Simonetta; García-Hernández, D. A.; Mattsson, Lars; Ventura, Paolo

2019ApJ...871L..16M

Fast-to-Alfvén Mode Conversion Mediated by Hall Current. II. Application to the Solar Atmosphere

González-Morales, P. A.; Khomenko, E.; Cally, P. S.

2019ApJ...870...94G

First Assessment of the Binary Lens OGLE-2015-BLG-0232

Bachelet, E. et al. (incluye a Bhattacharya, A.)

2019ApJ...870...11B

Gaia-DR2 extended kinematical maps I. Method and application

López-Corredoira, M.; Sylos Labini, F.

2019A&A...621A..48L

High-resolution observations of the umbral filament in AR NOAA 12529

Guglielmino, S. L.; Romano, P.; Ruiz Cobo, B.; Zuccarello, F.; Murabito, M.

2019NCimC..42...12G

Inner bars also buckle. The MUSE TIMER view of the double-barred galaxy NGC 1291

Méndez-Abreu, J. et al. (incluye a de Lorenzo-Cáceres, A.; Falcón-Barroso, J.)

2019MNRAS.482L.118M

Intracluster light: a luminous tracer for dark matter in clusters of galaxies

Montes, M.; Trujillo, I.

2019MNRAS.482.2838M

K2-140b and K2-180b- Characterization of a hot Jupiter and a mini-Neptune from the K2 mission

Korth, J. et al. (incluye a Deeg, H. J.; Alonso, R.; Hidalgo, D.; Montañés, P.; Narita, N.; Nespral, D.; Nowak, G.; Palle, E.; Prieto-Arranz, J.)

2019MNRAS.482.1807K

Kepler-730: A Hot Jupiter System with a Close-in, Transiting, Earth-sized Planet
Cañas, C. I. et al. (incluye a García-Hernández, D. A.)
2019ApJ...870L..17C

Multiple water band detections in the CARMENES near-infrared transmission spectrum of HD 189733 b
Alonso-Floriano, F. J. et al. (incluye a Nortmann, L.; Pallé, E.; Béjar, V. J. S.; Zechmeister, M.)
2019A&A...621A..74A

MuSCAT2: four-color simultaneous camera for the 1.52-m Telescopio Carlos Sánchez
Narita, N. et al.
2019JATIS...5a5001N

MUSE-AO view of the starburst-AGN connection: NGC 7130
Knapen, J. H.; Comerón, S.; Seidel, M. K.
2019A&A...621L...5K

On a New Method to Estimate the Distance, Reddening, and Metallicity of RR Lyrae Stars Using Optical/Near-infrared (B, V, I, J, H, K) Mean Magnitudes: Omega Centauri as a First Test Case
Bono, G. et al. (incluye a Monelli, M.)
2019ApJ...870..115B

On Kelvin-Helmholtz and parametric instabilities driven by coronal waves
Hillier, A.; Barker, Adrian; Arregui, I.; Latter, Henrik
2019MNRAS.482.1143H

Photometric detection of internal gravity waves in upper main-sequence stars. I. Methodology and application to CoRoT targets
Bowman, D. M. et al. (incluye a Simón-Díaz, S.)
2019A&A...621A.135B

Quiescent NIR and optical counterparts to candidate black hole X-ray binaries
López, K. M.; Jonker, P. G.; Torres, M. A. P.; Heida, M.; Rau, A.; Steeghs, D.
2019MNRAS.482.2149L

Radial Velocities in the Outermost Disk toward the Anticenter
López-Corredoira, M.; Sylos Labini, F.; Kalberla, P. M. W.; Allende Prieto, C.
2019AJ....157...26L

Role of host star variability in the detectability of planetary phase curves
Hidalgo, D.; Alonso, R.; Pallé, E.
2019A&A...621A..44H

Search for heavy resonances decaying into two Higgs bosons or into a Higgs boson and a W or Z boson in proton-proton collisions at 13 TeV
Sirunyan, A. M. et al. (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2019JHEP...01..051S

Signatures of Magnetic Reconnection at the Footpoints of Fan-shaped Jets on a Light Bridge Driven by Photospheric Convective Motions
Bai, X.; Socas-Navarro, H.; Nóbrega-Siverio, Daniel; Su, Jiangtao; Deng, Yuanyong; Li, Dong; Cao, Wenda; Ji, Kaifan
2019ApJ...870...90B

Software architecture of the high-level control of FRIDA
Guzmán Alvaréz, C.; Aguiar, M.; Acosta Pulido, J. A.; Patrón Recio, J.; Prieto, M. A.
2019JATIS...5a9001A

Space astrometry of the very massive around 150 solar masses candidate runaway star VFTS682
Renzo, M. et al. (incluye a Lennon, D. J.)
2019MNRAS.482L.102R

Spectro-polarimetric analysis of a short lived solar active region
Viavattene, G.; Zuccarello, F.; Collados Vera, M.; Ruiz Cobo, B.
2019NCimC..42...10V

Spiral-shaped wavefronts in a sunspot umbra
Felipe, T.; Kuckein, C.; Khomenko, E.; Thaler, I.
2019A&A...621A..43F

Star-forming galaxies at low-redshift in the SHARDS survey
Lumbreras-Calle, A. et al. (incluye a Muñoz-Tuñón, C.; Méndez-Abreu, J.; Arrabal Haro, P.; Borlaff, A.)
2019A&A...621A..52L

The Cluster-EAGLE project: a comparison of dynamical mass estimators using simulated clusters
Armitage, Thomas J.; Kay, Scott T.; Barnes, David J.; Bahé, Yannick M.; Dalla Vecchia, C.
2019MNRAS.482.3308A

The Gaia-ESO Survey: impact of extra mixing on C and N abundances of giant stars
Lagarde, N. et al. (incluye a Masseron, T.)
2019A&A...621A..24L

The ISM Properties and Gas Kinematics of a Redshift 3 Massive Dusty Star-forming Galaxy
Leung, T. K. D. et al. (incluye a Pérez-Fournon, I.)
2019ApJ...871...85L

The missing light of the Hubble Ultra Deep Field
Borlaff, A. et al. (incluye a Trujillo, I.; Román, J.r.; Beckman, J. E.; Eliche-Moral, M. C.; Infante-Sáinz, R.; Lumbreras-Calle, A.; Cebrián, M.; Dorta, A.; Martínez-Lombilla, C.)
2019A&A...621A.133B

The new 4-m robotic telescope
Gutiérrez, C. M. et al. (incluye a Knapen, J. H.; Rebolo, R.; Torres, M. P.)
2019AN....340...40G

- The Number of Dwarf Satellites of Disk Galaxies versus their Bulge Mass in the Standard Model of Cosmology
Javanmardi, B.; Raouf, M.; Khosroshahi, H. G.; Tavasoli, S.; Müller, O.; Molaeinezhad, A.
2019ApJ...870...50J
- The origin of accreted stellar halo populations in the Milky Way using APOGEE, Gaia, and the EAGLE simulations
Mackereth, J. Ted et al. (incluye a Allende Prieto, C.)
2019MNRAS.482.3426M
- The short orbital period binary star at the heart of the planetary nebula M 3-1
Jones, D.; Boffin, Henri M. J.; Sowicka, Paulina; Miszalski, Brent; Rodríguez-Gil, P.; Santander-García, Miguel; Corradi, R. L. M.
2019MNRAS.482L..75J
- Time Inference with MUSE in Extragalactic Rings (TIMER): properties of the survey and high-level data products
Gadotti, D. A. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; de Lorenzo-Cáceres, A.; Martínez-Valpuesta, I.)
2019MNRAS.482..506G
- Tycho's Supernova: The View from Gaia
Ruiz-Lapuente, P.; González Hernández, J. I.; Mor, Roger; Romero-Gómez, Mercè; Miret-Roig, Núria; Figueras, Francesca; Bedin, Luigi R.; Canal, Ramon; Méndez, Javier
2019ApJ...870..135R
- A dynamical view on stellar metallicity gradient diversity across the Hubble sequence with CALIFA
Zhuang, Yulong; Leaman, Ryan; van de Ven, Glenn; Zibetti, Stefano; Gallazzi, Anna; Zhu, Ling; Falcón-Barroso, J.; Lyubenova, Mariya
2019MNRAS.483.1862Z
- A giant impact as the likely origin of different twins in the Kepler-107 exoplanet system
Bonomo, Aldo S. et al. (incluye a Mathur, Savita)
2019NatAs...3..416B
- Anomalous Low-metallicity Regions in MaNGA Star-forming Galaxies: Accretion Caught in Action?
Hwang, Hsiang-Chih et al. (incluye a Sánchez Almeida, J.)
2019ApJ...872..144H
- APOGEE [C/N] Abundances across the Galaxy: Migration and Infall from Red Giant Ages
Hasselquist, Sten et al. (incluye a García-Hernández, D. A.; Zamora, O.)
2019ApJ...871..181H
- Asteroseismology of the Hyades red giant and planet host epsilon Tauri*
Arentoft, T. et al. (incluye a Pallé, P. L.)
2019A&A...622A.190A
- BAM: bias assignment method to generate mock catalogues
Balaguera-Antolínez, A.; Kitaura, Francisco-Shu; Pellejero-Ibáñez, M.; Zhao, Cheng; Abel, Tom
2019MNRAS.483L..58B
- Bolometric Treatment of Irradiation Effects: General Discussion and Application to Binary Stars
Horvat, M.; Conroy, K. E.; Jones, D.; Prsa, A.
2019ApJS..240...36H
- Comparing approximate methods for mock catalogues and covariance matrices- III: bispectrum
Colavincenzo, Manuel et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.; Dalla Vecchia, C.; Dorta, A.; Kitaura, F.-S.; Pellejero-Ibanez, M.)
2019MNRAS.482.4883C
- Confirming Herschel Candidate Protoclusters from ALMA/VLA CO Observations
Gómez-Guijarro, C. et al. (incluye a Dannerbauer, H.; Pérez-Fournon, I.)
2019ApJ...872..117G
- Constraining Metallicity-dependent Mixing and Extra Mixing Using [C/N] in Alpha-rich Field Giants
Shetrone, M. et al. (incluye a Masseron, T.; Zamora, O.; García-Hernández, D. A.)
2019ApJ...872..137S
- Dark matter response to galaxy assembly history
Artale, M. C.; Pedrosa, S. E.; Tissera, P. B.; Cataldi, P.; Di Cintio, A.
2019A&A...622A.197A
- Discovery of disc truncations above the galaxies' mid-plane in Milky Way-like galaxies
Martínez-Lombilla, C.; Trujillo, I.; Knapen, J. H.
2019MNRAS.483..664M
- Diverse Variability of O and B Stars Revealed from 2-minute Cadence Light Curves in Sectors 1 and 2 of the TESS Mission: Selection of an Asteroseismic Sample
Pedersen, M. G. et al. (incluye a Simón-Díaz, S.)
2019ApJ...872L...9P
- Evidence for mass accretion driven by spiral shocks onto the white dwarf in SDSS J123813.73-033933.0
Pala, A. F. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2019MNRAS.483.1080P
- Evolved stars in the Local Group galaxies- III. AGB and RSG stars in Sextans A
Dell'Agli, F.; Di Criscienzo, M.; García-Hernández, D. A.; Ventura, P.; Limongi, M.; Marini, E.; Jones, O. C.
2019MNRAS.482.4733D
- First stellar spectroscopy in Leo P
Evans, C. J. et al. (incluye a Lennon, D. J.; Patrick, L. R.)
2019A&A...622A.129E

Gaia Data Release 2. Properties and validation of the radial velocities

Katz, D. et al. (incluye a Allende Prieto, C.)
2019A&A...622A.205K

HADES RV program with HARPS-N at the TNG. IX. A super-Earth around the M dwarf Gl 686

Affer, L. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Suárez Mascareño, A.; Rebolo, R.; Toledo-Padrón, B.)
2019A&A...622A.193A

Hierarchical Bayesian approach for estimating physical properties in nearby galaxies: Age Maps (Paper II)

Sánchez-Gil, M. C.; Alfaro, Emilio J.; Cerviño, M.; Pérez, Enrique; Bland-Hawthorn, Joss; Jones, D. Heath
2019MNRAS.483.2641S

Homogeneous analysis of globular clusters from the APOGEE survey with the BACCHUS code. I. The northern clusters

Masseron, T. et al. (incluye a García-Hernández, D. A.; Zamora, O.; Dell'Agli, F.; Allende Prieto, C.)
2019A&A...622A.191M

Identifying Sagittarius Stream Stars by Their APOGEE Chemical Abundance Signatures

Hasselquist, S. et al. (incluye a Allende Prieto, C.; García-Hernández, D. A.; Zamora, O.)
2019ApJ...872...58H

Inferring physical parameters in solar prominence threads

Montes-Solís, M.; Arregui, I.
2019A&A...622A..88M

J-PLUS: Identification of low-metallicity stars with artificial neural networks using SPHINX

Whitten, D. D. et al. (incluye a Masseron, T.)
2019A&A...622A.182W

J-PLUS: The Javalambre Photometric Local Universe Survey

Cenarro, A. J. et al. (incluye a Aguerri, J. A. L.; Allende Prieto, C.; Falcón-Barroso, J.; Beasley, M. A.; Cepa, J.; Licandro, J.; Morate, D.; Salvador-Rusífol, N.)
2019A&A...622A.176C

New GTC spectroscopic data and a statistical study to better constrain the redshift of the BL Lac RGB J2243 + 203

Rosa González, D. et al. (incluye a Becerra González, J.; Méndez-Abreu, J.)
2019MNRAS.482.5422R

No unique solution to the seismological problem of standing kink magnetohydrodynamic waves

Arregui, I.; Goossens, M.
2019A&A...622A..44A

Nonaxisymmetric models of galaxy velocity maps

Sylos Labini, F.; Benhaïem, D.; Comerón, S.; López-Corredoira, M.
2019A&A...622A..58S

Observatory science with eXTP

in't Zand, Jean J. M. et al. (incluye a Blay, P.; Rodríguez-Gil, P.)
2019SCPMA..6229506I

On the post-common-envelope central star of the planetary nebula NGC 2346

Brown, A. J.; Jones, D.; Boffin, Henri M. J.; Van Winckel, Hans
2019MNRAS.482.4951B

Optical Identifications of Galaxy Clusters Among Objects from the Second Planck Catalogue of Sunyaev-Zeldovich Sources

Zaznabin, I. A. et al. (incluye a Rubiño-Martín, J.-A.)
2019AstL...45...49Z

Optical Spectroscopic Survey of a Sample of Unidentified Fermi Objects: II

Paiano, Simona; Falomo, Renato; Treves, Aldo; Franceschini, Alberto; Scarpa, R.
2019ApJ...871..162P

Qatar Exoplanet Survey: Qatar-7b-A Very Hot Jupiter Orbiting a Metal-rich F-Star

Alsubai, Khalid et al. (incluye a Pallé, E.; Murgas, F.; Parviainen, H.; Montañés-Rodríguez, P.)
2019AJ....157...74A

Quantifying Star Formation Activity in the Inner 1 kpc of Local MIR Bright QSOs

Martínez-Paredes, M.; Aretxaga, I.; González-Martín, O.; Alonso-Herrero, A.; Levenson, N. A.; Ramos Almeida, C.; López-Rodríguez, E.
2019ApJ...871..190M

Recent advancements in the EST project

Jurák, J. (Astronomical Institute of the Academy of Sciences, Fricova 298, 25165 Ondrejov, Czech Republic jurcak@asu.cas.cz); Collados, M.; Leenaarts, J.; van Noort, M.; Schlichenmaier, R.
2019AdSpR..63.1389J

Reduction of the maximum mass-loss rate of OH/IR stars due to unnoticed binary interaction

Decin, L. et al. (incluye a García-Hernández, D. A.)
2019NatAs...3..408D

Spiral structure in barred galaxies. Observational constraints to spiral arm formation mechanisms

Font, J.; Beckman, J. E.; James, Phil A.; Patsis, Panos A.
2019MNRAS.482.5362F

Spitzer Microlensing of MOA-2016-BLG-231L: A Counter-rotating Brown Dwarf Binary in the Galactic Disk

Chung, Sun-Ju et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2019ApJ...871..179C

Submillimeter Polarization Spectrum of the Carina Nebula

Shariff, Jamil A. et al. (incluye a Poidevin, F.)
2019ApJ...872..197S

- TESS Discovery of an Ultra-short-period Planet around the Nearby M Dwarf LHS 3844
Vanderspek, Roland et al. (incluye a Palle, E.; Narita, N.)
2019ApJ...871L..24V
- The ALHAMBRA survey: tight dependence of the optical mass-to-light ratio on galaxy colour up to $z = 1.5$
López-Sanjuan, C. et al. (incluye a Cerviño, M.)
2019A&A...622A..51L
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. The enigmatic planetary system GJ 4276: one eccentric planet or two planets in a 2:1 resonance?
Nagel, E. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; González-Cuesta, L.)
2019A&A...622A.153N
- The Fifteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: First Release of MaNGA-derived Quantities, Data Visualization Tools, and Stellar Library
Aguado, D. S. et al. (incluye a García-Días, R.; García-Hernández, D. A.; Jiménez Angel, C. E.; Machado, A.; Marques-Chaves, R.; Masseron, T.; Palicio, P. A.; Perez-Fournon, I.; Zamora, O.)
2019ApJS..240...23A
- The Fornax 3D project: dust mix and gas properties in the centre of early-type galaxy FCC 167
Viaene, S. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; Pinna, F.)
2019A&A...622A..89V
- The GTC exoplanet transit spectroscopy survey. X. Stellar spots versus Rayleigh scattering: the case of HAT-P-11b
Murgas, F.; Chen, G.; Pallé, E.; Nortmann, L.; Nowak, G.
2019A&A...622A.172M
- The HARPS search for southern extra-solar planets. XLIV. Eight HARPS multi-planet systems hosting 20 super-Earth and Neptune-mass companions
Udry, S. et al. (incluye a Alonso, R.)
2019A&A...622A..37U
- The LOFAR Two-metre Sky Survey. II. First data release
Shimwell, T. W. et al. (incluye a Génova-Santos, R. T.)
2019A&A...622A...1S
- The Near-ultraviolet Continuum Radiation in the Impulsive Phase of HF/GF-type dMe Flares. I. Data
Kowalski, Adam F. et al. (incluye a Fariña, C.)
2019ApJ...871..167K
- The solar chromosphere at millimetre and ultraviolet wavelengths. I. Radiation temperatures and a detailed comparison
Jafarzadeh, S.; Wedemeyer, S.; Szydlarski, M.; De Pontieu, B.; Rezaei, R.; Carlsson, M.
2019A&A...622A.150J
- Towards Understanding the Origin of Cosmic-Ray Positrons
Aguilar, M. et al. (incluye a García-López, R. J.; Reina Conde, A.; Vázquez Acosta, M.)
2019PhRvL.122d1102A
- Two new free-floating or wide-orbit planets from microlensing
OGLE Collaboration et al. (incluye a Fukui, A.)
2019A&A...622A.201O
- A 3D view of the Hyades stellar and sub-stellar population
Lodieu, N.; Smart, R. L.; Pérez-Garrido, A.; Silvotti, R.
2019A&A...623A..35L
- A case study of hurdle and generalized additive models in astronomy: the escape of ionizing radiation
Hattab, M. W.; de Souza, R. S.; Ciardi, B.; Paardekooper, J.-P.; Khochfar, S.; Dalla Vecchia, C.
2019MNRAS.483.3307H
- A fast, very-high-energy gamma-ray flare from BL Lacertae during a period of multiwavelength activity in June 2015
MAGIC Collaboration et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; Delgado, J.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Sobczynska, D.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2019A&A...623A.175M
- A New Einstein Cross Gravitational Lens of a Lyman-break Galaxy
Bettoni, D.; Falomo, Renato; Scarpa, R.; Negrello, Mattia; Omizzolo, Alessandro; Corradi, R. L. M.; Reverte, D.; Vulcani, Benedetta
2019ApJ...873L..14B
- Asteroseismology of Massive Stars with the TESS Mission: The Runaway Beta Cep Pulsator PHL 346 = HN Aqr
Handler, Gerald et al. (incluye a Simón-Díaz, S.)
2019ApJ...873L...4H
- Bright Opportunities for Atmospheric Characterization of Small Planets: Masses and Radii of K2-3 b, c, and d and GJ3470 b from Radial Velocity Measurements and Spitzer Transits
Kosiarek, M. R. et al. (incluye a Murgas, F.)
2019AJ....157...97K
- Ca line formation in late-type stellar atmospheres. I. The model atom
Osorio, Y.; Lind, K.; Barklem, P. S.; Allende Prieto, C.; Zatsarinny, O.
2019A&A...623A.103O
- Chemical Abundances of Main-sequence, Turnoff, Subgiant, and Red Giant Stars from APOGEE Spectra. II. Atomic Diffusion in M67 Stars
Souto, D. et al. (incluye a Allende Prieto, C.; García-Días, R.; García-Hernández, D. A.; Zamora, O.)
2019ApJ...874...97S
- Chemical Cartography with APOGEE: Multi-element Abundance Ratios
Weinberg, D. H. et al. (incluye a Allende Prieto, C.; García-Hernández, D. A.; Zamora, O.)
2019ApJ...874..102W

Clustering properties of TGSS radio sources

Dolfi, A.; Branchini, Enzo; Bilicki, Maciej; Balaguera-Antolínez, A.; Prandoni, Isabella; Pandit, Rishikesh
2019A&A...623A.148D

Deconstructing double-barred galaxies in 2D and 3D- I. Classical nature of the dominant bulges

de Lorenzo-Cáceres, A.; Méndez-Abreu, J.; Thorne, B.; Costantin, L.
2019MNRAS.484..665D

Detection and characterization of an ultra-dense sub-Neptunian planet orbiting the Sun-like star K2-292

Luque, R. et al. (incluye a Nowak, G.; Pallé, E.; Hidalgo, D.; Alonso, R.; Beck, P.; Deeg, H.; Mathur, S.; Montañés-Rodríguez, P.; Narita, N.; Nespral, D.; Prieto-Arranz, J.)
2019A&A...623A.114L

Detection and Doppler monitoring of K2-285 (EPIC 246471491), a system of four transiting planets smaller than Neptune

Palle, E. et al. (incluye a Nowak, G.; Luque, R.; Hidalgo, D.; Prieto-Arranz, J.; Alonso, R.; Deeg, H.; Fukui, A.; Montañés-Rodríguez, P.; Murgas, F.; Narita, N.; Nespral, D.)
2019A&A...623A.41P

Diagnostic potential of the Ca II 8542 Å line for solar filaments

Díaz Baso, C. J.; Martínez González, M. J.; Asensio Ramos, A.; de la Cruz Rodríguez, J.
2019A&A...623A.178D

Discovery of Resolved Magnetically Split Lines in SDSS/APOGEE Spectra of 157 Ap/Bp Stars

Chojnowski, S. Drew; Hubrig, Svetlana; Hasselquist, Sten; Castelli, Fiorella; Whelan, David G.; Majewski, Steven R.; Nitschelm, Christian; García-Hernández, D. A.; Stassun, Keivan G.; Zamora, Olga
2019ApJ...873L...5C

Discovery of TeV gamma-ray emission from the neighbourhood of the supernova remnant

G24.7+0.6 by MAGIC
MAGIC Collaboration et al. (incluye a Acciari, V. A.; Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Somero, A.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.; Zanin, R.)
2019MNRAS.483.4578M

Exploration of long-period oscillations in an H α prominence

Zapiór, M.; Schmieder, B.; Mein, P.; Mein, N.; Labrosse, N.; Luna, M.
2019A&A...623A.144Z

Exploring circumstellar effects on the lithium and calcium abundances in massive Galactic O-rich AGB stars

Pérez-Mesa, V.; Zamora, O.; García-Hernández, D. A.; Osorio,

Y.; Masseron, T.; Plez, B.; Machado, A.; Karakas, A. I.; Lugaro, M.

2019A&A...623A.151P

Gaia DR 2 and VLT/FLAMES search for new satellites of the LMC

Fritz, T. K.; Carrera, R.; Battaglia, G.; Taibi, S.

2019A&A...623A.129F

Global correlations between the radio continuum, infrared, and CO emissions in dwarf galaxies

Filho, M. E.; Tabatabaei, F. S.; Sánchez Almeida, J.; Muñoz-Tuñón, C.; Elmegreen, B. G.

2019MNRAS.484..543F

HD 219666 b: a hot-Neptune from TESS Sector 1

Esposito, M. et al. (incluye a Alonso, R.; Beck, P. G.; Deeg, H.; Hidalgo, D.; Luque, R.; Mathur, S.; Montañés Rodríguez, P.; Narita, N.; Nespral, D.; Nowak, G.; Pallé, E.; Prieto-Arranz, J.)

2019A&A...623A.165E

Height Dependence of the Penumbra Fine-scale Structure in the Inner Solar Atmosphere

Murabito, M.; Ermolli, I.; Giorgi, F.; Stangalini, M.; Guglielmino, S. L.; Jafarzadeh, S.; Socas-Navarro, H.; Romano, P.; Zuccarello, F.

2019ApJ...873..126M

Improved CMB anisotropy constraints on primordial magnetic fields from the postrecombination ionization history

Paoletti, D.; Chluba, J.; Finelli, F.; Rubiño-Martín, J. A.

2019MNRAS.484..185P

K2-264: a transiting multiplanet system in the Praesepe open cluster

Livingston, John H. et al. (incluye a Nowak, G.; Deeg, H.; Fukui, A.; Montañés, P.; Narita, N.; Nespral, D.; Palle, E.; Prieto-Arranz, J.)

2019MNRAS.484....8L

Machine-learning approaches to exoplanet transit detection and candidate validation in wide-field ground-based surveys

Schanche, N. et al. (incluye a Palle, E.)

2019MNRAS.483.5534S

Mapping the stellar age of the Milky Way bulge with the VVV. I. The method

Surot, F. et al. (incluye a Hidalgo, S. L.; Sökmen, E.)

2019A&A...623A.168S

Massive Stars in the SDSS-IV/APOGEE-2 Survey. II. OB-stars in the W345 Complexes

Roman-Lopes, Alexandre et al. (incluye a García-Hernández, D. A.; Zamora, O.)

2019ApJ...873...66R

Measuring the expansion and age of the nova shell IPHASX J210204.7 + 471015

Santamaría, E.; Guerrero, M. A.; Ramos-Larios, G.; Sabin, L.;

- Vázquez, R.; Gómez-Muñoz, M. A.; Toalá, J. A.
2019MNRAS.483.3773S
- Ongoing star formation at the outskirts of Sextans A: spectroscopic detection of early O-type stars
García, M.; Herrero, A.; Najarro, Francisco; Camacho, I.; Lorenzo, Marta
2019MNRAS.484..422G
- Oscillations in the Sun with SONG: Setting the scale for asteroseismic investigations
Fredslund A. M. et al. (incluye a Pallé, P. L.; Wang, K.; Roca Cortes, T.; Mathur, S.; Régulo, C.)
2019A&A...623L...9F
- Physical and dynamical properties of the unusual V-type asteroid (2579) Spartacus
Oszkiewicz, D. et al. (incluye a Geier, S.)
2019A&A...623A.170O
- Physical properties of PHA 2014 JO25 from a worldwide observational campaign
Aznar, A. et al. (incluye a de León, J.; Popescu, M.; Serra-Ricart, M.; Vaduvescu, O.; Licandro, J.; Lorenzi, V.)
2019MNRAS.483.4820A
- Properties of rubble-pile asteroid (101955) Bennu from OSIRIS-REx imaging and thermal analysis
Dellagiustina, D. N. et al. (incluye a de León, J.; Licandro, J.; Popescu, M.; García, J. L. Rizos)
2019NatAs...3..341D
- SOFIA/FORCAST resolves 30-40 microns extended dust emission in nearby active galactic nuclei
Fuller, Lindsay; López-Rodríguez, Enrique; Packham, Chris; Ichikawa, Kohei; Togi, Aditya; Alonso-Herrero, Almudena; Ramos-Almeida, C.; Díaz-Santos, Tanio; Levenson, N. A.; Radoski, James
2019MNRAS.483.3404F
- Star formation and gas in the minor merger UGC 10214
Rosado-Belza, D.; Lisenfeld, U.; Hibbard, J.; Kniermann, K.; Ott, J.; Verley, S.; Boquien, M.; Jarrett, T.; Xu, C. K.
2019A&A...623A.154R
- Surface abundances of CNO in Galactic O-stars: a pilot study with FASTWIND
Carneiro, L. P.; Puls, J.; Hoffmann, T. L.; Holgado, G.; Simón-Díaz, S.
2019A&A...623A...3C
- The Arches cluster revisited. III. An addendum to the stellar census
Clark, J. S.; Lohr, M. E.; Patrick, L. R.; Najarro, F.
2019A&A...623A..84C
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Activity indicators at visible and near-infrared wavelengths
Schöfer, P. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2019A&A...623A..44S
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Chromospheric modeling of M 2-3 V stars with PHOENIX
Hintz, D. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; Guenther, E. W.)
2019A&A...623A.136H
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Period search in H α , Na I D, and Ca II IRT lines
Fuhrmeister, B. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; Guenther, E. W.)
2019A&A...623A..24F
- The clustering of galaxies in the completed SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: a tomographic measurement of structure growth and expansion rate from anisotropic galaxy clustering in Fourier space
Zheng, J.; Zhao, Gong-Bo; Li, Jian; Wang, Yuting; Chuang, Chia-Hsun; Kitauro, F.-S.; Rodríguez-Torres, Sergio
2019MNRAS.484..442Z
- The Fornax 3D project: Unveiling the thick disk origin in FCC 170; possible signs of accretion
Pinna, F. et al.
2019A&A...623A..19P
- The Fornax Deep Survey with the VST. V. Exploring the faintest regions of the bright early-type galaxies inside the virial radius
Iodice, E. et al. (incluye a Falcon-Barroso, J.)
2019A&A...623A...1I
- The kinematics of local thick discs do not support an accretion origin
Comerón, S.; Salo, H.; Knapen, J. H.; Peletier, R. F.
2019A&A...623A..89C
- The outbursting protostar 2MASS 22352345 + 7517076 and its environment
Kun, M.; Ábrahám, P.; Acosta Pulido, J. A.; Moór, A.; Prusti, T.
2019MNRAS.483.4424K
- The Proper-motion Field along the Magellanic Bridge: A New Probe of the LMC-SMC Interaction
Zivick, P.; Kallivayalil, Nitya; Besla, Gurtina; Sohn, Sangmo Tony; van der Marel, Roeland P.; del Pino, Andrés; Linden, Sean T.; Fritz, T. K.; Anderson, J.
2019ApJ...874...78Z
- The Weakening Outburst of the Young Eruptive Star V582 Aur
Zsidi, G. et al. (incluye a Acosta-Pulido, J. A.)
2019ApJ...873..130Z
- Time-resolved image polarimetry of TRAPPIST-1 during planetary transits
Miles-Páez, P. A.; Zapatero Osorio, M. R.; Pallé, E.; Metchev, S. A.
2019MNRAS.484L..38M
- Towards Understanding the Origin of Cosmic-Ray Electrons
Aguilar, M. et al. (incluye a García-López, R. J.; Reina Conde, A.; Vázquez Acosta, M.)
2019PhRvL.122j1101A

Transfer learning for galaxy morphology from one survey to another

Domínguez Sánchez, H. et al. (incluye a Huertas-Company, M.)

2019MNRAS.484...93D

A planetesimal orbiting within the debris disc around a white dwarf star

Manser, C. J. et al. (incluye a Izquierdo, P.; Rodríguez-Gil, P.)

2019Sci...364...66M

A tidal tale: detection of several stellar streams in the environment of NGC 1052

Müller, O.; Rich, R. Michael; Román, Javier; Yıldız, Mustafa K.; Bílek, Michal; Duc, Pierre-Alain; Fensch, Jérémy; Trujillo, Ignacio; Koch, Andreas

2019A&A...624L...6M

Abundance to age ratios in the HARPS-GTO sample with Gaia DR2. Chemical clocks

for a range of [Fe/H]

Delgado Mena, E. et al. (incluye a Adibekyan, V.; González Hernández, J. I.; Israelian, G.)

2019A&A...624A..78D

Archaeoastronomy: A Sustainable Way to Grasp the Skylore of Past Societies

González García, A. C.; Belmonte J. A.

10.3390/su11082240

Back to the Lithium Plateau with the [Fe/H]

Aguado, D. S.; González Hernández, J. I.; Allende Prieto, C.; Rebolo, R.

2019ApJ...874L..21A

Clocking the assembly of double-barred galaxies with the MUSE TIMER project

de Lorenzo-Cáceres, A. et al. (incluye a Méndez-Abreu, J.; Falcón-Barroso, J.; Martínez-Valpuesta, I.)

2019MNRAS.484.5296D

CO, H₂O, H₂O⁺ line and dust emission in a $z = 3.63$ strongly lensed starburst merger at sub-kiloparsec scales

Yang, C. et al. (incluye a Pérez-Fournon, I.)

2019A&A...624A.138Y

Compact Galaxies at intermediate redshifts quench faster than normal-sized Galaxies

Nogueira-Cavalcante, J. P.; Gonçalves, T. S.; Menéndez-Delmestre, K.; de la Rosa, I. G.; Charbonnier, A.

2019MNRAS.484.3022N

Conducting the SONG: The Robotic Nature and Efficiency of a Fully Automated

Telescope

Fredslund Andersen, M.; Handberg, R.; Weiss, E.; Frandsen, S.; Simón-Díaz, S.; Grundahl, F.; Pallé, P.

2019PASP..131d5003F

Deep observations of the globular cluster M15 with the MAGIC telescopes

MAGIC Collaboration et al. (incluye a Barrio, J. A.; Becerra González, J.; Colombo, E.; Dazzi, F.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Schweizer, T.; Sobczynska, D.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)

2019MNRAS.484.2876M

Disentangling the spatial substructure of Cygnus OB2 from Gaia DR2

Berlanas, S. R.; Wright, N. J.; Herrero, A.; Drew, J. E.; Lennon, D. J.

2019MNRAS.484.1838B

Dust properties of double-tailed active asteroid (6478) Gault

Moreno, F. et al. (incluye a Licandro, J.; Popescu, M.; Serrà-Ricart, M.; Cabrera-Lavers, A.; Monelli, M.)

2019A&A...624L..14M

Exploring the Very Extended Low-surface-brightness Stellar Populations of the Large Magellanic Cloud with SMASH

Nidever, D. L. et al. (incluye a Gallart, C.; Monelli, M.)

2019ApJ...874..118N

FliPerClass: In search of solar-like pulsators among TESS targets

Bugnet, L.; García, R. A.; Mathur, S.; Davies, G. R.; Hall, O. J.; Lund, M. N.; Rendle, B. M.

2019A&A...624A..79B

Gliese 49: activity evolution and detection of a super-Earth. A HADES and CARMENES Collaboration

Perger, M. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; González-Cuesta, L.; González Hernández, J. I.; Rebolo, R.; Suárez Mascareño, A.; Toledo-Padrón, B.)

2019A&A...624A.123P

HADES RV Programme with HARPS-N at TNG. X. The non-saturated regime of the stellar activity-rotation relationship for M dwarfs

González-Álvarez, E. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Rebolo, R.; Toledo-Padrón, B.)

2019A&A...624A..27G

High Gas Fraction in a CO-detected Main-sequence Galaxy at $z > 3$

Gowardhan, A.; Riechers, D.; Pavesi, R.; Daddi, E.; Dannerbauer, H.; Neri, R.

2019ApJ...875...6G

Hungaria asteroid region telescopic spectral survey (HARTSS) II: Spectral

homogeneity among Hungaria family asteroids

Lucas, Michael P.; Emery, Joshua P.; MacLennan, Eric M.; Pinnilla-Alonso, Noemi; Cartwright, Richard J.; Lindsay, Sean S.; Reddy, Vishnu; Sanchez, Juan A.; Thomas, Cristina A.; Lorenzi, V.

2019Icar..322..227L

- Intrinsic and observed dual AGN fractions from major mergers
Solanes, J. M.; Perea, J. D.; Valentí-Rojas, G.; del Olmo, A.; Márquez, I.; Ramos Almeida, C.; Tous, J. L.
2019A&A...624A..86S
- K2-290: a warm Jupiter and a mini-Neptune in a triple-star system
Hjorth, M. et al. (incluye a Alonso, R.; Montañés-Rodríguez, P.; Narita, N.; Nowak, G.; Prieto-Arranz, J.; Deeg, H.; Hidalgo, D.; Luque, R.; Nespral, D.; Palle, E.)
2019MNRAS.484.3522H
- Mixed properties of MHD waves in non-uniform plasmas
Goossens, Marcel L.; Arregui, I.; Van Doorselaere, Tom
2019FrASS...6...20G
- Mono-T Signatures at the LHC Constrain Explanations of B-decay Anomalies
Greljo, A.; Martin Camalich, J.; Ruiz-Álvarez, J. D.
2019PhRvL.122m1803G
- More out of less: an excess integrated Sachs-Wolfe signal from supervoids mapped out by the Dark Energy Survey
Kovács, A. et al.
2019MNRAS.484.5267K
- Spectral analysis of the barium central star of the planetary nebula Hen 2-39
Löbbling, L.; Boffin, H. M. J.; Jones, D.
2019A&A...624A...1L
- Spectro-photometric decomposition of galaxy structural components
Méndez-Abreu, J.; Sánchez, S. F.; de Lorenzo-Cáceres, A.
2019MNRAS.484.4298M
- Star cluster catalogues for the LEGUS dwarf galaxies
Cook, D. O. et al. (incluye a Herrero, A.; Taibi, S.)
2019MNRAS.484.4897C
- Stellar masses from granulation and oscillations of 23 bright red giants observed by BRITe-Constellation
Kallinger, T. et al. (incluye a Beck, P. G.)
2019A&A...624A..35K
- The complex evolution of the X-ray binary transient MAXI J1807+132 along the decay of its discovery outburst
Jiménez-Ibarra, F.; Muñoz-Darias, T.; Armas Padilla, M.; Russell, D. M.; Casares, J.; Torres, M. A. P.; Mata Sánchez, D.; Jonker, P. G.; Lewis, F.
2019MNRAS.484.2078J
- The MUSE Atlas of Disks (MAD): resolving star formation rates and gas metallicities on
Erroz-Ferrer, Santiago et al. (incluye a Monreal-Ibero, A.)
2019MNRAS.484.5009E
- The Type II-plateau Supernova 2017eaw in NGC 6946 and Its Red Supergiant Progenitor
Van Dyk, Schuyler D. et al. (incluye a Dhillon, Vik S.)
2019ApJ...875..136V
- The VLT-FLAMES Tarantula Survey. XXX. Red stragglers in the clusters Hodge 301 and SL 639
Britavskiy, N. et al. (incluye a Lennon, D. J.; Patrick, L. R.; Herrero, A.)
2019A&A...624A.128B
- The VLT-FLAMES Tarantula Survey. XXXI. Radial velocities and multiplicity constraints of red supergiant stars in 30 Doradus
Patrick, L. R. et al. (incluye a Lennon, D. J.; Britavskiy, N.; Herrero, A.)
2019A&A...624A.129P
- The XMM-Newton/HST View of the Obscuring Outflow in the Seyfert Galaxy Mrk 335 Observed at Extremely Low X-Ray Flux
Longinotti, Anna Lia et al. (incluye a Arellano-Cordova, K. Z.)
2019ApJ...875..150L
- Tracing the formation of the Milky Way through ultra metal-poor stars
Sestito, F. et al. (incluye a González Hernández, J. I.)
2019MNRAS.484.2166S
- Two's a crowd? Characterising the effect of photometric contamination on the extraction of the global asteroseismic parameter ν_{\max} in red-giant binaries
Sekaran, S.; Johnston, C.; Tkachenko, A.; Beck, P. G.; Prsa, A.; Hambleton, K. M.
2019A&A...624A.140S
- A morphological study of galaxies in ZwCl0024+1652, a galaxy cluster at redshift z similar to 0.4
Amado, Zeleke Beyoro et al. (incluye a Bongiovanni, Á.; Cepa, J.; Nadolny, J.)
2019MNRAS.485.1528A
- ALMA Reveals Potential Evidence for Spiral Arms, Bars, and Rings in High-redshift Submillimeter Galaxies
Hodge, J. A. et al. (incluye a Dannerbauer, H.)
2019ApJ...876..130H
- Comparing approximate methods for mock catalogues and covariance matrices II: power spectrum multipoles
Blot, L. et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.; Dalla Vecchia, C.; Dorta, A.; Kitaura, F.-Sh.; Pellejero-Ibanez, M.)
2019MNRAS.485.2806B
- Disruption of satellite galaxies in simulated groups and clusters: the roles of accretion time, baryons, and pre-processing
Bahé, Y. M.; Schaye, Joop; Barnes, David J.; Dalla Vecchia, C.; Kay, Scott T.; Bower, Richard G.; Hoekstra, Henk; McGee, Sean L.; Theuns, Tom
2019MNRAS.485.2287B

Extended Main-sequence Turnoffs in the Double Cluster h and χ Persei: The Complex Role of Stellar Rotation
Li, Chengyuan; Sun, Weijia; de Grijs, Richard; Deng, Licai; Wang, Kun; Cordini, Giacomo; Milone, Antonino P.
2019ApJ...876...65L

First detection of oscillations in the Halo giant HD 122563: Validation of seismic scaling relations and new parameters
Creevey, O. et al. (incluye a Pallé, P. L.)
2019A&A...625A..33C

From kpcs to the central parsec of NGC 1097: feeding star formation and a black hole at the same time
Prieto, M. A.; Fernandez-Ontiveros, J. A.; Bruzual, Gustavo; Burkert, Andreas; Schartmann, Marc; Charlot, Stephan
2019MNRAS.485.3264P

Gaia-assisted selection of a quasar reddened by dust in an extremely strong damped Lyman-alpha absorber at $z = 2.226$
Geier, S. J.; Heintz, K. E.; Fynbo, J. P. U.; Ledoux, C.; Christensen, L.; Jakobsson, P.; Krogager, J.-K.; Milvang-Jensen, B.; Møller, P.; Noterdaeme, P.
2019A&A...625L...9G

Galaxies with monstrous black holes in galaxy cluster environments
van Son, Lieke A. C.; Barber, Christopher; Bahé, Y. M.; Schaye, Joop; Barnes, David J.; Crain, Robert A.; Kay, Scott T.; Theuns, Tom; Dalla Vecchia, C.
2019MNRAS.485..396V

Homogeneous photometry- VII. Globular clusters in the Gaia era
Stetson, P. B.; Pancino, E.; Zocchi, A.; Sanna, N.; Monelli, M.
2019MNRAS.485.3042S

Inference of magnetic field strength and density from damped transverse coronal waves
Arregui, I.; Montes-Solís, M.; Asensio Ramos, A.
2019A&A...625A..35A

Influence of magnetic activity on the determination of stellar parameters through asteroseismology
Pérez Hernández, Fernando; García, Rafael A.; Mathur, Savita; Santos, Angela R. G.; Régulo, Clara
2019FrASS...6...41P

Inner and outer rings are not strongly coupled with stellar bars
Díaz-García, S.; Díaz-Suárez, S.; Knapen, J. H.; Salo, H.
2019A&A...625A.146D

Low-frequency gravity waves in blue supergiants revealed by high-precision space photometry
Bowman, Dominic M. et al. (incluye a Simón-Díaz, Sergio)
2019NatAs...3..760B

Lower atmosphere and pressure evolution on Pluto from ground-based stellar occultations, 1988-2016

Meza, E. et al. (incluye a Dhillon, V.; Lorenzi, V.)
2019A&A...625A..42M

MAGIC and Fermi-LAT gamma-ray results on unassociated HAWC sources
Ahnen, M. L. et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Manganaro, M.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2019MNRAS.485..356A

New near-infrared JHKs light-curve templates for RR Lyrae variables
Braga, V. F. et al. (incluye a Monelli, M.)
2019MNRAS.485..356A

Optically Faint Massive Balmer Break Galaxies at $z > 3$ in the CANDELS/GOODS Fields
Alcalde Pampliega, Belén; Pérez-González, Pablo G.; Barro, Guillermo; Domínguez Sánchez, Helena; Eliche-Moral, M. Carmen; Cardiel, Nicolás; Hernán-Caballero, Antonio; Rodríguez-Muñoz, Lucía; Sánchez Blázquez, Patricia; Esquej, Pilar
2019ApJ...876..135A

Phase-resolved spectroscopy of Gaia14aae: line emission from near the white dwarf surface
Green, M. J. et al. (incluye a Rodríguez-Gil, P.)
2019MNRAS.485.1947G

Physical Properties of a Coma-analog Protocluster at $z = 6.5$
Chanchaiworawit, Krittapas; Guzmán, Rafael; Salvador-Solé, Eduard; Rodríguez Espinosa, Jose Miguel; Calvi, Rosa; Manrique, Alberto; Gallego, Jesus; Herrero, Artemio; Marín-Franch, Antonio; Mas-Hesse, Jose Miguel
2019ApJ...877...51C

Polarization of changing-look quasars
Hutsemékers, D.; Agís González, B.; Marin, F.; Sluse, D.; Ramos Almeida, C.; Acosta Pulido, J.-A.
2019A&A...625A..54H

Prospects for measurements with strange hadrons at LHCb
Alves Junior, A. A. et al. (incluye a Martín Camalich, J.)
2019JHEP...05..048A

Spectropolarimetric analysis of an active region filament. I. Magnetic and dynamical properties from single component inversions
Díaz Baso, C. J.; Martínez González, M. J.; Asensio Ramos, A.
2019A&A...625A.128D

Spectropolarimetric analysis of an active region filament. II. Evidence of the limitations of a single-component model
Díaz Baso, C. J.; Martínez González, M. J.; Asensio Ramos, A.
2019A&A...625A.129D

Spectroscopic and dynamical properties of comet C/2018 F4, likely a true average former member of the Oort cloud
Licandro, J.; de la Fuente Marcos, C.; de la Fuente Marcos, R.; de León, J.; Serra-Ricart, M.; Cabrera-Lavers, A.
2019A&A...625A.133L

- Spotting the differences between active and non-active twin galaxies on kpc-scales: a pilot study
del Moral-Castro, I.; García-Lorenzo, B.; Ramos Almeida, C.; Ruiz-Lara, T.; Falcón-Barroso, J.; Sánchez, S. F.; Sánchez-Blázquez, P.; Márquez, I.; Masegosa, J.
2019MNRAS.485.3794D
- Strong lensing reveals jets in a sub-microJy radio-quiet quasar
Hartley, P.; Jackson, N.; Sluse, D.; Stacey, H. R.; Vives-Arias, H.
2019MNRAS.485.3009H
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Different roads to radii and masses of the target stars
Schweitzer, A. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2019A&A...625A..68S
- The CORALIE survey for southern extrasolar planets. XVIII. Three new massive planets and two low-mass brown dwarfs at greater than 5 AU separation
Rickman, E. L. et al. (incluye a Suárez Mascareño, A.)
2019A&A...625A..71R
- The evolution of luminous red nova AT 2017jfs in NGC 4470
Pastorello, A. et al. (incluye a Geier, S.)
2019A&A...625L...8P
- The evolution of ultra-diffuse galaxies in nearby galaxy clusters from the Kapteyn IAC WEAVE INT Clusters Survey
Mancera Piña, Pavel E.; Aguerri, J. A. L.; Peletier, Reynier F.; Venhola, Aku; Trager, Scott; Choque Challapa, Nelvy
2019MNRAS.485.1036M
- The Fornax 3D project: Thick disks in a cluster environment
Pinna, F. et al.
2019A&A...625A..95P
- The Fornax Deep Survey (FDS) with VST. VI. Optical properties of the dwarf galaxies in the Fornax cluster
Venhola, Aku et al. (incluye a Falcón-Barroso, Jesús)
2019A&A...625A.143V
- The HADES RV programme with HARPS-N at TNG. XI. GJ 685 b: a warm super-Earth around an active M dwarf
Pinamonti, M. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Suárez Mascareño, A.; Toledo-Padrón, B.; Rebolo, R.)
2019A&A...625A.126P
- The metallicity-period-mass diagram of low-mass exoplanets
Sousa, S. G. et al. (incluye a Israelian, G.)
2019MNRAS.485.3981S
- The PDS 110 observing campaign- photometric and spectroscopic observations reveal eclipses are aperiodic
Osborn, H. P. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2019MNRAS.485.1614O
- The signal of decaying dark matter with hydrodynamical simulations
Lovell, M. R. et al. (incluye a Dalla Vecchia, C.)
2019MNRAS.485.4071L
- The Transiting Multi-planet System HD15337: Two Nearly Equal-mass Planets Straddling the Radius Gap
Gandolfi, Davide et al. (incluye a Beck, Paul G.; Deeg, Hans J.; González-Cuesta, Lucía; Hidalgo, Diego; Luque, Rafael; Mathur, Savita; Montañés Rodríguez, Pilar; Narita, Norio; Nespral, David; Nowak, Grzegorz; Palle, Enric; Prieto-Arranz, Jorge)
2019ApJ...876L..24G
- The ultracool helium-atmosphere white dwarf companion of PSR J0740+6620?
Beronya, D. M.; Karpova, A. V.; Kirichenko, A. Yu; Zharikov, S. V.; Zyuzin, D. A.; Shibanov, Yu A.; Cabrera-Lavers, A.
2019MNRAS.485.3715B
- Thermal properties of slowly rotating asteroids: results from a targeted survey
Marciniak, A. et al. (incluye a Geier, S.; Sanabria, J. J.)
2019A&A...625A.139M
- A census of massive stars in NGC 346. Stellar parameters and rotational velocities
Dufton, P. L.; Evans, C. J.; Hunter, I.; Lennon, D. J.; Schneider, F. R. N.
2019A&A...626A..50D
- A close look at the dwarf AGN of NGC 4395: optical and near-IR integral field spectroscopy
Brum, C.; Diniz, Marlon R.; Riffel, Rogemar A.; Rodríguez-Ardila, A.; Ho, Luis C.; Riffel, Rogério; Mason, Rachel; Martins, Lucimara; Petric, Andreea; Sánchez-Janssen, Rubén
2019MNRAS.486..691B
- A compact jet at the infrared heart of the prototypical low-luminosity AGN in NGC 1052
Fernández-Ontiveros, J. A.; López-Gonzaga, N.; Prieto, M. A.; Acosta-Pulido, J. A.; López-Rodríguez, E.; Asmus, D.; Tristram, K. R. W.
2019MNRAS.485.5377F
- A distance of 13 Mpc resolves the claimed anomalies of the galaxy lacking dark matter
Trujillo, I. et al. (incluye a Beasley, M. A.; Borlaff, Alejandro; Di Cintio, A.; Monelli, M.; Román, J.; Ruiz-Lara, T.; Sánchez Almeida, J.; Vazdekis, A.)
2019MNRAS.486.1192T
- A Hot Saturn Orbiting an Oscillating Late Subgiant Discovered by TESS
Huber, Daniel et al. (incluye a Pallé, Pere L.; Mathur, Savita; Régulo, Clara)
2019AJ...157..245H

A multiwavelength analysis of a collection of short-duration GRBs observed between 2012 and 2015

Pandey, S. B. et al. (incluye a Cepa, J.)
2019MNRAS.485.5294P

A near-infrared study of the multiphase outflow in the type-2 quasar J1509+0434

Ramos Almeida, C.; Acosta-Pulido, J. A.; Tadhunter, C. N.; González-Fernández, C.; Cicone, C.; Fernández-Torreiro, M.
2019MNRAS.487L..18R

A new study of the variable star population in the Hercules globular cluster (M13; NGC 6205)?

Deras, D.; Arellano Ferro, A.; Lázaro, C.; Bustos Fierro, I. H.; Calderón, J. H.; Muneer, S.; Giridhar, Sunetra
2019MNRAS.486.2791D

A search for red giant solar-like oscillations in all Kepler data

Hon, M.; Stello, Dennis; García, Rafael A.; Mathur, S.; Sharma, Sanjib; Colman, Isabel L.; Bugnet, Lisa

2019MNRAS.485.5616H

Can a negative-mass cosmology explain dark matter and dark energy?

Socas-Navarro, H.
2019A&A...626A...55

Detection of the self-regulation of star formation in galaxy discs

Zaragoza-Cardiel, Javier; Fritz, Jacopo; Aretxaga, Itziar; Mayya, Divakara; Rosa-González, Daniel; Beckman, John E.; Bruzual, Gustavo; Charlot, Stephane; Lomelí-Núñez, Luis
2019MNRAS.487L..61Z

Discovery of a red ultra-diffuse galaxy in a nearby void based on its globular cluster luminosity function

Román, J.; Beasley, M. A.; Ruiz-Lara, T.; Valls-Gabaud, D.
2019MNRAS.486..283R

Discovery of an old nova remnant in the Galactic globular cluster M 22

Göttgens, Fabian et al. (incluye a Monreal-Ibero, Ana)
2019A&A...626A..69G

Fornax 3D project: a two-dimensional view of the stellar initial mass function in the massive lenticular galaxy FCC 167

Martín-Navarro, I. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; Pinna, F.)
2019A&A...626A.124M

High-resolution spectroscopy of Boyajian's star during optical dimming events

Martínez González, M. J. et al. (incluye a Asensio Ramos, A.; Socas-Navarro, H.; Westendorp Plaza, C.; González Hernández, J. I.; Holgado, G.; Masseron, T.; Simón-Díaz, S.; Toledo- Padrón, B.)
2019MNRAS.486..236M

K2-295 b and K2-237 b: Two Transiting Hot Jupiters

Smith, A. M. S. et al. (incluye a Alonso, R.; Deeg, H.; Fridlund, M.; Fukui, A.; Hidalgo, D.; Narita, N.;

Nespral, D.; Nowak, G.; Palle, E.; Prieto-Arranz, J.; Rauer, H.)
2019A&A...69..135S

Magnetic fields in M dwarfs from the CARMENES survey

Shulyak, D. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2019A&A...626A..86S

MONOS: Multiplicity Of Northern O-type Spectroscopic systems. I. Project description and spectral classifications and visual multiplicity of previously known objects

Maíz Apellániz, J. et al. (incluye a Simón-Díaz, S.; Fariña, C.; Herrero, A.)
2019A&A...626A..20M

Multiwavelength spectroscopy of the black hole candidate MAXI J1813-095 during its discovery outburst

Armas Padilla, M.; Muñoz-Darias, T.; Sánchez-Sierras, J.; De Marco, B.; Jiménez-Ibarra, F.; Casares, J.; Corral-Santana, J. M.; Torres, M. A. P.
2019MNRAS.485.5235A

NIHAO XXI: the emergence of low surface brightness galaxies

Di Cintio, A.; Brook, C. B.; Macciò, Andrea V.; Dutton, Aaron A.; Cardona-Barrero, Salvador
2019MNRAS.486.2535D

OGLE-2015-BLG-1670Lb: A Cold Neptune beyond the Snow Line in the Provisional WFIRST Microlensing Survey Field

Ranc, Clément et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2019AJ....157..232R

Physical properties and transmission spectrum of the WASP-74 planetary system from multiband photometry

Mancini, L. et al. (incluye a Chen, G.)
2019MNRAS.485.5168M

Primeval very low-mass stars and brown dwarfs- VI. Population properties of metal-poor degenerate brown dwarfs

Zhang, Z. H.; Burgasser, A. J.; Gálvez-Ortiz, M. C.; Lodieu, N.; Zapatero Osorio, M. R.; Pinfield, D. J.; Allard, F.
2019MNRAS.486.1260Z

Qatar Exoplanet Survey: Qatar-8b, 9b, and 10b-A Hot Saturn and Two Hot Jupiters

Alsubai, Khalid et al. (incluye a Pallé, Enric; Murgas, Felipe; Parviainen, Hannu; Montañés-Rodríguez, Pilar; Narita, Norio; Fukui, Akihiko)
2019AJ....157..224A

QSO2 outflow characterization using data obtained with OSIRIS at the Gran Telescopio Canarias

Bellochi, Enrica; Villar Martín, Montserrat; Cabrera-Lavers, Antonio; Emonts, Bjorn
2019A&A...626A..89B

QUIJOTE scientific results- III. Microwave spectrum of intensity and polarization in the Taurus Molecular Cloud complex and L1527

Poidevin, F. et al. (incluye a Rubiño-Martín, J. A.; Génova-Santos, R.; Rebolo, R.; Peláez-Santos, A.; Vignaga, R.; Guidi, F.;

- Ruiz-Granados, B.; Tramonte, D.; Vansyngel, F.; Hoyland, R.)
2019MNRAS.486..462P
- Relative Alignment between the Magnetic Field and Molecular Gas Structure in the Vela C Giant Molecular Cloud Using Low- and High-density Tracers
Fissel, Laura M. et al. (incluye a Poidevin, Frédéric)
2019ApJ...878..110F
- Shallow Ultraviolet Transits of WD 1145+017
Xu, Siyi et al. (incluye a Fukui, Akihiko; Narita, Norio)
2019AJ....157..255X
- Stellar activity and rotation of the planet host Kepler-17 from long-term space-borne photometry
Lanza, A. F.; Netto, Y.; Bonomo, A. S.; Parviainen, H.; Valio, A.; Aigrain, S.
2019A&A...626A..38L
- Stellar spectral models compared with empirical data
Knowles, A. T.; Sansom, A. E.; Coelho, P. R. T.; Allende Prieto, C.; Conroy, C.; Vazdekis, A.
2019MNRAS.486.1814K
- Stokes inversion based on convolutional neural networks
Asensio Ramos, A.; Díaz Baso, C. J.
2019A&A...626A.102A
- Storms or systematics? The changing secondary eclipse depth of WASP-12b
Hooton, M. J.; de Mooij, Ernst J. W.; Watson, Christopher A.; Gibson, Neale P.; Galindo-Guil, Francisco J.; Clavero, R.; Merritt, Stephanie R.
2019MNRAS.486.2397H
- Strong Evidence of Anomalous Microwave Emission from the Flux Density Spectrum of M31
Battistelli, E. S. et al. (incluye a Genova-Santos, R.; Guidi, F.; Rebolo, R.; Rubino-Martin, J. A.)
2019ApJ...877L..31B
- System initial mass function of the 25 Ori group from planetary-mass objects to intermediate/high-mass stars
Suárez, G.; Downes, Juan José; Román-Zúñiga, Carlos; Cerviño, M.; Briceño, César; Petr-Gotzens, Monika G.; Vivas, Katharina
2019MNRAS.486.1718S
- Temporal changes of the flare activity of Proxima Centauri
Pavlenko, Ya. V.; Suárez Mascareño, A.; Zapatero Osorio, M. R.; Rebolo, R.; Lodieu, N.; Béjar, V. J. S.; González Hernández, J. I.; Mohorian, M.
2019A&A...626A.111P
- The Fundamental Metallicity Relation Emerges from the Local Anti-correlation between Star Formation Rate and Gas-phase Metallicity that Exists in Disk Galaxies
Sánchez Almeida, J.; Sánchez-Menguiano, L.
2019ApJ...878L...6S
- The Main Sequence at $z \sim 1.3$ Contains a Sizable Fraction of Galaxies with Compact Star Formation Sizes: A New Population of Early Post-starbursts?
Puglisi, A. et al. (incluye a Dannerbauer, H.)
2019ApJ...877L..23P
- The Stellar Atmosphere Physical System II. An Operative Sequential Algorithm to Solve the Stellar Atmosphere Problem
Crivellari, L.
2019SerAJ.198....1C
- TOI-150: A Transiting Hot Jupiter in the TESS Southern CVZ
Cañas, Caleb I. et al. (incluye a García-Hernández, D. A.)
2019ApJ...877L..29C
- Toluene pyrolysis in an electric ARC: Products analysis
Cataldo, Franco; García-Hernández, Domingo Anibal; Manchado, Arturo Instituto de Astrofísica de Canarias, 38205 La Laguna, Tenerife, Spain) [Staff CSIC]
2019FNCN...27..469C
- VLT/FLAMES high-resolution chemical abundances in Sculptor: a textbook dwarf spheroidal galaxy
Hill, V. et al. (incluye a Battaglia, G.)
2019A&A...626A..15H
- 10- to 19.5-GHz microwave receiver of an electro-optical interferometer for radio astronomy
Aja, Beatriz; de la Fuente, Luisa; Artal, Eduardo; Villa, Enrique; Cano, Juan L.; Mediavilla, Angel
2019JATIS...5c5007A
- A low-mass triple system with a wide L/T transition brown dwarf component: NLTT 51469AB/SDSS 2131-0119
Gauza, B.; Béjar, V. J. S.; Pérez-Garrido, A.; Lodieu, N.; Rebolo, R.; Zapatero Osorio, M. R.; Pantoja, B.; Velasco, S.; Jenkins, J. S.
2019MNRAS.487.1149G
- A super-Earth and two sub-Neptunes transiting the nearby and quiet M dwarf TOI-270
Günther, Maximilian N. et al. (incluye a Palle, Enric)
2019NatAs...3.1099G
- Absolute dimensions of the low-mass eclipsing binary system NSVS 10653195
Iglesias-Marzoa, Ramón; Arévalo, María J.; López-Morales, Mercedes; Torres, Guillermo; Lázaro, Carlos; Coughlin, Jeffrey L.
2019MNRAS.486.4738D
- AGB dust and gas ejecta in extremely metal-poor environments
Dell'Agli, F.; Valiante, R.; Kamath, D.; Ventura, P.; García-Hernández, D. A.
2019MNRAS.486.4738D
- Assembly bias evidence in close galaxy pairs
Ferreras, I.; Hopkins, A. M.; Lagos, C.; Sansom, A. E.; Scott, N.; Croom, S.; Brough, S.
2019MNRAS.487..435F

Chemical analysis of CH stars- III. Atmospheric parameters and elemental abundances

Purandardas, M.; Goswami, A.; Goswami, P. P.; Shejeelammal, J.; Masseron, T.
2019MNRAS.486.3266P

Chromospheric polarimetry through multiline observations of the 850 nm spectral region III: Chromospheric jets driven by twisted magnetic fields

Quintero Noda, C. et al. (incluye a Ruiz Cobo, B.)
2019MNRAS.486.4203Q

COMP2CAT: hunting compact double radio sources in the local Universe

Jimenez-Gallardo, A.; Massaro, F.; Capetti, A.; Prieto, M. A.; Paggi, A.; Baldi, R. D.; Grossova, R.; Ostorero, L.; Siemiginowska, A.; Viada, S.
2019A&A...627A.108I

Comparing IMF-sensitive indices of intermediate-mass quiescent galaxies in various environments

Eftekhari, E.; Mosleh, M.; Vazdekis, A.; Tavasoli, S.
2019MNRAS.486.3788E

Conditions for Reionizing the Universe with a Low Galaxy Ionizing Photon Escape Fraction

Finkelstein, Steven L.; D'Aloisio, Anson; Paardekooper, Jan-Pieter; Ryan, Russell, Jr.; Behroozi, Peter; Finlator, Kristian; Livermore, Rachael; Upton Sanderbeck, Phoebe R.; Dalla Vecchia, Claudio; Khochfar, Sadegh
2019ApJ...879...36F

Distribution of red clump stars does not support the X-shaped Galactic bulge

López-Corredoira, M.; Lee, Y.-W.; Garzón, F.; Lim, D.
2019A&A...627A...3L

Formation and morphology of anomalous solar circular polarization

Carlin, E. S.
2019A&A...627A..47C

Fullerene Radiolysis in Astrophysical Ice Analogs: A Mass Spectrometric Study of the Products

Ursini, Ornella; Angelini, Giancarlo; Cataldo, Franco; Iglesias-Groth, Susana
2019AsBio..19..903U

H-band discovery of additional second-generation stars in the Galactic bulge globular cluster NGC 6522 as observed by APOGEE and Gaia

Fernández-Trincado, J. G. et al. (incluye a Zamora, O.; Dell'Agli, F.; García-Hernández, D. A.; Masseron, T.; Machado, A.; Carrera, R.)
2019A&A...627A.178F

Hard-state Accretion Disk Winds from Black Holes: The Revealing Case of MAXI J1820+070

Muñoz-Darias, T. et al. (incluye a Jiménez-Ibarra, F.; Panizo-

Espinar, G.; Casares, J.; Torres, M. A. P.; Armas Padilla, M.)
2019ApJ...879L...4M

HE-LHC: The High-Energy Large Hadron Collider. Future Circular Collider Conceptual Design Report Volume 4

Abada, A. et al. (incluye a Martin Camalich, J.)
2019EPJST.228.1109A

Hot, rocky and warm, puffy super-Earths orbiting TOI-402 (HD 15337)?

Dumusque, Xavier et al. (incluye a Suárez Mascareño, Alejandro)
2019A&A...627A..43D

Mass functions, luminosity functions, and completeness measurements from clustering redshifts

Bates, D. J.; Tojeiro, Rita; Newman, Jeffrey A.; González-Perez, Violeta; Comparat, Johan; Schneider, Donald P.; Lima, Marcos; Streblyanska, A.
2019MNRAS.486.3059B

Masses and ages for metal-poor stars. A pilot programme combining asteroseismology and high-resolution spectroscopic follow-up of RAVE halo stars

Valentini, M. et al. (incluye a Mathur, S.)
2019A&A...627A.173V

Measurement of the extragalactic background light using MAGIC and Fermi-LAT gamma-ray observations of blazars up to $z = 1$

Acciari, V. A. et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Hadasch, D.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Mineev, M.; Moretti, E.; Schweizer, T.; Temnikov, P.; Terzić; Vázquez Acosta, M.)
2019MNRAS.486.4233A

Near-Earth asteroids spectroscopic survey at Isaac Newton Telescope

Popescu, M. et al. (incluye a Vaduvescu, O.; de León, J.; Licandro, J.; Morate, D.; Fariña, C.)
2019A&A...627A.124P

On the Star Formation Efficiencies and Evolution of Multiple Stellar Generations in Globular Clusters

Tenorio-Tagle, Guillermo; Silich, Sergiy; Palous, Jan; Muñoz-Tuñón, Casiana; Wünsch, Richard
2019ApJ...879...58T

Optical and X-ray correlations during the 2015 outburst of the black hole V404 Cyg

Hynes, R. I.; Robinson, E. L.; Terndrup, D. M.; Gandhi, P.; Froning, C. S.; Wagner, R. M.; Starrfield, S.; Dhillon, V. S.; Marsh, T. R.
2019MNRAS.487...60H

Optical/NIR stellar absorption and emission-line indices from luminous infrared galaxies

Riffel, R. et al. (incluye a Vazdekis, A.)
2019MNRAS.486.3228R

- Origin of the chromospheric three-minute oscillations in sunspot umbrae
Felipe, T.
2019A&A...627A.169F
- Properties of the Umbral Filament Observed in Active Region NOAA 12529
Guglielmino, Salvo L.; Romano, Paolo; Ruiz Cobo, Basilio; Zuccarello, Francesca; Murabito, Mariarita
2019ApJ...880...34G
- Proxima Centauri b is not a transiting exoplanet
Jenkins, James S. et al. (incluye a Palle, E.; Murgas, F.)
2019MNRAS.487..268J
- Revisiting the impact of stellar magnetic activity on the detection of solar-like oscillations by Kepler
Mathur, Savita; García, Rafael A.; Bugnet, Lisa; Santos, Ângela R. G.; Santiago, Netsha; Beck, Paul G.
2019FrASS...6...46M
- Spitzer Parallax of OGLE-2018-BLG-0596: A Low-mass-ratio Planet around an M Dwarf
Jung, Youn Kil et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2019AJ....158...28J
- Stellar atmospheric parameters for 754 spectra from the X-shooter Spectral Library
Arentsen, Anke et al. (incluye a Falcón Barroso, Jesús; Vazdekis, Alejandro)
2019A&A...627A.138A
- Stellar content, planetary nebulae, and globular clusters of [KKS2000]04 (NGC 1052-DF2)
Ruiz-Lara, T.; Trujillo, I.; Beasley, M. A.; Falcón-Barroso, J.; Vazdekis, A.; Filho, M.; Monelli, M.; Román, J.; Sánchez Almeida, J.
2019MNRAS.486.5670R
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Detection of a mini-Neptune around LSPM J2116+0234 and refinement of orbital parameters of a super-Earth around GJ 686 (BD+18 3421)
Lalitha, S. et al. (incluye a Cardona Guillén, C.; Béjar, V. J. S.; González-Cuesta, L.; Lodieu, N.)
2019A&A...627A.116L
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Photospheric parameters of target stars from high-resolution spectroscopy. II. Simultaneous multiwavelength range modeling of activity insensitive lines
Passegger, V. M. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2019A&A...627A.161P
- The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Two temperate Earth-mass planet candidates around Teegarden's Star
Zechmeister, M. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; González-Cuesta, L.; Luque, R.; Pallé, E.; Cardona Guillén, C.; Casasayas-Barris, N.; Dorda, R.; Fukui, A.; González Hernández, J. I.; Lodieu, N.; Montañés-Rodríguez, P.; Narita, N.; Nortmann, L.; Nowak, G.; Parviainen, H.; Rebolo, R.; Redondo, P.)
2019A&A...627A..49Z
- The Dust and Molecular Gas in the Brightest Cluster Galaxy in MACS 1931.8-2635
Fogarty, Kevin; Postman, Marc; Li, Yuan; Dannerbauer, Helmut; Liu, Haiyu Baobab; Donahue, Megan; Ziegler, Bodo; Kjekemoer, Anton; Frye, Brenda
2019ApJ...879..103F
- The evolutionary status of Cataclysmic Variables: eclipse modelling of 15 systems
McAllister, M. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2019MNRAS.486.5535M
- The Fornax3D project: Tracing the assembly history of the cluster from the kinematic and line-strength maps
Iodice, E. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; Pinna, F.)
2019A&A...627A.136I
- The L 98-59 System: Three Transiting, Terrestrial-size Planets Orbiting a Nearby M Dwarf
Kostov, Veselin B. et al. (incluye a Narita, Norio; Palle, Enric)
2019AJ....158...32K
- The metal-rich halo tail extended in $|z|$: a characterization with Gaia DR2 and APOGEE
Fernández-Alvar, Emma et al. (incluye a Zamora, O.; García-Hernández, D. A.)
2019MNRAS.487.1462F
- The Penas Pasera tumulus field of the Celtiberian city of Arantis (Aranda del Moncayo, Zaragoza, Spain) and the Celtic calendar
Esteban, C.; Romeo Marugan, F.; Fatas Fernandez, L.
10.14201/zephyrus201984115137
- The TRGB Distance to the Second Galaxy "Missing Dark Matter": Evidence for Two Groups of Galaxies at 13.5 and 19 Mpc in the Line of Sight of NGC 1052
Monelli, Matteo; Trujillo, Ignacio
2019ApJ...880L..11M
- Torus model properties of an ultra-hard X-ray selected sample of Seyfert galaxies
García-Bernete, I. et al. (incluye a Ramos Almeida, C.; Acosta-Pulido, J. A.; Asensio Ramos, A.)
2019MNRAS.486.4917G
- Two-fluid simulations of waves in the solar chromosphere. I. Numerical code verification
Popescu Braileanu, B.; Lukin, V. S.; Khomenko, E.; de Vicente, Á.
2019A&A...627A..25P
- Ultra-bright CO and ${}^{13}\text{C}$ Emission in a Lensed $z = 2.04$ Submillimeter Galaxy with Extreme Molecular Gas Properties

Dannerbauer, H.; Harrington, K.; Díaz-Sánchez, A.; Iglesias-Groth, S.; Rebolo, R.; Genova-Santos, R. T.; Krips, M.
2019AJ....158...34D

Uncovering the birth of the Milky Way through accurate stellar ages with Gaia
Gallart, Carme; Bernard, Edouard J.; Brook, Chris B.; Ruiz-Lara, Tomás; Cassisi, Santi; Hill, Vanessa; Monelli, Matteo
2019NatAs...3..932G

UNIT project: Universe N-body simulations for the Investigation of Theoretical models from galaxy surveys
Chuang, Chia-Hsun et al. (incluye a Kitaura, F.-Sh.; Pellejero-Ibanez, M.)
2019MNRAS.487...48C

Unveiling the 100 pc scale nuclear radio structure of NGC 6217 with e-MERLIN and the VLA
Williams, D. R. A. et al. (incluye a Dullo, B. T.; Knapen, J. H.)
2019MNRAS.486.4962W

V404 CYG/GS 2023+338: Monitoring in the Optical with Robotic Telescopes of the MASTER Global Network during the 2015 Superburst
Lipunov, V. M. et al. (incluye a Rebolo, R.)
2019Rep...63..534L

A 5D view of the alfa Per, Pleiades, and Praesepe clusters
Lodieu, N.; Pérez-Garrido, A.; Smart, R. L.; Silvotti, R.
2019A&A...628A..66L

A joint XMM-NuSTAR observation of the galaxy cluster Abell 523: Constraints on inverse Compton emission
Cova, F. et al. (incluye a Boschin, W.)
2019A&A...628A..83C

A luminous stellar outburst during a long-lasting eruptive phase first, and then SN IIn 2018cnf
Pastorello, A. et al. (incluye a Geier, S.)
2019A&A...628A..93P

Acoustic oscillations and dynamo action in the G8 sub-giant EK Eridani
Bonanno, A.; Corsaro, E.; Del Sordo, F.; Pallé, P. L.; Stello, D.; Hon, M.
2019A&A...628A.106B

All-sky angular power spectra from cleaned WISE×SuperCOSMOS galaxy number counts
Xavier, H. S.; Costa-Duarte, M. V.; Balaguera-Antolínez, A.; Bilicki, M.
2019JCAP...08..037X

An old, metal-poor globular cluster in Sextans A and the metallicity floor of globular cluster systems
Beasley, Michael A.; Leaman, Ryan; Gallart, Carme; Larsen, Søren S.; Battaglia, Giuseppina; Monelli, Matteo; Pedreros, Mario H.
2019MNRAS.487.1986B

Atmospheric characterization of the ultra-hot Jupiter MAS-CARA-2b/KELT-20b. Detection of Call, Fell, Nal, and the Balmer series of H (Halpha, Hbeta, and Hgamma) with high-dispersion transit spectroscopy
Casasayas-Barris, N. et al. (incluye a Pallé, E.; Chen, G.; Stangret, M.; Parviainen, H.; Fukui, A.; Montañés-Rodríguez, P.; Narita, N.; Nortmann, L.; Nowak, G.)
2019A&A...628A...9C

Black hole masses of tidal disruption event host galaxies II
Wevers, Thomas et al. (incluye a Casares, Jorge)
2019MNRAS.487.4136W

Chemical Compositions of Field and Globular Cluster RR Lyrae Stars. II. Omega Centauri
Magurno, D. et al. (incluye a Monelli, M.)
2019ApJ...881..104M

Constraining nuclear star cluster formation using MUSE-AO observations of the earlytype galaxy FCC 47
Fahrion, Katja et al. (incluye a Falcón-Barroso, Jesús)
2019A&A...628A..92F

Constraining the nature of the accreting binary in CXOGBS J174623.5-310550
Torres, M. A. P. et al.
2019MNRAS.487.2296T

Detection Limits of Exoplanetary Atmospheres with 2-m Class Telescopes
Kabáth, P.; Zák, J.; Boffin, H. M. J.; Ivanov, V. D.; Jones, D.; Skarka, M.
2019PASP...131h5001K

Do AGN triggering mechanisms vary with radio power?- I. Optical morphologies of radio-intermediate HERGs
Pierce, J. C. S.; Tadhunter, C. N.; Ramos Almeida, C.; Bessiere, P. S.; Rose, M.
2019MNRAS.487.5490P

Enduring Sacred Places: The Astronomical Orientation of the Iberian Cave-Sanctuary of Cueva Santa del Cabriel in Spain
Machouse López, Sonia; Esteban, C.; Moya Muñoz, Fernando
10.1558/jsa.36707

Formation of ultra-diffuse galaxies in the field and in galaxy groups
Jiang, Fangzhou; Dekel, Avishai; Freundlich, Jonathan; Románowsky, Aaron J.; Dutton, Aaron A.; Macciò, Andrea V.; Di Cintio, Arianna
2019MNRAS.487.5272J

Fundamentals of horn antennas with low cross-polarization levels for radioastronomy and satellite communications
De Miguel-Hernández, J.; Hoyland, R. J.
2019JInst..14R8001D

Greening of the brown-dwarf desert. EPIC 212036875b: a 51 MJ object in a 5-day orbit around an F7 V star

- Persson, Carina M. et al. (incluye a Nowak, Grzegorz; Palle, Enric; Montañés-Rodríguez, Pilar; Prieto-Arranz, Jorge; Parviainen, Hannu; Alonso Sobrino, Roi; Beck, Paul G.; Deeg, Hans J.; González-Cuesta, Lucía; Hidalgo, Diego; Luque, Rafael; Mathur, Savita; Murgas, Felipe; Narita, Norio; Nespral, David) *2019A&A...628A..64P*
- Magnetic Sensitivity in the Wing Scattering Polarization Signals of the Hydrogen Lyman-alpha Line of the Solar Disk Radiation
Alsina Ballester, E.; Belluzzi, L.; Trujillo Bueno, J. *2019ApJ...880...85A*
- Measuring Supermassive Black Hole Masses: Correlation between the Redshifts of the Fe III UV Lines and the Widths of Broad Emission Lines
Mediavilla, E.; Jiménez-vicente, J.; Mejía-restrepo, J.; Motta, V.; Falco, E.; Muñoz, J. A.; Fian, C.; Guerras, E. *2019ApJ...880...96M*
- Metallicity, temperature, and gravity scales of M subdwarfs
Lodieu, N.; Allard, F.; Rodrigo, C.; Pavlenko, Y.; Burgasser, A.; Lyubchik, Y.; Kaminsky, B.; Homeier, D. *2019A&A...628A..61L*
- Neutral carbon and highly excited CO in a massive star-forming main sequence galaxy at $z = 2.2$
Brisbin, Drew; Aravena, Manuel; Daddi, Emanuele; Dannerbauer, Helmut; Decarli, Roberto; González-López, Jorge; Reichers, Dominik; Wagg, Jeff *2019A&A...628A.104B*
- Nuclear molecular outflow in the Seyfert galaxy NGC 3227
Alonso-Herrero, A. et al. (incluye a Ramos Almeida, C.) *2019A&A...628A..65A*
- Optical validation and characterization of Planck PSZ2 sources at the Canary Islands observatories. I. First year of LP15 observations
Streblyanska, A.; Aguado-Barahona, A.; Ferragamo, A.; Barrera, R.; Rubiño-Martín, J. A.; Tramonte, D.; Genova-Santos, R. T.; Lietzen, H. *2019A&A...628A..13S*
- Physical characterization of 2009 WN25: exploring the link with November i-Draconids meteor shower
Ieva, S. et al. (incluye a Popescu, M.) *2019MNRAS.487.2335I*
- Planetary system around the nearby M dwarf GJ 357 including a transiting, hot, Earthsized planet optimal for atmospheric characterization
Luque, R. et al. (incluye a Pallé, E.; Béjar, V. J. S.; Narita, N.; Nowak, G.; Parviainen, H.; Montañés-Rodríguez, P.; Murgas, F.) *2019A&A...628A..39L*
- Rotational and Rotational-Vibrational Raman Spectroscopy of Air to Characterize Astronomical Spectrographs
Vogt, Frédéric P. A. et al. (incluye a Amate, Manuel) *2019PhRvL.123f1101V*
- SDSS-IV MaNGA: Spatial Evolution of Star Formation Triggered by Galaxy Interactions
Pan, Hsi-An et al. (incluye a Knapen, Johan H.) *2019ApJ...881..119P*
- Search for alkali metals in the atmospheres of low-density exoplanets
Chen, Guo; Palle, Enric; Casasayas-Barris, Nuria; Murgas, Felipe; Nortmann, Lisa; Parviainen, Hannu; Prieto-Arranz, Jorge; Madhusudhan, Nikku; Welbanks, Luis; Gandhi, Siddharth *2019ESS.....432648C*
- Searching for transiting cold Jupiters around bright stars with ASTEP South at Dome C, Antarctica
Crouzet, Nicolas et al. (incluye a Deeg, Hans; Palle, Enric; Murgas, Felipe) *2019ESS.....430210C*
- Short-period Variable Stars in Young Open Cluster Stock 8 Lata, Sneha; Pandey, Anil K.; Kesh Yadav, Ram; Richichi, Andrea; Irawati, Puji; Panwar, Neelam; Dhillon, V. S.; Marsh, T. R. *2019AJ....158...68L*
- Space Telescope and Optical Reverberation Mapping Project. VIII. Time Variability of Emission and Absorption in NGC 5548 Based on Modeling the Ultraviolet Spectrum
Kriss, G. A. et al. (incluye a De Lorenzo-Cáceres, A.; Geier, S.) *2019ApJ...881..153K*
- Spectral clustering tools applied to Ceres in preparation for OSIRIS-REx color imaging of asteroid (101955) Bennu
Rizos, J. L.; de León, J.; Licandro, J.; Campins, H.; Popescu, M.; Pinilla-Alonso, Noemí; Golish, Dathon; de Prá, Mario; Lauretta, Dante *2019Icar..328...69R*
- STEPAR: an automatic code to infer stellar atmospheric parameters
Taberner, H. M.; Marfil, E.; Montes, D.; González Hernández, J. I. *2019A&A...628A.111G*
- The 6Li/7Li isotopic ratio in the metal-poor binary CS22876-032
González Hernández, J. I.; Bonifacio, P.; Caffau, E.; Ludwig, H.-G.; Steffen, M.; Monaco, L.; Cayrel, R. *2019A&A...628A.111G*
- The CANDELS/SHARDS Multiwavelength Catalog in GOODS-N: Photometry, Photometric Redshifts, Stellar Masses, Emission-line Fluxes, and Star Formation Rates
Barro, Guillermo et al. (incluye a Eliche Moral, Carmen) *2019ApJS..243...22B*
- The diagnostic potential of the weak field approximation for investigating the quiet Sun magnetism: the Si I 10 827 Å line

Shchukina, N. G.; Trujillo Bueno, J.
2019A&A...628A..475

The effect of tides on the Sculptor dwarf spheroidal galaxy
lorio, G.; Nipoti, C.; Battaglia, G.; Sollima, A.
2019MNRAS.487.5692I

The Fornax Deep Survey with the VST. VII. Evolution and structure of late type galaxies inside the virial radius of the Fornax cluster
Raj, M. A. et al. (incluye a Falcon Barroso, J.)
2019A&A...628A.117B

The GIST pipeline: A multi-purpose tool for the analysis and visualisation of (integralfield) spectroscopic data
Bittner, A. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.; Dorta, A.; Molaenezhad, A.; Rosado-Belza, D.; de Lorenzo- Cáceres, A.; Méndez-Abreu, J.; Pinna, F.)
2019A&A...628A.117B

The Pristine survey- V. A bright star sample observed with SOPHIE
Bonifacio, P. et al. (incluye a González Hernández, J. I.)
2019MNRAS.487.3797B

The star formation history of the Sculptor dwarf spheroidal galaxy
Bettinelli, M.; Hidalgo, S. L.; Cassisi, S.; Aparicio, A.; Piotto, G.; Valdes, F.; Walker, A. R.
2019MNRAS.487.5862B

TOI-216b and TOI-216 c: Two Warm, Large Exoplanets in or Slightly Wide of the 2:1 Orbital Resonance
Dawson, Rebekah I. et al. (incluye a Murgas, Felipe)
2019AJ....158...65D

A deeper look at the dust attenuation law of star-forming galaxies at high redshift
Tress, M.; Ferreras, I.; Pérez-González, P. G.; Bressan, A.; Barro, G.; Domínguez-Sánchez, H.; Eliche-Moral, C.
2019MNRAS.488.2301T

A giant exoplanet orbiting a very-low-mass star challenges planet formation models
Morales, J. C. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; González-Cuesta, L.; Luque, R.; Pallé, E.; Guillén, C. Cardona; Casasayas-Barris, N.; Hernández, J. I. González; Lodieu, N.; Nortmann, L.; Nowak, G.; Rebolo, R.; Redondo, P.)
2019Sci...365.1441M

A Super-Earth and Sub-Neptune Transiting the Late-type M Dwarf LP 791-18
Crossfield, Ian J. M. et al. (incluye a Narita, Norio)
2019ApJ...883L..16C

Accretion and outflow in V404 Cyg
Casares, J.; Muñoz-Darias, T.; Mata Sánchez, D.; Charles, P. A.; Torres, M. A. P.; Armas Padilla, M.; Fender, R. P.; García-Rojas, J.
2019MNRAS.488.1356C

Bayesian cosmic density field inference from redshift space dark matter maps
Bos, E. G. Patrick; Kitaura, Francisco-Shu; van de Weygaert, Rien
2019MNRAS.488.2573B

Characterizing the Local Relation between Star Formation Rate and Gas-phase Metallicity in MaNGA Spiral Galaxies
Sánchez-Menguiano, Laura; Sánchez Almeida, Jorge; Muñoz-Tuñón, Casiana; Sánchez, Sebastián F.; Filho, Mercedes; Hwang, Hsiang-Chih; Drory, Niv
2019ApJ...882....9S

Chemical evolution of elliptical galaxies with a variable IMF. A publicly available code
Yan, Zhiqiang; Jerabkova, Tereza; Kroupa, Pavel; Vazdekis, Alejandro
2019A&A...629A..93Y

Compositional characterization of V-type candidate asteroids identified using the MOVIS catalogue
Medeiros, H.; de León, J.; Lazzaro, D.; Popescu, M.; Lorenzi, V.; Pinilla-Alonso, N.; Landsman, Z.; Rizos, J. L.; Morate, D.
2019MNRAS.488.3866M

Detection and Timing of Gamma-Ray Pulsations from the 707 Hz Pulsar J0952-0607
Nieder, L. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2019ApJ...883...42N

Discovery of a giant and luminous Ly α +C IV+He II nebula at $z = 3.326$ with extreme emission line ratios
Marques-Chaves, R. et al. (incluye a Pérez-Fournon, I.; Cabrera-Lavers, A.; Jiménez-Ángel, C.; Martínez- Navajas, P.)
2019A&A...629A..23M

Do evolved stars in the LMC show dual dust chemistry?
Marini, E.; Dell'Agli, F.; García-Hernández, D. A.; Groenewegen, M. A. T.; Puccetti, S.; Ventura, P.; Villaver, E.
2019MNRAS.488L..85M

Dynamical Confirmation of a Black Hole in MAXI J1820+070
Torres, M. A. P.; Casares, J.; Jiménez-Ibarra, F.; Muñoz-Darias, T.; Armas Padilla, M.; Jonker, P. G.; Heida, M.
2019ApJ...882L..21T

ExoMol molecular line lists- XXXIII. The spectrum of Titanium Oxide
McKemmish, Laura K.; Masseron, Thomas; Hoeijmakers, H. Jens; Pérez-Mesa, Víctor; Grimm, Simon L.; Yurchenko, Sergei N.; Tennyson, Jonathan
2019MNRAS.488.2836M

Exploring a new definition of the green valley and its implications
Angho, James; Ferreras, Ignacio; Silk, Joseph
2019MNRAS.488L..99A

Far infrared spectroscopy and other spectral and thermal properties of [Li@C60]PF6

- Cataldo, Franco; García-Hernández, D. Aníbal; Manchado, Arturo Instituto de Astrofísica de Canarias, 38205 La Laguna, Tenerife, Spain) [Staff CSIC]
2019FNCS...27..695C
- FIRTEZ-dz. A forward and inverse solver of the polarized radiative transfer equation under Zeeman regime in geometrical scale
Pastor Yabar, A.; Borrero, J. M.; Ruiz Cobo, B.
2019A&A...629A..24P
- Fundamental transverse vibrations of the active region solar corona
Luna, M.; Oliver, R.; Antolin, P.; Arregui, I.
2019A&A...629A..20L
- He I λ 10 830 Å in the transmission spectrum of HD209458 b
Alonso-Floriano, F. J. et al. (incluye a Nortmann, L.)
2019A&A...629A.110A
- Horizontal branch morphology: A new photometric parameterization
Torelli, M. et al. (incluye a Monelli, M.)
2019A&A...629A..53T
- Inferring the 3D Shapes of Extremely Metal-poor Galaxies from Sets of Projected Shapes
Putko, J.; Sánchez Almeida, J.; Muñoz-Tuñón, C.; Asensio Ramos, A.; Elmegreen, B. G.; Elmegreen, D. M.
2019ApJ...883...10P
- Interstellar Visitors: A Physical Characterization of Comet C/2019 Q4 (Borisov) with OSIRIS at the 10.4m GTC
de León, Julia; Licandro, Javier; Serra-Ricart, Miquel; Cabrera-Lavers, Antonio; Font Serra, Joan; Scarpa, Riccardo; de la Fuente Marcos, Carlos; de la Fuente Marcos, Raúl
2019RNAAS...3..131D
- Machine learning in APOGEE. Identification of stellar populations through chemical abundances
García-Dias, Rafael; Allende Prieto, Carlos; Sánchez Almeida, Jorge; Alonso Palicio, Pedro
2019A&A...629A..34G
- MAGPHYS+photo-z: Constraining the Physical Properties of Galaxies with Unknown Redshifts
Battisti, A. J. et al. (incluye a Jin, S.)
2019ApJ...882...61B
- Mapping the stellar age of the Milky Way bulge with the VVV. II. Deep JKs catalog release based on PSF photometry
Surot, F.; Valenti, E.; Hidalgo, S. L.; Zoccali, M.; González, O. A.; Sökmen, E.; Minniti, D.; Rejkuba, M.; Lucas, P. W.
2019A&A...629A...1S
- Monte Carlo studies for the optimisation of the Cherenkov Telescope Array layout
Acharyya, A. et al. (incluye a Becerra González, J.; García López, R. J.; López-Oramas, A.; Vázquez Acosta, M.)
2019APh...111...35A
- Multivariable statistical analysis of spectrophotometry and spectra of (162173) Ryugu as observed by JAXA Hayabusa2 mission
Barucci, M. A. et al. (incluye a Tatsumi, E.)
2019A&A...629A..13B
- NGC 7457: evidence for merger-driven cylindrical rotation in disc galaxies
Molaeinezhad, A.; Zhu, L.; Falcón-Barroso, J.; van de Ven, G.; Méndez-Abreu, J.; Balcells, M.; Aguerri, J. A. L.; Vazdekis, A.; Khosroshahi, H. G.; Peletier, R. F.
2019MNRAS.488.1012M
- On the Use of Field RR Lyrae as Galactic Probes. I. The Oosterhoff Dichotomy Based on Fundamental Variables
Fabrizio, M. et al. (incluye a Monelli, M.)
2019ApJ...882..169F
- Planetary system detection by estimating the covariance of coronagraphic lucky images
Cagigas, Miguel A.; Cagigal, Manuel P.; Valle, Pedro J.; Canales, Vidal F.; Fuentes, Antonio; López, Roberto
2019MNRAS.488.3262C
- Properties of extragalactic thick discs recovered from ultra-deep Stripe82 imaging
Martínez-Lombilla, C.; Knapen, J. H.
2019A&A...629A..12M
- Puzzling blue dips in the black hole candidate Swift J1357.2-0933, from ULTRACAM, SALT, ATCA, Swift, and NuSTAR
Paice, J. A. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2019MNRAS.488..512P
- Quantifying the AGN-driven outflows in ULIRGs (QUADROS) IV: HST/STIS spectroscopy of the sub-kpc warm outflow in F14394+5332
Tadhunter, C.; Holden, L.; Ramos Almeida, C.; Batcheldor, D.
2019MNRAS.488.1813T
- SDSS-IV MaNGA: stellar population gradients within barred galaxies
Fraser-McKelvie, Amelia et al. (incluye a Knapen, Johan H.)
2019MNRAS.488L...6F
- Signatures of Magnetic Activity: On the Relation between Stellar Properties and pmode Frequency Variations
Santos, A. R. G. et al. (incluye a Mathur, S.)
2019ApJ...883...65S
- Spectroscopic Mass and Host-star Metallicity Measurements for Newly Discovered Microlensing Planet OGLE-2018-BLG-0740Lb
Han, Cheongho et al. (incluye a Fukui, Akihiko)
2019AJ...158..102H

Star formation in CALIFA early-type galaxies: a matter of discs
Méndez-Abreu, J.; Sánchez, S. F.; de Lorenzo-Cáceres, A.
2019MNRAS.488L..80M

Stars and brown dwarfs in the sigma Orionis cluster. IV. IDS/INT and OSIRIS/GTC spectroscopy and Gaia DR2 astrometry
Caballero, J. A.; de Burgos, A.; Alonso-Floriano, F. J.; Cabrera-Lavers, A.; García-Álvarez, D.; Montes, D.
2019A&A...629A.114C

Surface Rotation and Photometric Activity for Kepler Targets. I. M and K Mainsequence
Stars
Santos, A. R. G.; García, R. A.; Mathur, S.; Bugnet, L.; van Saders, J. L.; Metcalfe, T. S.; Simonian, G. V. A.; Pinsonneault, M. H.
2019ApJS..244...21S

Survival of molecular gas in a stellar feedback-driven outflow witnessed with the MUSE TIMER project and ALMA
Leaman, Ryan et al. (incluye a Falcón-Barroso, Jesus; de Lorenzo-Cáceres, Adriana; Martínez-Valpuesta, Inma)
2019MNRAS.488.3904L

The Atacama Large Aperture Submillimeter Telescope (AtLAST)
Klaassen, Pamela et al. (incluye a Dannerbauer, Helmut)
2019BAAS...51g..58K

The binary millisecond pulsar PSR J1023+0038- II. Optical spectroscopy
Shahbaz, T.; Linares, M.; Rodríguez-Gil, P.; Casares, J.
2019MNRAS.488..198S

The Changing Rotational Light-curve Amplitude of Varuna and Evidence for a Close-in Satellite
Fernández-Valenzuela, Estela; Ortiz, Jose Luis; Morales, Nicolás; Santos-Sanz, Pablo; Duffard, René; Aznar, Amadeo; Lorenzi, Vania; Pinilla-Alonso, Noemí; Lellouch, Emmanuel
2019ApJ...883L..21F

The Gaia-ESO survey: Calibrating a relationship between age and the [C/N] abundance ratio with open clusters
Casali, G. et al. (incluye a Masseron, T.)
2019A&A...629A..62C

The Magellanic System: the puzzle of the leading gas stream
Tepper-García, Thor; Bland-Hawthorn, Joss; Pawlowski, Marcel S.; Fritz, Tobias K.
2019MNRAS.488..918T

The quantity of dark matter in early-type galaxies and its relation to the environment
Nigoche-Netro, A.; Ramos-Larios, G.; Lagos, P.; de la Fuente, E.; Ruelas-Mayorga, A.; Mendez-Abreu, J.; Kemp, S. N.; Díaz, R. J.
2019MNRAS.488.1320N

Ultra-violet imaging of the night-time earth by EUSO-Balloon towards space-based ultra-high energy cosmic ray observations
Abdellaoui, G. et al. (incluye a Joven, E.; Licandro, J.; Martín, Y.; Reyes, M.; Serra, M.; Vaduvescu, O.)
2019APh...111...54A

A contribution of star-forming clumps and accreting satellites to the mass assembly of z similar to 2 galaxies
Zanella, A. et al. (incluye a Sánchez Almeida, J.)
2019MNRAS.489.2792Z

A Reverse Shock in GRB 181201A
Laskar, Tanmoy et al. (incluye a Rebolo, R.; Serra-Ricart, M.)
2019ApJ...884..121L

Constraints on Gamma-Ray and Neutrino Emission from NGC 1068 with the MAGIC Telescopes
Acciari, V. A. et al. (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Mangano, M.; Somero, A.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2019ApJ...883..135A

Discovery and analysis of a ULX nebula in NGC 3521
López, K. M.; Jonker, P. G.; Heida, M.; Torres, M. A. P.; Roberts, T. P.; Walton, D. J.; Moon, D.-S.; Harrison, F. A.
2019MNRAS.489.1249L

Evidence of a fast bar in the weakly-interacting galaxy NGC 4264 with MUSE
Cuomo, V. et al. (incluye a Aguerri, J. A. L.; Méndez-Abreu, J.)
2019MNRAS.488.4972C

Exploring the Mid-infrared SEDs of Six AGN Dusty Torus Models. I. Synthetic Spectra
González-Martín, Omaira et al. (incluye a Ramos Almeida, Cristina; Rodríguez-Espinosa, José Miguel)
2019ApJ...884...10G

Exploring the Mid-infrared SEDs of Six AGN Dusty Torus Models. II. The Data
González-Martín, Omaira et al. (incluye a Ramos Almeida, Cristina; Rodríguez-Espinosa, José Miguel)
2019ApJ...884...11G

Extended Aperture Photometry of K2 RR Lyrae stars
Plachy, Emese; Molnár, László; Bódi, Attila; Skarka, Marek; Szabó, Pál; Szabó, Róbert; Klagyivik, Péter; Sódor, Ádám; Pope, Benjamin J. S.
2019ApJS..244...32P

Fast-to-Alfvén Mode Conversion and Ambipolar Heating in Structured Media. II. Numerical Simulation
Khomenko, Elena; Cally, Paul S.
2019ApJ...883..179K

Fullerenes in the IC 348 star cluster of the Perseus molecular cloud
Iglesias-Groth, S.
2019MNRAS.489.1509I

- High-cadence Light Curve of AT2018HHO in M31 During Its Maximum Light
SanJulian-Jacques D.; Fernandez-Torreiro M.; Perez-Fournon I.
2019RNAAS...3...144S
- Mapping the Galactic Disk with the LAMOST and Gaia Red Clump Sample. III. A New Velocity Substructure and Time Stamps of the Galactic Disk Asymmetry in the Disk between 12 and 15 kpc
Wang, Hai-Feng et al. (incluye a López-Corredoira, Martín)
2019ApJ...884..135W
- Microquasar V404 Cyg /GS 2023+338: MASTER optical observations during the June and December 2015 super-outbursts
Lipunov, V. M. et al. (incluye a Rebolo, R.; Serra-Ricart, M.)
2019NewA...72...42L
- Multicolour photometry for exoplanet candidate validation
Parviainen, H. et al. (incluye a Deeg, H. J.; Palle, E.; Alonso, R.; Montañé-Rodríguez, P.; Murgas, F.; Narita, N.; Fukui, A.; Prieto-Arranz, J.; Klagyivik, P.; Béjar, V. J. S.; Hidalgo Soto, D.; Casasayas Barris, N.; Luque, R.)
2019A&A...630A..89P
- Multiwavelength characterization of the accreting millisecond X-ray pulsar and ultracompact binary IGR J17062-6143
Hernández Santisteban, J. V. et al. (incluye a Cúneo, V.)
2019MNRAS.488.4596H
- On the triple-star origin of the planetary nebula Sh 2-71
Jones, David; Pejcha, Ondrej; Corradi, Romano L. M.
2019MNRAS.489.2195J
- On the ultra-compact nature of the neutron star system 1RXS J170854.4-321857: insights from X-ray spectroscopy
Armas Padilla, M.; López-Navas, E.
2019MNRAS.488.5014A
- Properties of central stars of planetary nebulae with distances in Gaia DR2
González-Santamaría, I.; Manteiga, M.; Manchado, A.; Ulla, A.; Dafonte, C.
2019A&A...630A.150G
- SDSS-IV MaStar: A Large and Comprehensive Empirical Stellar Spectral Library? First Release
Yan, Renbin et al. (incluye a Falcon Barroso, Jesus)
2019ApJ...883..175Y
- Spatial variations in the Milky Way disc metallicity-age relation
Feuillet, Diane K.; Frankel, Neige; Lind, Karin; Frinchaboy, Peter M.; García-Hernández, D. A.; Lane, Richard R.; Nitschelm, Christian; Roman-Lopes, Alexandre
2019MNRAS.489.1742F
- Spectropolarimetry of the Solar Mg II h and k Lines
Manso Sainz, R.; del Pino Alemán, T.; Casini, R.; McIntosh, S.
2019ApJ...883L..30M
- Spitzer Catalog of Herschel-selected Ultrared Dusty Star-forming Galaxies
Ma, Jingzhe et al. (incluye a Perez-Fournon, Ismael)
2019ApJS..244...30M
- Stellar activity analysis of Barnard's Star: very slow rotation and evidence for longterm activity cycle
Toledo-Padrón, B. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Rebolo, R.; Béjar, V. J. S.; Murgas, F.; Pallé, E.)
2019MNRAS.488.5145T
- The afterglow and kilonova of the short GRB 160821B
Troja, E. et al. (incluye a Becerra González, J.; Acosta-Pulido, J. A.)
2019MNRAS.489.2104T
- The beamed jet and quasar core of the distant blazar 4C 71.07
Raiteri, C. M. et al. (incluye a Acosta-Pulido, J. A.; Boschin, W.)
2019MNRAS.489.1837R
- The Habitability of GJ 357D: Possible Climate and Observability
Kaltenegger, L.; Madden, J.; Lin, Z.; Rugheimer, S.; Segura, A.; Luque, R.; Pallé, E.; Espinoza, N.
2019ApJ...883L..40K
- The HST/ACS star formation history of the Tucana dwarf spheroidal galaxy: clues from the horizontal branch
Savino, A.; Tolstoy, E.; Salaris, M.; Monelli, M.; de Boer, T. J. L.
2019A&A...630A.116S
- The Hubble Catalog of Variables (HCV)
Bonanos, A. Z. et al. (incluye a Lennon, D. J.)
2019A&A...630A..92B
- The Hubble Sequence at z similar to 0 in the IllustrisTNG simulation with deep learning
Huertas-Company, Marc et al.
2019MNRAS.489.1859H
- The last pieces of the primitive inner belt puzzle: Klio, Chaldaea, Chimaera, and Svea
Morate, David; de León, Julia; De Prá, Mário; Licandro, Javier; Pinilla-Alonso, Noemí; Campins, Humberto; Arredondo, Anicia; Carvano, Jorge Marcio; Lazzaro, Daniela; Cabrera-Lavers, Antonio
2019A&A...630A.141M
- The Revised TESS Input Catalog and Candidate Target List
Stassun, Keivan G. et al. (incluye a Narita, Norio)
2019AJ....158..138S
- The Role of Asymmetries in Thermal Nonequilibrium
Klimchuk, James A.; Luna, Manuel
2019ApJ...884...68K

- The SAMI galaxy survey: stellar population radial gradients in early-type galaxies
Ferrerias, Ignacio et al.
2019MNRAS.489..608F
- Three Red Suns in the Sky: A Transiting, Terrestrial Planet in a Triple M-dwarf System at 6.9 pc
Winters, Jennifer G. et al. (incluye a Murgas, Felipe)
2019AJ....158..152W
- Time-slicing spiral galaxies with SDSS-IV MaNGA
Peterken, Thomas; Fraser-McKelvie, Amelia; Aragón-Salamanca, Alfonso; Merrifield, Michael; Kraljic, Katarina; Knapen, Johan H.; Riffel, Rogério; Brownstein, Joel; Drory, Niv
2019MNRAS.489.1338P
- Two New HATNet Hot Jupiters around A Stars and the First Glimpse at the Occurrence Rate of Hot Jupiters from TESS
Zhou, G. et al. (incluye a Narita, N.; Palle, E.)
2019AJ....158..141Z
- Two-fluid simulations of waves in the solar chromosphere. II. Propagation and damping of fast magneto-acoustic waves and shocks
Popescu Braileanu, B.; Lukin, V. S.; Khomenko, E.; de Vicente, Á.
2019A&A...630A..79P
- Water vapor detection in the transmission spectra of HD 209458 b with the CARMENES NIR channel
Sánchez-López, A. et al. (incluye a Nortmann, L.; Pallé, E.; Béjar, V. J. S.; Casasayas-Barris, N.; Stangret, M.)
2019A&A...630A..53S
- A black hole X-ray binary at 100 Hz: multiwavelength timing of MAXI J1820+070 with HiPERCAM and NICER
Paice, J. A. et al. (incluye a Shahbaz, T.; Dhillon, V. S.)
2019MNRAS.490L..62P
- A transiting super-Earth close to the inner edge of the habitable zone of an M0 dwarf star
Díez Alonso, E. et al. (incluye a González Hernández, J. I.; Toledo-Adrón, B.; Aguado, D. S.; Cabrera-Lavers, A.; Rebolo, R.)
2019MNRAS.489.5928D
- A wide star-black-hole binary system from radial-velocity measurements
Liu, Jifeng et al. (incluye a Casares, Jorge; Cabrera-Lavers, Antonio; Corradi, Romano; Rebolo, R.)
2019Natur.575..618L
- An equatorial outflow in the black hole optical dipper Swift J1357.2-0933
Jiménez-Ibarra, F.; Muñoz-Darias, T.; Casares, J.; Armas Padilla, M.; Corral-Santana, J. M.
2019MNRAS.489.3420J
- Asteroid pairs: A complex picture
Pravec, P. et al. (incluye a Serra-Ricart, M.)
2019Icar..333..429P
- Atmospheric scintillation noise in ground-based exoplanet photometry
Föhring, D.; Wilson, R. W.; Osborn, J.; Dhillon, V. S.
2019MNRAS.489.5098F
- Coronal Cooling as a Result of Mixing by the Nonlinear Kelvin-Helmholtz Instability
Hillier, Andrew; Arregui, Iñigo
2019ApJ...885..101H
- Discovery of a nitrogen-enhanced mildly metal-poor binary system: Possible evidence for pollution from an extinct AGB star
Fernández-Trincado, José G. et al. (incluye a Zamora, Olga)
2019A&A...631A..97F
- Essay review on “Land of the Shamans: archaeology, cosmology and landscapes”
Belmonte, J. A.
10.1177/0021828619871725
- Euclid preparation. V. Predicted yield of redshift $7 < z < 9$ quasars from the wide survey
Euclid Collaboration et al. (incluye a Balaguera-Antolínez, A.)
2019A&A...631A..85E
- Fast-to-Alfvén Mode Conversion and Ambipolar Heating in Structured Media. I. Simplified Cold Plasma Model
Cally, Paul S.; Khomenko, Elena
2019ApJ...885...58
- Fossil group origins. X. Velocity segregation in fossil systems
Zarattini, S.; Aguerri, J. A. L.; Biviano, A.; Girardi, M.; Corsini, E. M.; D’Onghia, E.
2019A&A...631A..16Z
- HELP: a catalogue of 170 million objects, selected at 0.36-4.5 microns, from 1270 deg² of prime extragalactic fields
Shirley, Raphael et al.
2019MNRAS.490..634S
- IMF radial gradients in most massive early-type galaxies
La Barbera, F. et al. (incluye a Vazdekis, A.; Allende Prieto, C.; Falcón-Barroso, J.)
2019MNRAS.489.4090L
- Jointly super-resolved and optically sectioned Bayesian reconstruction method for structured illumination microscopy
Yann Lai-Tim; Laurent M. Mugnier; François Orioux; Roberto Baena-Gallé; Michel Paques; Serge Meimon
10.1364/OE.27.033251
- KELT-24b: A 5M J Planet on a 5.6 day Well-aligned Orbit around the Young $V = 8.3$ Fstar D 93148
Rodríguez, Joseph E. et al. (incluye a Narita, Norio)
2019AJ....158..197R
- Kojima-1Lb Is a Mildly Cold Neptune around the Brightest Microlensing Host Star
Fukui, A. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.; Casasayas-Barris, N.;

- Chen, G.; Crouzet, N.; Hidalgo, D.; Klagyivik, P.; Murgas, F.; Narita, N.; Palle, E.; Parviainen, H.; Hernández, A.; Luque, R.; Monelli, M.; Montañés-Rodríguez, P.; Prieto-Arranz, J.; Alonso, R.)
2019AJ....158..206
- MASCARA-3b. A hot Jupiter transiting a bright F7 star in an aligned orbit
 Hjorth, M. et al. (incluye a Murgas, F.; Palle, E.)
2019A&A...631A..76H
- MOS spectroscopy of protocluster candidate galaxies at $z = 6.5$
 Calvi, R.; Rodríguez Espinosa, J. M.; Mas-Hesse, J. M.; Chanchaiworawit, K.; Guzman, R.; Salvador-Solé, E.; Gallego, J.; Herrero, A.; Manrique, A.; Marín Franch, A.
2019MNRAS.489.3294
- Nature of a shell of young stars in the outskirts of the Small Magellanic Cloud
 Martínez-Delgado, David et al. (incluye a Gallart, Carme; Monteagudo, Laura; Monelli, Mateo)
2019A&A...631A..98M
- Near-resonance in a System of Sub-Neptunes from TESS
 Quinn, Samuel N. et al. (incluye a Murgas, Felipe; Narita, Norio; Palle, Enric)
2019AJ....158..177Q
- Observation of inverse Compton emission from a long gamma-ray burst
 Acciari, V. A. et al. (incluye a Becerra González, J.; García López, R. J.; Herrera, J.; Lombardi, S.; López-Oramas, A.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2019Natur.575..459M
- OGLE-2015-BLG-1649Lb: A Gas Giant Planet around a Low-mass Dwarf
 Nagakane, M. et al. (incluye a Fukui, A.)
2019AJ....158..212N
- Optical validation and characterization of Planck PSZ2 sources at the Canary Islands observatories. II. Second year of LP15 observations
 Aguado-Barahona, A.; Barrena, R.; Streblyanska, A.; Ferragamo, A.; Rubiño-Martín, J. A.; Tramonte, D.; Lietzen, H.
2019A&A...631A.148A
- Physical parameters of red supergiants in dwarf irregular galaxies in the Local Group
 Britavskiy, N. E.; Bonanos, A. Z.; Herrero, A.; Cerviño, M.; García-Álvarez, D.; Boyer, M. L.; Masseron, T.; Mehner, A.; McQuinn, K. B. W.
2019A&A...631A..95B
- Precise radial velocities of giant stars. XIII. A second Jupiter orbiting in 4:3 resonance in the 7 CMa system
 Luque, R. et al.
2019A&A...631A.136L
- Properties of Cosmic Helium Isotopes Measured by the Alpha Magnetic Spectrometer
 Aguilar, M. et al. (incluye a García-López, R. J.; Reina Conde, A.; Vázquez Acosta, M.)
2019PhRvL.123r1102A
- Radial velocity confirmation of K2-100b: a young, highly irradiated, and low-density transiting hot Neptune
 Barragán, O. et al. (incluye a Parviainen, H.; Palle, E.; Deeg, H. J.; Nowak, G.; Narita, N.; Luque, R.; Montañés-Rodríguez, P.; Murgas, F.)
2019MNRAS.490..698B
- Secondary Infall in the Seyfert's Sextet: A Plausible Way Out of the Short Crossing Time Paradox
 López-Cruz, Omar; Ibarra-Medel, Héctor Javier; Sánchez, Sebastián F.; Birkinshaw, Mark; Añorve, Christopher; Barrera-Ballesteros, Jorge K.; Falcon-Barroso, Jesús; Barkhouse, Wayne A.; Torres-Papaqui, Juan P.
2019ApJ...886L...2L
- SIGNALS: I. Survey description
 Rousseau-Nepton, L. et al. (incluye a Ruiz Lara, T.; Sánchez-Menguiano, L.)
2019MNRAS.489.5530R
- Stellar populations of galaxies in the ALHAMBRA survey up to z similar to 1. II. Stellar content of quiescent galaxies within the dust-corrected stellar mass-colour and the UVJ colour-colour diagrams
 Díaz-García, L. A. et al. (incluye a Cerviño, M.; Cepa, J.; Aguerri, J. A. L.)
2019A&A...631A.156D
- Stellar populations of galaxies in the ALHAMBRA survey up to $z \sim 1$. III. The stellar content of the quiescent galaxy population during the last 8 Gyr
 Díaz-García, L. A. et al. (incluye a Cerviño, M.; Cepa, J.; Aguerri, J. A. L.)
2019A&A...631A.157D
- Stellar populations of galaxies in the ALHAMBRA survey up to $z \sim 1$. IV. Properties of quiescent galaxies on the stellar mass-size plane
 Díaz-García, L. A.; Cenarro, A. J.; López-Sanjuan, C.; Peralta de Arriba, L.; Ferreras, I.; Cerviño, M.; Márquez, I.; Masegosa, J.; del Olmo, A.; Perea, J.
2019A&A...631A.158D
- Teraelectronvolt emission from the gamma-ray burst GRB 190114C
 MAGIC Collaboration et al. (incluye a Acciari, V. A.; Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Somero, A.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2019Natur.575..455M
- TESS Asteroseismology of the Known Red-giant Host Stars HD 212771 and HD 203949
 Campante, Tiago L. et al. (incluye a Mathur, Savita)
2019ApJ...885...31C

The Central Star of NGC 2346 as a Clue to Binary Evolution through the Common Envelope Phase
Gómez-Muñoz, M. A.; Manchado, A.; Bianchi, L.; Manteiga, M.; Vázquez, R.
2019ApJ...885...84G

The Initial Mass Function of Lens Galaxies from Quasar Microlensing
Jiménez-Vicente, J.; Mediavilla, E.
2019ApJ...885...75J

The nature of faint radio galaxies at high redshifts
Saxena, A. et al. (incluye a Dannerbauer, H.; Barrena, R.)
2019MNRAS.489.5053S

The OTELO survey. I. Description, data reduction, and multi-wavelength catalogue
Bongiovanni, Ángel et al. (incluye a Ramón-Pérez, Marina; Cepa, Jordi; Cerviño, Miguel; Nadolny, Jakub)
2019A&A...631A...9B

The OTELO survey. II. The faint-end of the H α luminosity function at z similar to 0.40
Ramón-Pérez, Marina et al. (incluye a Bongiovanni, Ángel; Cepa, Jordi; Cerviño, Miguel; Nadolny, Jakub)
2019A&A...631A..10R

The OTELO survey. III. Demography, morphology, IR luminosity and environment of AGN hosts
Ramón-Pérez, Marina et al. (incluye a Bongiovanni, Ángel; Cepa, Jordi; Nadolny, Jakub; Cerviño, Miguel)
2019A&A...631A..11R

The shapes of spiral arms in the S4G survey and their connection with stellar bars
Díaz-García, S.; Salo, H.; Knapen, J. H.; Herrera-Endoqui, M.
2019A&A...631A..94D

The structural properties of classical bulges and discs from z similar to 2
Dimauro, Paola et al. (incluye a Huertas-Company, Marc)
2019MNRAS.489.4135D

Three-dimensional modeling of chromospheric spectral lines in a simulated active region
Bjørgen, Johan P.; Leenaarts, Jorrit; Rempel, Matthias; Cheung, Mark C. M.; Danilovic, Sanja; de la Cruz Rodríguez, Jaime; Sukhorukov, Andrii V.
2019A&A...631A..33B

A DECam view of the diffuse dwarf galaxy Crater II: the colour-magnitude diagram
Walker, A. R. et al. (incluye a Monelli, M.; Gallart, C.)
2019MNRAS.490.4121W

A few StePS forward in unveiling the complexity of galaxy evolution: light-weighted stellar ages of intermediate-redshift galaxies with WEAVE

Costantin, L. et al. (incluye a Balcells, M.; Vazdekis, A.)
2019A&A...632A...9C

A SCUBA-2 selected Herschel-SPIRE dropout and the nature of this population
Greenslade, J. et al. (incluye a Dannerbauer, H.; Pérez Fournon, I.)
2019MNRAS.490.5317G

ALMA images the many faces of the NGC 1068 torus and its surroundings
García-Burillo, S. et al. (incluye a Ramos Almeida, C.; Vives-Arias, H.)
2019A&A...632A..61G

An introductory guide to fluid models with anisotropic temperatures. Part 1. CGL description and collisionless fluid hierarchy
Hunana, P.; Tenerani, A.; Zank, G. P.; Khomenko, E.; Goldstein, M. L.; Webb, G. M.; Cally, P. S.; Collados, M.; Velli, M.; Adhikari, L.
2019JPhPh..85f2002H

An introductory guide to fluid models with anisotropic temperatures. Part 2. Kinetic theory, Padé approximants and Landau fluid closures
Hunana, P.; Tenerani, A.; Zank, G. P.; Goldstein, M. L.; Webb, G. M.; Khomenko, E.; Collados, M.; Cally, P. S.; Adhikari, L.; Velli, M.
2019JPhPh..85f2003H

Asymmetric shocks in Ji-Cygni observed with linear spectropolarimetry
López Ariste, A.; Tessore, B.; Carlín, E. S.; Mathias, Ph.; Lèbre, A.; Morin, J.; Petit, P.; Aurière, M.; Gillet, D.; Herpin, F.
2019A&A...632A..30L

Bar pattern speeds in CALIFA galaxies. II. The case of weakly barred galaxies
Cuomo, Virginia; López Aguerri, J. Alfonso; Corsini, Enrico Maria; Debattista, Victor P.; Méndez-Abreu, Jairo; Pizzella, Alessandro
2019A&A...632A..51C

Black hole-galaxy scaling relation evolution from z similar to 2.5: Simulated observations with HARMONI on the ELT
García-Lorenzo, Begoña; Monreal-Ibero, Ana; Mediavilla, Evencio; Pereira-Santaella, Miguel; Thatte, Niranjan
2019FrASS...6...73G

Combining magnetohydrostatic constraints with Stokes profiles inversions. I. Role of boundary conditions
Borrero, J. M.; Pastor Yabar, A.; Rempel, M.; Ruiz Cobo, B.
2019A&A...632A.111B

Core-Envelope Coupling in Intermediate-mass Core-helium Burning Stars
Tayar, Jamie; Beck, Paul G.; Pinsonneault, Marc H.; García, Rafael A.; Mathur, Savita
2019ApJ...887..203T

Dark Energy Survey year 1 results: the relationship between mass and light around cosmic voids

Fang, Y. et al. (incluye a Kovács, A.)
2019MNRAS.490.3573F

Discovery of a binary quasar at $z = 1.76$

Altamura, E.; Brennan, S.; Lesniewska, A.; Pinter, V.; dos Reis, S. N.; Geier, S.; Fynbo, J. P. U.
2019CoSka..49..528A

Discovery of Four Apparently Cold Dusty Galaxies at $z = 3.62$ - 5.85 in the COSMOS Field: Direct Evidence of Cosmic Microwave Background Impact on High-redshift Galaxy Observables

Jin, S.; Daddi, E.; Magdis, G. E.; Liu, D.; Schinnerer, E.; Papadopoulos, P. P.; Gu, Q.; Gao, Y.; Calabrò, A.
2019ApJ...887..144J

Episodes of particle ejection from the surface of the active asteroid (101955) Bennu

Lauretta, D. S. et al. (incluye a de León, J.; Licandro, J.)
2019Sci...366.3544L

First Evidence of Enhanced Recombination in Astrophysical Environments and the Implications for Plasma Diagnostics

Nemer, A.; Sterling, N. C.; Raymond, J.; Dupree, A. K.; García-Rojas, J.; Wang, Qianxia; Pindzola, M. S.; Ballance, C. P.; Loch, S. D.
2019ApJ...887L...9N

Growth and disruption in the Lyra complex

Clavico, S. et al. (incluye a Boschín, W.)
2019A&A...632A..27C

H alpha morphologies of star clusters: a LEGUS study of H II region evolution time-scales and stochasticity in low-mass clusters

Hannon, Stephen et al. (incluye a Herrero, A.)
2019MNRAS.490.4648H

High-frequency Wave Propagation Along a Spicule Observed by CLASP

Yoshida, Masaki et al. (incluye a Trujillo Bueno, Javier)
2019ApJ...887....2Y

Improved detection of far-side solar active regions using deep learning

Felipe, T.; Asensio Ramos, A.
2019A&A...632A..82F

Inversions of synthetic umbral flashes: a selection of wavelength sampling

Felipe, T.; Esteban Pozuelo, S.
2019A&A...632A..75F

Investigating the multiwavelength behaviour of the flat spectrum radio quasar CTA 102 during 2013-2017

D'Ammando, F. et al. (incluye a Acosta-Pulido, J. A.; Boschín, W.; Lázaro, C.; Pinna, F.; Protasio, C.; Redondo-Lorenzo, F. J.)
2019MNRAS.490.5300D

Ionized calcium in the atmospheres of two ultra-hot exoplanets WASP-33b and KELT-9b

Yan, F. et al. (incluye a Casasayas-Barris, N.; Pallé, E.; Nortmann, L.; Stangret, M.)
2019MNRAS.490.5300D

Life in the fast lane: a direct view of the dynamics, formation, and evolution of the Milky Way's bar

Bovy, Jo; Leung, Henry W.; Hunt, Jason A. S.; Mackereth, J. Ted; García-Hernández, D. A.; Roman-Lopes, Alexandre
2019MNRAS.490.4740B

Merger induced clump formation in distant infrared luminous starburst galaxies

Calabrò, Antonello; Daddi, Emanuele; Fensch, Jérémy; Bournaud, Frédéric; Cibinel, Anna; Puglisi, Annagrazia; Jin, Shuowen; Delvecchio, Ivan; D'Eugenio, Chiara
2019A&A...632A..98C

MOA-bin-29b: A Microlensing Gas-giant Planet Orbiting a Low-mass Host Star

Kondo, Iona et al. (incluye a Fukui, A.)
2019AJ....158..224K

Multiwavelength observations of the triple-peaked AGN Mrk 622

Benítez, E. et al. (incluye a Rodríguez-Espinosa, J. M.)
2019MNRAS.490.5521B

No Evidence for Critical Balance in Field-aligned Alfvénic Solar Wind Turbulence

Telloni, Daniele; Carbone, Francesco; Bruno, Roberto; Sorriso-Valvo, Luca; Zank, Gary P.; Adhikari, Laxman; Hunana, Peter
2019ApJ...887..160T

OCCASO- III. Iron peak and alpha elements of 18 open clusters. Comparison with chemical evolution models and field stars

Casamiquela, L. et al. (incluye a Díaz-Pérez, L.; Gallart, C.)
2019MNRAS.490.1821C

On the Gas Content, Star Formation Efficiency, and Environmental Quenching of Massive Galaxies in Protoclusters at $z = 2.0$ - 2.5

Zavala, J. A. et al. (incluye a Dannerbauer, H.)
2019ApJ...887..183Z

Optical spectra of near-Earth asteroids (381906) 2010 CL19 and (453778) 2011 JK

Kučáková, H.; Mikhalkchenko, O.; Popescu, M.; Ransome, C.; Sharma, A.
2019CoSka..49..532K

Physical Parameters of the Torus for the Type 2 Seyfert IC 5063 from Mid-IR and XRay Simultaneous Spectral Fitting

Esparza-Arredondo, Donaji; González-Martín, Omaira; Dult-

zin, Deborah; Ramos Almeida, Cristina; Fritz, Jacopo; Masegosa, Josefa; Pasetto, Alice; Martínez-Paredes, Mariela; Osorio-Clavijo, Natalia; Victoria- Ceballos, César
2019ApJ...886..125E

Revisiting the new-physics interpretation of the b a ctv data
 Shi, Rui-Xiang; Geng, Li-Sheng; Grinstein, Benjamín; Jäger, Sebastian; Martin Camalich, Jorge
2019JHEP...12..0655

SCUBA-2 observations of candidate starbursting protoclusters selected by Planck and Herschel-SPIRE
 Cheng, T. et al. (incluye a Dannerbauer, H.)
2019MNRAS.490.3840C

Small-scale clustering of nano-dust grains in supersonic turbulence
 Mattsson, L.; Fynbo, J. P. U.; Villarroel, B.
2019MNRAS.490.5788M

Testing emission models on the extreme blazar 2WHSP J073326.7+515354 detected at very high energies with the MAGIC telescopes
 MAGIC Collaboration et al. (incluye a Acciari, V. A.; Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; López-Oramas, A.; Terzic T.; Vanzo, G.; Vazquez Acosta, M.)
2019MNRAS.490.2284M

The C-Band All-Sky Survey (C-BASS): Simulated parametric fitting in single pixels in total intensity and polarization
 Jew, Luke et al. (incluye a Peel, M. W.)
2019MNRAS.490.2958J

The CALIFA view on stellar angular momentum across the Hubble sequence
 Falcón-Barroso, J. et al. (incluye a Mendez-Abreu, J.; Aguerri, J. A. L.; García-Lorenzo, B.; de Lorenzo-Cáceres, A.; Ruiz-Lara, T.)
2019A&A...628A.117B

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. The He I triplet at 10830 Å across the M dwarf sequence
 Fuhrmeister, B. et al. (incluye a Béjar, V. J. S.)
2019A&A...632A..24F

The descent and bouncing path of the Hayabusa2 lander MASCOT at asteroid (162173) Ryugu
 Scholten, F. et al. (incluye a Tatsumi, E.)
2019A&A...632L...3S

The K2 Galactic Caps Project- going beyond the Kepler field and ageing the Galactic disc
 Rendle, B. M. et al. (incluye a Mathur, S.)
2019MNRAS.490.4465R

The MASCOT landing area on asteroid (162173) Ryugu: Stereo-photogrammetric analysis using images of the ONC onboard the Hayabusa2 spacecraft
 Preusker, F. et al. (incluye a Tatsumi, E.)
2019A&A...632L...4P

The MASTER Global Robotic Telescope Network: Observations of Asteroid NEA 2015 TB145
 Zimnukhov, D. S. et al. (incluye a Rebolo López, R.; Serra-Ricart, M.)
2019ARep...63.1056Z

The Pristine survey- VI. The first three years of medium-resolution follow-up spectroscopy of Pristine EMP star candidates
 Aguado, David S. et al. (incluye a González Hernández, Jonay I.; Allende Prieto, Carlos; García-Díaz, Rafael; Osorio, Yeisson; Palicio, Pedro A.)
2019MNRAS.490.2241A

The Pristine survey- VII. A cleaner view of the Galactic outer halo using blue horizontal branch stars
 Starkenburg, Else et al. (incluye a González Hernández, Jonay I.)
2019MNRAS.490.5757S

The star formation timescale of elliptical galaxies. Fitting [Mg/Fe] and total metallicity simultaneously
 Yan, Zhiqiang; Jerabkova, Tereza; Kroupa, Pavel
2019A&A...632A.110Y

The stellar host in star-forming low-mass galaxies: Evidence for two classes
 Lumberras-Calle, A.; Méndez-Abreu, J.; Muñoz-Tuñón, C.
2019A&A...632A..15L

Three-dimensional magnetic field structure of a flux-emerging region in the solar atmosphere
 Yadav, Rahul; de la Cruz Rodríguez, Jaime; Díaz Baso, Carlos José; Prasad, Avijeet; Libbrecht, Tine; Robustini, Carolina; Asensio Ramos, Andrés
2019A&A...632A.112Y

Using HARPS-N to characterize the long-period planets in the PH-2 and Kepler-103 systems
 Dubber, Sophie C. et al. (incluye a Boschin, Walter)
2019MNRAS.490.5103D

A High Sensitivity Fourier Transform Spectrometer for Cosmic Microwave Back-ground Observations
 Dubber
 Javier De Miguel-Hernández, Roger J. Hoyland, María F. Gómez Reñasco, J. Alberto Rubiño-Martín, Teodora A. Viera-Curbelo
Transactions on Instrumentation and Measurement, 1-8.

Manufacturing of 3D-metallic electromagnetic metamaterials for feedhorns used in radioastronomy and satellite communications
 Javier De Miguel-Hernández, Roger J. Hoyland, Darío Sosa-Cabrera, Sebastiaan Deviaene, Pablo A. Fuerte-Rodríguez, Eduardo D. González-Carretero, Afrodísio Vega-Moreno
Mechanics of Materials, 10.1016/j.mechmat.2019.103195.

INVITED REVIEWS (ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS) IR

Martín Camalich J. “Opening Talk: Theory Overview” en “4th Workshop on LHCb Upgrade II”, 8-10 abril, Vondelkerk, Países Bajos.

Génova Santos R. “Searching for the inflationary b-modes in the CMB polarization: experimental and observational challenges” en “Ibéricos2019: 14th Iberian Cosmology Meeting”, 15-17 abril, Bilbao.

Martín-Camalich J. “” en “The Invisibles19 Workshop: Neutrinos, Dark Matter and Dark Energy”, 10-14 junio, Valencia.

Arregui I. “Wave based coronal loop heating models “ en “9th Coronal Loops Workshop”, 11-14 junio, St. Andrews, Reino Unido.

Battaglia G. “Metal-poor stars and WHT/WEAVE Galactic Archaeology surveys” en “EWASS 2019”, 24-28 junio, Lyon, Francia.

Battaglia G. “Stellar populations in the scientific landscape of the ELTs” en “EWASS 2019”, 24-28 junio, Lyon, Francia.

Vázquez Acosta M. “Astroparticle Physics” en “XXXVIIth Biennial Meeting of the Spanish Royal Society of Physics (RSEF)”, 15-19 julio, Zaragoza.

Akhlaghi M. “Invited Instructor for a Project” en “5th Indo-French Astronomy School: Spectroscopy and Spectrographs”, 16-24 agosto, Pune, India.

Asensio Ramos A. “Big data and machine learning” en “9th Solar Polarization Workshop (SPW)”, 26-30 agosto, Göttingen, Alemania.

Trujillo Bueno J. “95 years after the discovery of the Hanle effect in Göttingen: where are we?” en “9th Solar Polarization Workshop (SPW)”, 26-30 agosto, Göttingen, Alemania.

García Hernández D A “Observations of Li-rich giant stars in the Galaxy and in the Magellanic Clouds” en “Lithium in the Universe: To Be or not to Be?”, 18-22 noviembre, Roma, Italia.

Gallart C. “The evolutionary history of the Milky Way disk(s) and halo from Gaia DR2 color-magnitude diagram fitting” en “WG4 Workshop: A Dynamical View of the Sky”, 4-6 diciembre, Niza, Francia.

Jones D. “Binaries in Planetary Nebulae” en “WorkPlaNs II: Workshop for Planetary Nebula observations”, 16-20 diciembre, Leiden, Países Bajos.

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES CI

“AAS 233rd Meeting”, 6-10 enero, Seattle, Washington, EEUU

Huertas-Company M. “Galaxy morphology with deep learning” (IT)

“RAS Discussion meeting on Solar Partially Ionised Plasma”, 10-12 enero, Londres, Reino Unido

Popescu B. “Propagation and damping of fast magneto-acoustic shock waves in a stratified atmosphere using the two-fluid approximation” (CO)

“International BASP Frontiers Workshop 2019”, 3-8 febrero, Villars-sur-Ollon, Suiza

Huertas-Company M. “Investigating galaxy evolution with deep learning” (IT)

“The Nature and Physics of Vortex Flows in Solar Plasmas”, 4-8 febrero, Berna, Suiza

Khomenko E. “Biermann battery, vorticity and generation of quiet Sun magnetic fields” (CO)

“Monsters of the Universe: The Most Extreme Star Factories”, 4-8 febrero, Leiden, Países Bajos

Pérez Fournon I. “The unique hyper-luminous merger HLoc-kOl: evidence for gas inflows and outflows” (IT)

“Manhattan Microlensing 2019”, 14-16 febrero, Nueva York, EEUU

Mediavilla E. “SMBH masses from the *gravitational* redshift of the UV Fe III emission” (CO)

Esteban Gutiérrez A. E. “Peculiar velocities of lens galaxies from microlensing” (CO)

“Baryons in Galaxies and Beyond”, 17-19 febrero, Tehran, Irán

Falcón J “Linking Kinematics & Stellar populations with 3D spectroscopy” (IT)

“2019 Elizabeth and Frederick White research Conference on Linking galaxies from the Epoch of initial star-formation to today Australia-ESO joint conference”, 18-22 febrero, Sydney, Australia

Dannerbauer H. “Impact of environment on molecular gas reservoirs probed in distant cluster and field galaxies” (CO)

“Present and future science with CARMENES (RIA)”: 1st meeting of the Spanish exoplanet network (Exonet), 20-22 febrero, Granada

Pallé E. “Exoplanet atmospheres with CARMENES” (CO)

Toledo Padrón B. “Disentangling the stellar activity of Barnard’s Star” (CO)

“Einasto’s Profile: Tartu-Tuorla Cosmology Meeting”, 20-22 febrero, Tartu, Estonia

Dalla Vecchia C. “C-EAGLE at the IAC” (CO)

“4th ASI/COSMOS Workshop: Ground-based CMB Experiments”, 4-5 marzo, Milán, Italia

Rubiño J.A. “QUIJOTE and TMS” (IT)

“Kepler&K2 SciConV. Ten Years since Launch” 4-8 marzo, Glendale, California, EEUU

Mathur S. “Effect of magnetic activity on the detection of acoustic modes in solar-like stars (P).

“II Workshop on Chemical Abundances in Gaseous Nebulae”, 11-14 marzo, Sao Paulo, Brasil

García Rojas J. “Last advances in the abundance discrepancy problema” (IT)

Esteban C. “Improving the determination of Galactic abundance gradients with deep spectra of HII Regions” (IT)

Méndez Delgado J. E. “On the determination of Helium abundances” (P)

“Flux Emergence Workshop 2019”, 18-22 marzo, Tokio, Japón

Moreno-Insertis F. “Non-equilibrium ionization effects in magnetic flux emergence processes” (CO)

“Imaging, Target Selection, Survey Validation Workshop”, 25-28 marzo, Utah, EEUU

Kovacs A. “Flux calibration with self-organizing maps and deep neural networks” (CO)

“New Quests in Stellar Astrophysics IV. Astrochemistry, Astrobiology and the Origin of Life”, 31 marzo – 5 abril, Puerto Vallarta, México

Mampaso A. “The road to life: inanimate complex systems. Planetary Nebulae” (CO)

“MaNGA Collaboration Meeting 2019”, 1-4 abril, Oxford, Reino Unido

Sánchez Menguiano L. “The local anti-correlation between star formation rate and gas-phase metallicity observed in MaNGA galaxies” (CO)

“The Accretion Signatures of the Earliest Black Holes in the Universe”, 3-5 abril, Princeton, Nueva Jersey, EEUU

Prieto M.A. “Elusive accretion discs in low luminosity AGN” (IT)

“53rd ESLAB Symposium: The Gaia universo”, 8-12 abril, Noordwijk, Países Bajos

Lodieu N. “A 3D view of the nearest open clusters” (P)

Gallart C. “The evolutionary history of the Galactic disk(s) from Gaia DR2 Color-Magnitude Diagram Fitting” (CO)

Rodríguez Berlanas S. “A new view of CYGNUS OB2 from GAIA DR2” (CO)

“ICONS Workshop 2019 - Investigating Crusts of Neutron Stars”, 15-17 abril, Amsterdam, Países Bajos

Armas Padilla M. “Contamination of low-level accretion in quiescence” (CO)

“PLATO WEEK #8”, 15-18 abril, Graz, Austria

Klagyivik P. “Capacity of PSF position measures to discriminate planet transits from false alarms” (CO)

“Portorož 2019 Precision era in High Energy Physics”, 16-19 abril, Eslovenia

Martín Camalich J. “Flavored mono-tau searches at the LHC” (IT)

“26th Young Scientists’ Conference on Astronomy and Space Physics”, 22-27 abril, Kiev, Ucrania

Liakh V. “Large-amplitude oscillations in solar prominences in 2.5D models” (CO)

“Preparing for 4MOST”, 6–8 mayo, Garching, Alemania

Gallart C. “The ages of alpha-rich stars in the Milky Way disk from Gaia and 4MOST” (CO)

“2nd China-Europe Solar Physics Meeting (CESPM 2019)”, 6-10 mayo, Hvar, Croacia

Khomenko E. “Simulations of partially ionised chromosphere: progress and challenge” (IT)

“Large-Amplitude Oscillations as a Probe of Quiescent and Erupting Solar Prominences”, 13-17 mayo, Berna, Suiza

Liakh V. “Properties and triggering of large-amplitude oscillations in 2.5D models” (CO)

“Exploring the Infrared Universe: the Promise of SPICA”, 20-23 mayo, Creta, Grecia

Pérez Fournon, I. "Understanding massive star formation in quasars with SPICA" (P)

"Multi-Spin Galaxies", 20-23 mayo, Asiago, Italia

de Lorenzo-Cáceres A. "Multi-spin bars" (IT)

Walo Martin D. "Stellar kinematics across Cosmic time with EAGLE" (CO)

"10th CARMENES Scientific Meeting", 20-24 mayo, Sevilla

Casasayas N. "Transmission spectroscopy of MASCARA-2b" (CO)

Béjar V.S. "Summary of the WP3060 photometric monitoring" (CO)

Stangret M. "Fe lines in cross-correlation" (CO)

"Synergy Grant: The Whole Sun", 27-30 mayo, París, Francia

Moreno-Insertis F. "magnetic flux emergence through convection cells, photosphere and chromosphere" (CO)

"SUNDIAL UGent Mid-term Meeting", 3-6 junio, Gent, Bélgica

Chamba R. N. "The size of galaxies in an era of ultra-deep imaging" (CO)

"Observing the Millimeter Universe with the NIKA2 Camera", 3-7 junio, Grenoble, Francia

Poidevin F. "Analysis of Galactic molecular clouds polarization maps: a review of the methods." (CO)

Ferragamo A. "Biases in the estimation of galaxy clusters dynamical mass" (CO)

"PIPA 2019", 3-7 junio, Palma de Mallorca

Khomenko E. "Generation and dissipation of Alfvén waves in partially ionized solar atmosphere" (CO)

Popescu B. "Simulations of the Rayleigh Taylor instability in the two fluid approximation" (CO)

Hunana, P. "Fluid modelling of astrophysical plasmas" (CO)

Martínez Gómez D. "Nonlinear waves and heating in multi-fluid partially ionized solar plasmas" (CO)

"9th International Symposium on Radiative Transfer, RAD-19", 3-7 junio, Atenas, Grecia

Vitas N. "MANCHA-RAY: 3D Parallel code for spectral synthesis from RMHD simulations of the stellar atmospheres" (P)

"Supernova Remnants II: - An Odyssey in Space after Stellar death", 3-8 junio, Creta, Grecia

González Hernández J. I. "Searching for stellar companions of Galactic type-Ia Supernovae with HST and Gaia" (P)

"The Main Belt: A Gateway to the Formation and Early Evolution of the Solar System Workshop", 4-7 junio, Cerdeña, Italia

Licandro J. "The spectroscopic properties of the Lixiaohua family, cradle of Main Belt Comets" (CO)

"EUCLID Meeting 2019", 4-7 junio, Helsinki, Finlandia

Balaguera A. "Novel methods for Mock Catalogs" (CO)

Huertas-Company M. "Splinter OU-MER: Morphology in the MER catalog" (CO)

Huertas-Company M. "Splinter Morphology and LSB: Introduction and current status of morphology in the MER pipeline" (CO)

Huertas-Company M. "Galaxy Evolution Splinter: Morphology KPs"

"AO4ELT6 - Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes", 9-14 junio, Québec, Canadá

Martínez Rey N. "Adaptive Optics for LGS uplink correction: on-sky validation" (CO)

"9th Coronal Loops Workshop", 11-14 junio, St. Andrews, Escocia

Luna M. "Fundamental vibrations of the solar corona" (P)

"Multifrequency Behavior of High Energy Cosmic Sources", 12-17 junio, Frascati, Italia

Rodríguez Espinosa J. M. "An ionised bubble powered by a proto-cluster at $z=6.5$ " (CO)

"OSIRIS-REx Science Team Meeting 15", 17-21 junio, Tucson, Arizona, EEUU

Rizos García J.L. "Spectrophotometric analysis of sampling site regions of interest" (P)

"MAGIC General Meeting 2019", 23-28 junio, Yerevan, Armenia

López Oramas A. "Observations of the gamma-ray binary HESSJ0632 with the HESS, MAGIC and VERITAS Observatories" (CO)

"SDSS-IV/V Collaboration Meeting 2019", 24-28 junio, Ensenada, México

Manchado A. "New algorithm to search for outliers in APO-GEE" (P)

"EWASS 2019", 24-28 junio, Lyon, Francia

Allende Prieto C. "The Milky Way Stellar Halo. Characterized from J-PLUS data" (CO)

Arellano K. "Understanding the chemical evolution of Ne, S, Cl and Ar using H II regions." (CO)

Britavskiy N. "The Red Straggler scenario for the RSG population" (CO)

Brook C. "When Feedback Fights Back against Gravity" (IT)

Del Moral Castro I. "Spotting the differences between active and non-active twin galaxies on kpc-scales. A pilot study" (CO)

Esteban C. "Chemical composition of Galactic HII regions. New data and results." (CI)

García Lorenzo B. "Simulated QSO observations with HARMONI on the ELT: Black hole-galaxy scaling relation evolution from $Z \sim 2.5$ " (CO)

García Pérez, A.E. "A new and more complete MILES library" (CO)

González Hernández J.I. "Connecting the present and early universe: two extremely iron-poor dwarf stars in the Galactic halo" (P)

Lodieu N. "A 5D map of the nearest open clusters from high-mass stars down to the substellar regime" (CO)

Lodieu N. "Planetary-mass and brown dwarf age sequence as benchmarks" (CO)

López-Corredoira M. "Dynamics of the Galactic disc with extended kinematic maps of Gaia-DR2" (CO)

López Corredoira M. "The Twilight of Astronomy" (CO)

Méndez-Abreu J. "Inner bars also buckle. The case of NGC1291" (CO).

Méndez-Abreu J. "The separated star formation history of bulges, disks, and bars using IFS" (CO)

Méndez Delgado J.E. "Radial distribution of helium in the Milky Way" (P)

Monreal A. "Spatially resolved studies of diffuse Interstellar bands in galaxies outside of the Local Group" (P)

Pinna F. "Galactic thick disks in the fornax cluster" (CO)

Ramos Almeida C. "An infrared view of multi-phase nuclear outflows in nearby quasars" (CO)

Rodríguez Espinosa J.M. "An ionised bubble before the epoch of re-ionisation" (P)

Sánchez Almeida J. "The fundamental metallicity relation emerges from the local anti-correlation between star formation rate and gas-phase metallicity existing in galaxy disks" (CO)

"IAUS354: Solar and Stellar Magnetic Fields: Origins and Manifestations", 30 junio - 6 julio, Copiapo, Chile

Khomenko E. "Generation and dissipation of Alfvén waves in partially ionized solar atmosphere" (P)

Collados M. "Performance and first results with the Integral Field Unit of the GRIS spectrograph at GREGOR" (CO)

Suárez Mascareño A. "Big trouble in little Cen" (IT)

Trujillo-Bueno J. "Magnetic Field Diagnostics of the Solar Chromosphere and Corona" (IT)

"From winds to jets: The role of outflows in compact binaries", 1-3 julio, Amsterdam, Países Bajos

Muñoz Darias T. "Optical/nIR accretion disc winds from X-ray binaries" (IT)

"IAUS355: The Realm of the Low-Surface-Brightness Universe", 8-12 julio, La Laguna, Tenerife

Akhlagi M. "Digging out the low-surface-brightness universe: understanding and constraining the limits of methods used" (IT)

Alonso Asensio I. "Similarity between stellar and total dark matter density distributions in the intra-cluster volume: a view from simulations" (CO)

Brook C. "Forming low surface brightness objects in simulations" (IT)

Chamba N. "The size of the galaxies in the era of ultra-deep imaging" (CO)

Dannerbahuer H. "Surprising existence of circumgalactic molecular medium in a galaxy protocluster at $z=2.2$ " (CO)

Knapen J.H. "Going towards wide-area ultra-deep imaging surveys" (IT)

Ruiz Lara T. "The stellar content in ultra diffuse galaxies: contrasting the galaxy "lacking dark matter" with other Coma cluster UDGs" (CO)

Sánchez Almeida J. "GTC-based search for diffuse gas around local gas-accreting galaxies" (CO)

Trujillo I. "Reproducibility in ultra-deep imaging" (CO)

“Applied Inverse Problems conference”, 8-12 julio, Saint-Martin-d’Hères, Francia

Asensio A. “Deep learning in solar physics” (IT)

“Tracing Cosmic Evolution with Clusters of Galaxies”, 8-12 julio, Sesto, Italia

Barrena R. “Validating and Characterizing Planck PSZ2 sources using WEAVE (Pr)”

Aguado A. “Optical validation and characterization of Planck PSZ2 sources with telescopes at the Canary Islands observatories.” (CO)

“DESI Collaboration Meeting”, 8-12 julio, San Francisco, California, EEUU

Kovacs A. “Flux calibration with machine learning tolos” (CO)

“V Meeting of AGN research in Spain”, 11-12 julio, Cantabria

Acosta Pulido J.A. “The host galaxies of bright gamma-ray NLSy1” (CO)

Del Moral Castro I. “Spotting the differences between active and non-active twin galaxies on kpc-scales” (CO)

Otero Santos J. “Optical and gamma-ray variability of blazars 3C 66A and B2 1633+382” (CO)

“Tensions between the Early and the Late Universe”, 15-17 julio, Santa Barbara, California, EEUU

Kovacs A. “More out of less: ISW tension with supervoids in DES Y3 data” (CO)

TASC5/KASC12 workshop”, 22-26 julio, Cambridge, Massachusetts, EEUU

Mathur S. “Effect of magnetic activity on the detection of acoustic modes in solar-like stars” (CO)

“Small galaxies, cosmic questions”, 29 julio – 2 agosto, Durham, Reino Unido

Battaglia G. “Evolution of dwarf galaxies as probed by resolved stellar populations” (IT)

Fritz T. “Systemic proper motions of Milky Way satellite galaxies can provide crucial information on the evolution of dwarf galaxies orbiting a much larger host.” (P)

Taibi S. “Stellar chemo-kinematics of isolated dwarf galaxies” (P)

“Galaxy Evolution in a New Era of HI Surveys”, 29 julio - 23 agosto, Munich, Alemania

Falcón J. “Stellar kinematics across the Hubble sequence” (IT)

“Quasars in Crisis”, 6-9 agosto, Edimburgo, Escocia

Muñoz Darias T. “Changing look micro-quasars” (CO)

“Extreme Solar Systems IV”, 19-23 agosto, Reykjavik, Islandia

Pallé E. “Exoplanet Atmospheres at High Spectral Resolution with CARMENES” (CO)

“9th Solar Polarization Workshop (SPW)”, 26-30 agosto, Göttingen, Alemania

del Pino T. “The polarization of the Mg II h-k doublet and subordinated triplet” (CO)

del Pino T. “IMP: A multi-D non-LTE radiative transfer inversion code of Stokes profiles” (CO)

Hebbur S. “The polarization of the Lyman-alpha lines of H_i and He II in the solar corona” (CO)

Jaume Bestard J. “The effects of 3D radiative transfer on the polarization of chromospheric lines” (CO)

Carlín Ramirez E. “Dichroic variations of Hanle and Zeeman Polarization” (IT)

Martínez González M.J. “Stellar prominences with MIRADAS” (CO)

Trelles Arjona J. “Quiet Sun Multi-Line inversions using the infrared spectra of GRIS at GREGOR.” (CO)

“PLATO ESP 2019 workshop: Single, Shallow, and Strange Transits”, 2-4 septiembre Warwick, Oxford, Reino Unido

Parviainen H. “PyTransit 2” (P)

“View on the interstellar medium in galaxies in the ALMA era”, 2-6 septiembre, Bolonia, Italia

Jin S. “Extremely cold dusty galaxies at z=4-6: direct evidence of CMB impact on high-z galaxy Observables” (CO)

Dannerbauer H. “Impact of environment on molecular gas reservoirs probed in distant cluster and field galaxies” (CO)

Dannerbauer H. “Census of dusty starbursts in the distant universe via strong lensing” (CO)

“Variable Galactic Gamma-Ray Sources”, 4-6 septiembre, Barcelona

López Oramas A. “TeV and X-ray emission from the 50-year period binary PSR J2032+4127/MT91 213 during periastron passage” (IT)

“25th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists: Beyond Paradigms”, 4-7 septiembre, Berna, Suiza

Belmonte J.A. "On the role of astronomy in the formation of complex societies: Egypt in the Old Kingdom" (IT)

Urrutia Aparicio M. "The taula sanctuaries and the barraques of Menorca: a comparative analysis within the framework of cultural astronomy" (CO)

"VII Meeting on Fundamental Cosmology", 9-11 septiembre, Madrid

Guidi F. "The QUIJOTE wide survey maps" (CO)

Hernández Sánchez M. "Higher order Hamiltonian Monte Carlo Sampling for Cosmological Large Scale Structure Analysis" (IT)

"Extremely Big Eyes on the Early Universe", 9-13 septiembre, Roma, Italia

Rodríguez Espinosa J.M. "Unveiling the history of the Universe's re-ionisation" (CO)

"A Synoptic View of the Magellanic Clouds - VMC, Gaia and Beyond", 9-13 septiembre, Munich, Alemania

Gallart C. "The star formation history of the inner disk of the Small Magellanic Cloud" (P)

Ruiz Lara T. "Dissecting the Large Magellanic Cloud: a high spatial resolution map of its star formation History" (CO)

"International Conference on Parallel Computing ParCo2019", 10-13 septiembre, Praga, Chequia

Akhlaghi M. "Template for reproducible data analysis and scientific research" (CO)

"AIDA International Workshop", 11-13 septiembre, Roma, Italia

Licandro J. "The NEA observational program at the IAC: opportunities in support of Hera" (CO)

"EPSC-DPS Joint Meeting 2019", 15-20 septiembre, Ginebra, Suiza

Licandro J. "CCD photometry of Mars crosser asteroids using small robotic telescopes" (CO)

Popescu M. "Spectral and spectro-photometric characterization of NEOs at the Canary Islands Observatories" (P)

Rizos García J.L. "First results of a spectral clustering analysis applied to OSIRIS-REx color imaging of asteroid (101955) Bennu" (P)

Tatsumi E. "Possible Hydrated Minerals on Pole Regions of (162173) Ryugu by ONC-T Observations" (CO)

"CWDB 2019: Compact White Dwarf Binaries. From SN Ia to Gravitational Wave Sources", 15-21 septiembre, Yerevan, Armenia

Jones D. "Common Envelope" (IT)

"KICC 10 Anniversary Symposium: Cosmology: the end of the beginning. Future prospects in cosmology, large scale structure and galaxy formation", 16-20 septiembre, Cambridge, Reino Unido

Esteban Gutiérrez A. "Peculiar Velocities of Lens Galaxies from Microlensing" (P)

"RES User Conference", 18-19 septiembre, Zaragoza

Del Pino T. "Polarized Radiation Transfer in Multidimensional Models of the Solar Atmosphere" (IT)

"Towards the European Coordination of the CMB Programme", 20-21 septiembre, París, Francia

Rubiño J.A. "The future of QUIJOTE" (IT)

"16th Potsdam Thinkshop", 23-26 septiembre, Potsdam, Alemania

Suárez Mascareño A. "Rotation periods and magnetic cycle of late-type stars" (IT)

"IBERGRID 2019: Delivering Innovative Computing and Data Services to Researchers", 23-26 septiembre, Santiago de Compostela

Akhlaghi M. "Big data, big responsibility: data lineage management with template for reproducible scientific papers" (IT)

"Dynamics of the Sun and Stars: Honoring the life and work of Michael J. Thompson", 24-26 septiembre, París, Francia

Mathur S. "Surface rotation and magnetic activity of solar-like stars: impact on seismic detections" (CO)

"PLATO Input Catalogue Workshop", 24-26 septiembre, Padova, Italia

Deeg H J "Circumbinary planets: implications for the PIC" (CO)

"European Microwave Week (EuMW) 2019", 29 septiembre - 4 octubre, París, Francia

Alonso Arias P. "A New Radiospectrometer to Study CMB Distortions between 10-20 GHz" (CO)

"Sixth Workshop on Robotic Autonomous Observatories" 30 septiembre - 4 Octubre, Málaga

González Hernández J. I. "High-resolution ultra-stable spectrographs and the search for exo-earths" (IT)

- Gutiérrez C.M. "The 4 meter New Robotic Telescope" (IT)
- "IAUS 356: Nuclear Activity in Galaxies across Cosmic Time", 7-11 octubre, Addis Ababa, Etiopia
- Prieto M.A. "Elusive Accretion Discs" (CO)
- Knapen J.H. "MUSE-Adaptive Optics view of the starburst-AGN connection: NGC 7130" (CO)
- "The PLATO Week #9 will be held in Marseille, France", 9-11 octubre, Marsella, Francia
- Deeg H.J. "Identification of false positives from PLATO data and from ground-based photometry" (CO)
- "Planet2 / RESCEU Symposium 2019: From Protoplanetary Disks through Planetary System Architecture to Planetary Atmospheres and Habitability", 14-18 octubre, Bankoku Shinryokan, Japón
- Casasayas N. "Atmospheric characterisation of the ultra hot Jupiter MASCARA-2b/ KELT-20b combining HARPS-N and CARMENES observations" (CO)
- Luque R. "GJ 357: a planetary trio including a transiting, hot, Earth-sized planet optimal for atmospheric Characterization" (CO)
- Murgas F. "Stellar spots versus Rayleigh scattering: the case of HAT-P-11b" (P)
- Pallé E. "Exoplanet atmospheres at high resolution" (IT)
- Parviainen H. "Transiting planet candidate validation using multicolour photometry" (P)
- Stangret M. "Fel and Fell in the atmosphere of MASCARA-2b/KELT-20b" (CO)
- "XII workshop "Estallidos" - "Starbursts in galaxies" From PhD students to international partners", 15-16 octubre, Almería
- Lumbreras Calle A. "Search and characterization of emission-line galaxies in the SHARDS survey" (CO)
- "The RR Lyrae and Cepheid Conference 2019: Frontiers of Classical Pulsators - Theory and Observations", 16-18 octubre, Cloudcroft, Nuevo México, EEUU
- Monelli M. "Variable stars at the fringes of the Local Group" (CO)
- "The Future of X-ray Timing", 21-25 octubre, Amsterdam, Países Bajos
- Cúneo V. "NICER look at the low-luminosity state transitions seen in MAXI J1535-571" (CO)
- "Present and future of optical and infrared astronomy: Synergies between China and Spain", 21-25 octubre, Pekín, China
- Muñoz Darias T. "Follow-up of transient black hole X-ray binaries with the largest optical telescopes" (CO)
- Kitaura F S "Modelling the bias relation between galaxies and the underlying dark matter distribution for galaxy surveys" (CO)
- Armas M. "Ultra-compact X-ray binaries" (CO)
- Rodríguez Gil P. "Digging for the building blocks of exoworlds" (IT)
- "XVI Latin American Workshop on Nonlinear Phenomena (LAWNP 2019)", 22-26 octubre, La Paz, Bolivia
- Beckman J.E. "The resonant structure of galaxies" (IT)
- "Voyage 2050 Workshop. Shaping the European Space Agency's Space Science Plan for 2035-2050", 29-31 octubre, Madrid
- Ferreras I.A. "Chronos, a deep NIR spectroscopic galaxy survey" (P)
- Trujillo Bueno J. "Magnetic Imaging of the Outer Solar Atmosphere (talk by the whole group proposing this space mission)" (IT)
- "IRIS-10", 4-8 noviembre, Bangalore, India
- Esteban Pozuelo S. "Inferring the nature of Penumbra Microjets" (IT)
- Hebbur S. "The polarization of the Lyman- α lines of H I and He II in the solar corona" (P)
- Khomenko E. "Modeling and observation of partially ionized plasma processes" (IT)
- "Asteroid Science in the Age of Hayabusa2 and OSIRIS-REX Workshop", 5-7 noviembre, Tucson, Arizona, EEUU
- Popescu M. "Basaltic interlopers in the C-complex asteroid families: possible sources for exogenous material on (101955) Bennu and (162173) Ryugu" (P)
- De León J. "Results from Spectral Clustering Analysis Applied to OSIRIS-REx Color Images of (101955) Bennu" (P)
- "Meeting on Future Instruments for the Telescopes at the Observatorios de Canarias", 11-13 noviembre, La Laguna, Tenerife
- Rubiño J. A. "Future instrumentation for CMB studies from the Teide Observatory" (CO)

Muñoz Tuñón C. "Site Characterization: Achieving Optimum Observations" (CO)

Dhillon V. "GOTO- the Gravitational wave Optical Transient Observer" (CO)

Barreto M. "European Solar Telescope STATUS" (CO)

Fernández P. "Present and future of the Cryogenic Cooling Systems of Astronomical Instruments in the Observatories of the Canary Islands" (CO)

Joven E. "Future Detectors for the Telescopes at the Canarias Observatories" (CO)

Montilla I. "Future Adaptive Optics instrumentation at the Canary Islands" (CO)

"Lithium in the Universe: To Be or not to Be?", 18-22 noviembre, Roma, Italia

González Hernández J.I. "New insights in the cosmological lithium problem: lithium in the most iron-poor dwarf stars Known" (CO)

Lodieu N. "The age of the Hyades from the lithium depletion boundary method" (CO)

"The Art of Measuring Galaxy Physical Properties", 18-22 noviembre, Milán, Italia

Salvador Rusiñol N. "Tiny fractions of young stellar populations in massive ETGs" (CO)

Huertas-Company M. "Confronting the theory of galaxy formation with observations using generative models" (CO)

Chamba, R. "The size of galaxies in an era of ultra-deep imaging" (CO)

"11th CARMENES Scientific Meeting", 19-21 noviembre, Weimar, Alemania

Béjar V.S. "Summary of photometric follow-up" (CO)

"Euclid 8 Symposium", 27-29 noviembre, Orsay, Francia

Huertas-Company M. "Updates on Galaxy Morphology WP" (IT)

"The Universe in 56 Colours Science with the First J-PAS Data", 2-4 diciembre, Teruel

Rodríguez Beltrán P. "J-PAS based Surface Brightness Fluctuations: unveiling radial gradients metal-poor components." (CO)

Vazdekis A. "Surface Fluctuations to unveil the first stages in galaxy formation" (CO)

Rodríguez Gil, P. "J-PAS based Surface Brightness Fluctuations: unveiling radial gradients metal-poor components" (CO)

Lumbreras A. "Emission line galaxies in SHARDS (and beyond)" (CO)

"Machine Learning Tools for Research in Astronomy", 9-13 diciembre, Ringberg, Alemania

Falcón J. "Deciphering the hidden side of galaxies with full-spectral fitting" (IT)

Huertas-Company M. "Comparison of simulations of galaxy formation and observations with deep learning" (IT)

"30th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics", 15-20 diciembre, Portsmouth, New Hampshire, EEUU

Otero Santos J. "Quasi-periodic behaviour in the optical and gamma-ray light curves of blazars 3C 66A and B2 1633+382" (CO)

"Workshop on Stokes Inversions under non-LTE Conditions", 16-19 diciembre, Estocolmo, Suecia

Asensio A. "Hazel2, a description" (IT)

Socas-Navarro H. "Problems (and a few solutions) encountered in the development of NICOLE"" (IT)

"B-mode from Space", 16-19 diciembre, Munich, Alemania

Rubiño Martín J.A. "The QUIJOTE experiment" (CO)

Génova Santos R. "B-modes from space" (CO)

"150 yrs of the periodic table: Chemical elements in the Universe: origin and evolution", 16-19 diciembre, Bangalore, India

Allende Prieto C. "The APOGEE Survey" (IT)

"WorkPlaNs II: Workshop for Planetary Nebula observations", 16-20 diciembre, Leiden, Países Bajos

García Rojas J. "Witnesses are lying us. Hints to consider when computing physical conditions in high-ADF planetary nebulae" (P)

Manchado A. "Gaia DR2 distances to planetary nebula" (P)

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES CN

"Jornadas: Ciencia y Género", 4-5 marzo, Valencia

de Lorenzo Cáceres A. "Mujer y Astronomía: Astrofísica en cara rincón de España" (IT)

“VI Reunión de Ciencias Planetarias y Exploración del Sistema Solar – CPESS”, 27-28 mayo, Madrid

de León J. “Ground-based observation of Didymos in support of Hera/DART misión” (CO)

Rizos J. L. “PRIMitive Asteroids Spectroscopic Survey - PRIMASS: Current Status” (CO)

“España en SKA (Square Kilometre Array), 10-11 junio, Granada

Dannerbauer H. “SHARKS - Southern H-ATLAS Regions Ks-band Survey” (CO)

Poidevin F. “Looking for anomalous microwave emission in high redshift galaxies” (CO)

“IV Jornadas de Investigadores en Formación: Fomentando la Interdisciplinariedad – II Congreso Nacional (JIFFI)”, 26-28 junio, Granada

Esteban A. “The microlensing effect in lens galaxies” (P)

Rosado Belza D. “Empleo de IFUs en el estudio de la evolución secular de galaxias” (CO)

M. “Astronomía y Cultura en el Camino de Santiago” (CO)

“XXXVII Reunión Bial de la Real Sociedad Española de Física”, 15-21 julio, Zaragoza

Rodríguez Espinosa J. M. “An ionised bubble before the epoch of re-ionisation & A binary AGN in Mrk 622” (CO)

“Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC”, 17-19 julio, La Laguna, Tenerife

Asensio A. “Nuevas técnicas para medir el campo magnético en el Sol” (IT)

Belmonte J.A. “En tierra desconocida: cosmologías del pasado a través de la arqueoastronomía” (IT)

de León J. “Cuerpos Menores del Sistema Solar: investigando sus propiedades físicas y su composición (IT)

García Hernández D.A. “Nucleosíntesis y nanoestructuras moleculares complejas en estrellas evolucionadas” (IT)

García López R. “De la química estelar al más explosivo Universo: una carrera científica” (IT)

Manchado A. “35 años del estudio de las últimas etapas de la evolución estelar” (IT)

Muñoz Darías T. “Sistemas binarios y agujeros negros: pasado, presente y futuro” (IT)

Pallé P.L. “Helio- y Astrosismología a través de 24 Tesis “vibrantes” (IT)

Roca Cortés T. “Y van 333...” (IT)

Ramos Almeida C. “Investigando la actividad nuclear en galaxias: oscurecimiento, encendido y retroalimentación” (IT)

Rodríguez Ramos L.F. “Un recorrido sobre las tesis doctorales en instrumentación” (IT)

Rubiño J.A. “Cosmología con el fondo cósmico de microondas: Desvelando el origen del Universo” (IT)

Trujillo I. “Cuando el tamaño sí importa: la búsqueda de galaxias reliquias” (IT)

VII Reunión Española de Física Solar y Heliosférica (REFSH): “Física Solar: Ampliando los Horizontes”, 3-5 septiembre, Valencia

Carlín Ramirez E. “Detección y clasificación de señales de polarización anómalas” (CO)

Collados M. “Estado actual de EST y perspectivas para el futuro más cercano” (CO)

Khomenko E. “Science Requirement Document for European Solar Telescope” (CO)

Jaume Bestard J. “The effects of 3D radiative transfer on the polarization of chromospheric lines” (CO)

Martínez Gómez D. “Simulando la lluvia coronal con plasmas completa y parcialmente ionizados” (CO)

Montes Solís M. “Mirando el futuro de Bayes en física solar” (CO)

Pallé P.L. “The “Solar-SONG” initiative: Results of the helioseismology campaign and the on-going Synoptic Program” (IT)

Trelles Arjona J. “3D quiet Sun Multi-Line inversions using GRIS at GREGOR infrared spectra.” (CO)

“Primer Encuentro Español de Cúmulos de Galaxias”, 7-8 noviembre, Madrid

Aguado Barahona A. “Optical follow-up of galaxy cluster candidates detected by Planck” (CO)

Dalla Vecchia C. “The ICL as tracer of total cluster mass” (CO)

Dannerbauer H. “Impact of environment on molecular gas reservoirs probed in distant cluster and field galaxies” (CO)

Díaz Rodríguez O. “Characterization of the star-formation activity in two galaxy protoclusters beyond $z=2$ ” (CO)

Ferragamo A. “Sunyaev-Zeldovich vs dynamical masses scaling relations using 207 galaxy clusters” (CO)

López Aguerri J.A. "Instrumentacion para la observación de cúmulos de galaxias" (IT)

Méndez-Abreu J. "The WEAVE nearby cluster survey" (CO)

Negri A. "The evolution of the luminosity function of cluster galaxies in the Cluster-EAGLE simulation" (CO)

Rodríguez Espinosa J.M. "Characterization of the star-forming activity in two galaxy protoclusters beyond $z=2$ " (CO)

Rubiño Martín J.A. "Cosmology with the Sunyaev-Zeldovich effect" (IT)

Trujillo I. "Using the Intra Cluster light to unveil the nature of the dark matter" (CO)

"25ª Convención de Astronomía", 22-24 noviembre, Sabadell.

Infante Sainz R. "Alcanzando los límites de los telescopios amateurs para la ciencia de bajo brillo superficial" (C)

"III Congreso Pro – Am", 6-8 diciembre, Huesca

Infante Sainz R. "Llevando los telescopios aficionados al límite con ciencia de bajo brillo superficial: Imagen profunda de 100 horas de M101 con un telescopio pequeño." (CO)

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS CR

de Jong, R. S. et al. (Incluye Kitaura F.) "4MOST: Project overview and information for the First Call for Proposals" *2019Msngr.175....3D*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "Spatially Resolving the Quasar Broad Emission Line Region" *2019Msngr.178...20A*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "An Image of the Dust Sublimation Region in the Nucleus of NGC 1068" *2019Msngr.178...24G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "GRAVITY and the Galactic Centre" *2019Msngr.178...26G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "Spatially Resolving the Inner Gaseous Disc of the Herbig Star 51 Oph through its CO Ro-vibration Emission" *2019Msngr.178...40G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "Probing the Discs of Herbig Ae/Be Stars at Terrestrial Orbits" *2019Msngr.178...38G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "Images at the Highest Angular Resolution with GRAVITY: The Case of η Carinae" *2019Msngr.178...31G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "Hunting Exoplanets with Single-Mode Optical Interferometry" *2019Msngr.178...47G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "Spatially Resolved Accretion-Ejection in Compact Binaries with GRAVITY" *2019Msngr.178...29G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "Multiple Star Systems in the Orion Nebula" *2019Msngr.178...36G*

Gravity Collaboration et al. (Incluye Prieto M.A.) "VLTI-GRAVITY showcasing the breadth of areas in which GRAVITY is driving progress" *The ESO Messenger no. 78, special section GRAVITY SCIENCE 20 - 47, 2019*

Ganga, Kenneth et al. (Incluye Rubiño-Martín J.A.) "European Work on Future Ground-Based CMB Experiments" *2019BAAS...51g.111G*

Scowen, Paul et al. (Incluye Trujillo Bueno J.) "PolStar- An Explorer-Class FUV Spectropolarimetry Mission to Map the Environments of Massive Stars" *2019BAAS...51g.167S*

Lodieu, N.; Chinchilla, P.; Ruiz, M. T.; Perez Garrido, A.; Bejar, V. J. S.; Gauza, B.; Zapatero Osorio, M. R.; Rebolo, R. "Near-infrared Spectroscopy of Three Nearby L Dwarfs" *2019RNAAS...3...30L*

San Julian-Jacques, Daniel; Fernandez-Torreiro, Mateo; Perez-Fournon, Ismael "High-cadence Light Curve of AT2018HHO in M31 During Its Maximum Light" *2019RNAAS...3..144S*

Helou, Stauffer, et al. (Incluye Lodieu N.) "Enhancing WFIRST Science with the Addition of a Redder Filter" *2019BAAS...51g..83H*

Burgasser et al. (incluye Lodieu N.) "Fundamental Physics with Brown Dwarfs: The Mass-Radius Relation" *2019BAAS...51c.214B*

Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. Discovery certificate for object 2019vyw" *2019TNSTR2501....1P*

Poidevin, F.; Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel,

J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Classification certificate for object 2019wzw"
2019TNNSCR2670....1P

Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Classification certificate for object 2019wvc"
2019TNNSCR2658....1P

Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Discovery certificate for object 2019xtc"
2019TNSTR2692....1P

Angel, C. J.; Perez-Fournon, I.; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Classification certificate for object 2019vkf"
2019TNNSCR2529....1A

Shirley, R.; Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, F.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Classification certificate for object 2019vyw"
2019TNNSCR2505....1S

Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B.; "Discovery certificate for object 2019vte"
2019TNSTR2479....1P

Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Discovery certificate for object 2019vni"
2019TNSTR2445....1P

Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Discovery certificate for object 2019vje"
2019TNSTR2420....1P

Angel, C. J.; Perez-Fournon, I.; Poidevin, F.; Shirley, A. R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Alamiri, P. C. A. B. "Discovery certificate for object 2019uli"
2019TNSTR2322....1A

Poidevin, F.; Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Shirley, A. R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Discovery certificate for object 2019uju"
2019TNSTR2302....1P

Shirley, R.; Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Poidevin, A. F.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel,

J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Alamiri, P. C. A. B. "Discovery certificate for object 2019ugf"
2019TNSTR2279....1S

Poidevin, F.; Perez-Fournon, I.; Angel, C. J.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Craig, P.; Alamiri, A. B. "Classification certificate for object 2019vki"
2019TNNSCR2485....1P

Perez-Fournon, I.; Alvarez-Hernández, A.; Alvarez-Saavedra, A.; Carro-Portos, P.; Díaz-Suarez, E. A.; Doblas-Cabezas, R. M.; Fernandez-Torreiro, M.; García-Zamora, E. M.; Hernández-García, A.; Mallorquin, M.; Méndez-Delgado, J. E.; Moral-Pombo, D.; Núñez-Cagigal, M. A.; Panizo-Espinar, G.; Sánchez-Sierras, J.; SanJulian-Jacques, D.; Villegas-Beberide, H. "Properties of the host galaxy of the possible superluminous supernova MASTER OT J000256.70+323252.3 (= ZTF19aaaaajhn)"
2019ATel12356....1P

Yanes-Rizo, I. V.; Orell-Miquel, J.; Madrigal-Aguado, A.; Tinaut-Ruano, F.; Alvarez-Hernández, L.; Bayer, J.; Graña-González, A.; Kalies, J.; Maas, A. J.; Maireles-González, O.; Perez-Perez, B.; Shirley, R.; Perez-Fournon, I. "Discovery of a possible galactic nova or CV, AT 2019ssv, with ZTF and IAC80 CAMELOT2
2019ATel13284....1Y

Madrigal-Aguado, A.; Alvarez-Hernández, L.; Bayer, J.; Graña-González, A.; Kalies, J.; Maas, A. J.; Maireles-González, O.; Orell-Miquel, J.; Perez-Perez, B.; Tinaut-Ruano, F.; Yanes-Rizo, I. V.; Shirley, R.; Perez-Fournon, I. "Independent discovery and early multi-band photometry of the M31 nova 2019sxc with the INT Wide Field Camera"
2019ATel13272....1M

Alvarez-Hernández, L.; Bayer, J.; Graña-González, A.; Kalies, J.; Maas, A. J.; Madrigal-Aguado, A.; Maireles-González, O.; Orell-Miquel, J.; Perez-Perez, B.; Tinaut-Ruano, F.; Yanes-Rizo, I. V.; Perez-Fournon, I. "Discovery of a possible nova in M31 with the Isaac Newton Telescope Wide Field Camera"
2019ATel13206....1A

Perez-Fournon, I.; Angel, C. Jimenez; Poidevin, F.; Shirley, R.; Marques-Chaves, R.; Geier, S.; Shu, Y.; Rodney, S.; Roberts-Pierel, J.; Bolton, A.; Chakrabarti, S.; Lewis, B. "Spectroscopic classification of SN 2019klk as a type IIP supernova with LT + SPRAT and GTC + OSIRIS"
2019ATel12958....1P

Perez-Fournon, I.; Alvarez-Hernández, A.; Alvarez-Saavedra, A.; Carro-Portos, P.; Díaz-Suarez, E. A.; Doblas-Cabezas, R. M.; Fernandez-Torreiro, M.; García-Zamora, E. M.; Hernández-García, A.; Mallorquin, M.; Mendez-Delgado, J. E.; Moral-Pombo, D.; Nuñez-Cagigal, M. A.; Panizo-Espinar, G.; Sanchez-Sierras, J.; SanJulian-Jacques, D.; Villegas-Beberide, H. "Properties of the host galaxy of the possible superluminous supernova MASTER OT J000256.70+323252.3 (= ZTF19aaaa jhn)"
2019ATel12356....1P

Mallorquin, M.; García-Zamora, E. M.; Hernández-García, A.; Alvarez-Hernández, A.; Alvarez-Saavedra, A.; Carro-Portos, P.; Díaz-Suarez, E. A.; Doblas-Cabezas, R. M.; Fernandez-Torreiro, M.; Mendez-Delgado, J. E.; Moral-Pombo, D.; Nuñez-Cagigal, M. A.; Panizo-Espinar, G.; Sanchez-Sierras, J.; SanJulian-Jacques, D.; Villegas-Beberide, H.; Monteagudo, L.; Perez-Fournon, I. "INT WFC multi-band photometric follow up of the superluminous supernova SN 2018gft"
2019ATel12350....1M

Sanchez Almeida J., Filho M. "Triaxiality can Explain the Alleged Dark Matter Deficiency in some Dwarf Galaxies"
2019RNAAS...3..191S

Scowen, Paul; Ignace, Richard; Neiner, Coralie; Wade, Gregg; Beasley, Matt; Bjorkman, Jon; Bouret, Jean-Claude; Casini, Roberto; del Pino Alemán, Tanausu; and 20 more PolStar- An Explorer-Class FUV Spectropolarimetry Mission to Map the Environments of Massive Stars Astro2020: Decadal Survey on Astronomy and Astrophysics, APC white papers, no. 167; Bulletin of the American Astronomical Society
2019, Vol. 51, Issue 7, id. 167

Valeev, A. F. et al. (incluye N. Castro-Rodríguez), "LIGO/Virgo S191213g: AT2019wxt 10.4m GTC further spectroscopy",
GRB Coordinates Network, Circular Service, 26591(2019)

Hu, Y.-D. et al. (incluye N. Castro-Rodríguez), "LIGO/Virgo S190425z: 1.5m OSN and 10.4m imaging of the UVOT source field",
GRB Coordinates Network, Circular Service, No. 24324, #1 (2019)

Valeev, A. F. et al. (incluye N. Castro-Rodríguez), "LIGO/Virgo S190426c: DG19ytre and DG19kplb 1.5m OSN imaging and 10.4m GTC spectroscopy"
GRB Coordinates Network, Circular Service, 24317, #1(2019)

Castro-Tirado, A. J. et al. (incluye N. Castro-Rodríguez), "LIGO/Virgo S190425z: ZTF19aarzaod 1.5m OSN imaging and 10.4m GTC spectroscopy",
GRB Coordinates Network, Circular Service, No. 24214, #1 (2019)

López Corredoira M., 2019, "Del hombre-máquina a la máquina-hombre: materialismo, mecanicismo y transhumanismo"
Naturaleza y Libertad. Revista de estudios interdisciplinarios, 12, pp. 179-190

López Corredoira M., 2019, "El triunfo de Lucrecio". Carmelo Caravias Aguilar
Ediciones Alymar, Madrid, 2018", El Catoblepas, 189, 13.

de la Fuente Marcos, C., de la Fuente Marcos, R., Licandro, J., Serra-Ricart, M., Cabrera-Lavers, A. (2019). "Ordinary Oort Cloud Comets: An Update on the Past and Future Orbital Evolution of C/2018 F4 (PANSTARRS)"
Research Notes of the American Astronomical Society, Vol. 3, 143. 2019RNAAS...3..143D

Benetti, S., Lorenzi, V. (9ª) et al. (2019). "Classification of three type Ia SNe using the multispectral VPHG GRIS-U for DOLORES@TNG"
Transient Name Server AstroNote, Vol. 61, 1. 2019TNSAN..61....1B

Benetti, S., Lorenzi, V. (9ª), et al. (2019). "Classification of three type Ia SNe using the multispectral VPHG GRIS-U for DOLORES@TNG"
The Astronomer's Telegram, Vol. 12984, 1. 2019ATel12984....1B

Peter Klagyivik & Hans Deeg "Identification of false positives from PLATO PSF position measures and from ground-based photometry"
PLATO technical document, ref. PLATO-IAC-PSM-TN-0001 19 Sept 2019

ARTÍCULOS EN REVISTAS NACIONALES PN

Ramos Almeida C. "El zoo de los agujeros negros"
Diario El Día

Ramos Almeida C. "Cuando el viento sopla"
Diario El Día

Ramos Almeida C. Entrevista a Cristina Ramos Almeida
Sección Scientia Palmesis del diario digital el diario.es

García Rojas J. "Polvo somos y en polvo nos convertiremos, pero... ¿cómo se origina el polvo en el espacio?"
Diario El Día

Armas Padila M. "El club de las estrellas muertas". Publicación de
Artículos de divulgación en la sección "La Gaveta Astrofísica" del Diario El Día

Armas Padila M. "Desenmascarando estrellas de neutrones"
Artículos de divulgación en la sección "La Gaveta Astrofísica" del Diario El Día

Muñoz Darias T. "Alerta transient"
Artículos de divulgación en la sección "La Gaveta Astrofísica" del Diario El Día

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS L

"XXX Canary Islands Winter School of Astrophysics: Big Data Analysis in Astronomy". Eds. A Monreal, J. Sánchez Almeida, J. H. Knapen, I. González Martínez-Pais, R. Rebolo.
<http://www.iac.es/winterschool/2018/pages/book-ws2018.php>

Sánchez Almeida, J. H. Knapen, I. González Martínez-Pais, R. Rebolo "XXX Canary Islands Winter School of Astrophysics:

Big Data Analysis in Astronomy". Eds. A Monreal. J. <http://www.iac.es/winterschool/2018/pages/book-ws2018.php>

Magli, G.; González-García, A.C.; Antonello, E.; Belmonte, J.A. "Archaeoastronomy in the Roman World" *Springer (2019)*

Belmonte J.A.; González García, A.C.; Rodríguez Antón, A. "Arabia Adquisita. The Romanization of the Nabataean Cultic Calendar: the Tannur "Zodiac" Paradigm" *Archaeoastronomy in the Roman World (2019), 123-144. Springer*

González García, A.C.; Rodríguez Antón, A.; García Quintela, M.; Espinosa, D.; Belmonte, J.A. "Establishing a New Order: Current status on the Orientation of the Roman Towns founded under Augustus" *Archaeoastronomy in the Roman World (2019), 85-102. Springer*

Rodríguez Antón, A.; Órfila, M.; González García, A.C.; Belmonte, J.A. "The varatio and its possible use in the Roman urban planning to obtain astronomical orientations" *Archaeoastronomy in the Roman World (2019), 103-121. Springer*

Belmonte, J.A.; Perera Betancort, M.A.; González-García, A.C. "Calendario, signo y símbolo: tres claves para una aproximación al poblamiento del Archipiélago Canario" *"Un periplo docente e investigador: Estudios en homenaje al profesor Antonio Tejera Gaspar" (2019), 207-232. Universidad de La Laguna*

Shahbaz T. "Polarimetry of Binary Systems: Polars, Magnetic CVs, XRBs" *Astrophysics and Space Science Library 460, Astronomical Polarisation from the Infrared to Gamma Rays, Editors: Mignani, R., Shearer, A., Slowikowska, A., Zane, S. Springer International Publishing*

TESIS DOCTORALES

Holgado Alijo G. "Spectroscopic and physical characterization of the Galactic O-type stars targeted by the IACOB & OWN surveys"
 Director: Dr. Sergio Simón Díaz

Madonna S. "Neutron-capture elements in planetary nebulae as tracers of nucleosynthesis in AGB stars"
 Directores: Dres. Jorge García Rojas y Nicolas C. Sterling (Univ. West Georgia)

Griñón Marín A. B. (02/03/19) "Long-Term Evolution of Solar Active Regions"
 Directores: Dr. Héctor Socas Navarro y Dra. Rebecca Centeno Elliott (Hao, NCAR)

Castro Almazán J. A. (22/04/19) "Precipitable Water Vapour at the Canary Islands Astronomical Observatories"
 Directores: Dra. Casiana Muñoz-Tuñón y Dr. Ángel Alonso Sánchez

Montes Solís M. (08/05/19) "Bayesian analysis of the Solar Corona"
 Director: Dr. Iñigo Arregui Uribe Echevarría

López Fernández-Nespral D. (07/06/19) "Ground-Based Characterization of Transiting Exoplanets"
 Director: Dr. Roi Alonso Sobrino

Simioni M. (22/07/19) "Shedding light on globular cluster formation: age and chemical composition in the multiple stellar population scenario"
 Directores: Prof. Antonio Aparicio Juan, Prof. Giampaolo Piotto (Univ. de Padua) y Dr. Luigi Bedin (Inst. Nacional de Astrofísica, Obs. de Padua)

Bettinelli M. (24/07/19) "El papel de las galaxias satélites en la formación de la Vía Láctea"
 Directores: Dr. Sebastián Hidalgo Rodríguez, Santi Casinni y Giampaolo Piotto (Univ. de Padua)

Cubas Armas M. (25/07/19) "Solar abundances from three dimensional empirical models"
 Director: Dr. Andrés Asensio Ramos

Rodríguez Berlanas S. (26/07/19) "Massive Stars in Cygnus OB2"
 Director: Prof. Artemio Herrero Davó

Del Olmo García A. M. (26/07/19) "Cold-flows in the local Universe"
 Directores: Dr. Jorge Sánchez Almeida y Dra. Casiana Muñoz-Tuñón

Iglesias Marzoa R. (23/07/19) "Fundamental parameters for Low mass stars in eclipsing Binaries. The mas-radius relation"
 Directoras: Dras. M. Jesús Arévalo Morales y Mercedes López Morales (CfA, Harvard)

Martínez Rey N. (30/09/19) "Pioneering the Use of a Plenoptic Adaptive Optics System for Free Space Optical Communications"
 Director: Dr. Luis F. Rodríguez Ramos

Ferragamo A. (11/10/19) "Optical Characterisation of the Planck PSZ1 Galaxy Cluster Catalogue: Building a Reference Sample for Cosmology"
 Directores: Dres. José A. Rubiño Martín y Rafael Barrena Delgado

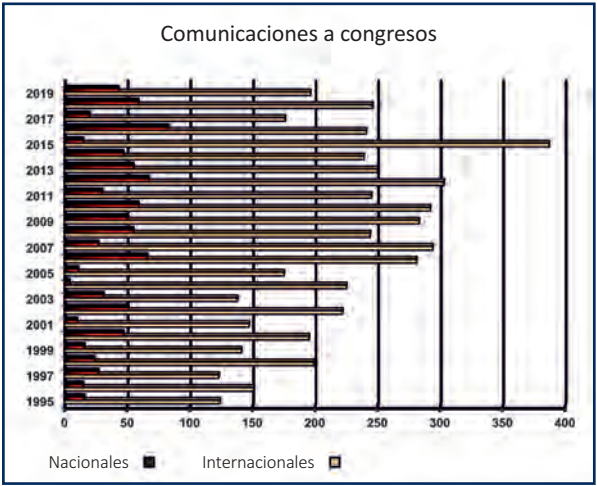
Pelaez Santos A.E. (18/11/19) "Construcción de mapas y estimación de espectros de potencias para el experimento QUIJOTE. Aplicación a los datos del instrumento MFI"
 Director: Dr. José A. Rubiño Martín

Román García J. (10/12/19) "Pushing the surface brightness limits of optical integrated photometry"
 Director: Dr. Ignacio Trujillo Cabrera

Arrabal Haro P. (13/12/19) "Searching for and characterising the high redshift star-forming galaxy population in the early Universe".
 Directora: Dra. Casina Muñoz-Tuñón

TOTALES

531	Artículos en revistas internacionales con árbitro
13	Invited Reviews (Conferencias invitadas) e Invited Talks (Charlas invitadas)
196	Comunicaciones a Congresos Internacionales
43	Comunicaciones a Congresos Nacionales
49	Artículos en revistas internacionales sin árbitro y comunicaciones cortas
7	Artículos en revistas nacionales
7	Libros y capítulos de libros
17	Tesis doctorales



REUNIONES CIENTÍFICAS

“AAS 233rd Meeting”

Seattle, Washington, EEUU. Enero.

“RAS Discussion meeting on Solar Partially Ionised Plasma”

Londres, Reino Unido. Enero.

“International BASP Frontiers Workshop 2019”

Villars-sur-Ollon, Suiza. Febrero.

“The Nature and Physics of Vortex Flows in Solar Plasmas”

Berna, Suiza. Febrero.

“Monsters of the Universe: The Most Extreme Star Factories”

Leiden, Países Bajos. Febrero.

“Manhattan Microlensing 2019”

Nueva York, EEUU. Febrero.

“Baryons in Galaxies and Beyond”

Tehran, Irán. Febrero

“2019 Elizabeth and Frederick White research Conference on Linking galaxies from the Epoch of initial star formation to today Australia-ESO joint conference”

Sydney, Australia. Febrero.

“Present and future science with CARMENES (RIA)”: 1st meeting of the Spanish exoplanet network (Exonet)

Granada. Febrero.

“Einasto’s Profile: Tartu-Tuorla Cosmology Meeting”

Tartu, Estonia. Febrero.

“4th ASI/COSMOS Workshop: Ground-based CMB Experiments”

Milán, Italia. Marzo.

“Kepler&K2 SciConV. Ten Years since Launch”

Glendale, California, EEUU. Marzo.

“II Workshop on Chemical Abundances in Gaseous Nebulae”

Sao Paulo, Brasil. Marzo.

“Flux Emergence Workshop 2019”

Tokio, Japón. Marzo.

“Imaging, Target Selection, Survey Validation Workshop”

Utah, EEUU. Marzo.

“Jornadas: Ciencia y Género”

Valencia. Marzo.

“New Quests in Stellar Astrophysics IV. Astrochemistry, Astrobiology and the Origin of Life”

Puerto Vallarta, México. Marzo-abril.

“MaNGA Collaboration Meeting 2019”

Oxford, Reino Unido. Abril.

“The Accretion Signatures of the Earliest Black Holes in the Universe”

Princeton, Nueva Jersey, EEUU. Abril.

“53rd ESLAB Symposium: The Gaia universo”

Noordwijk, Países Bajos. Abril.

“ICONS Workshop 2019- Investigating Crusts of Neutron Stars”

Amsterdam, Países Bajos. Abril.

“PLATO WEEK #8”

Graz. Austria. Abril.

“Portorož 2019 Precision era in High Energy Physics”

Eslovenia. Abril.

“26th Young Scientists’ Conference on Astronomy and Space Physics”

Kiev, Ucrania. Abril.

“Preparing for 4MOST”

Garching, Alemania. Mayo.

“2nd China-Europe Solar Physics Meeting (CESPM 2019)”,

Hvar, Croacia. Mayo.

“Large-Amplitude Oscillations as a Probe of Quiescent and Erupting Solar Prominences”

Berna, Suiza. Mayo.

“Exploring the Infrared Universe: the Promise of SPICA”

Creta, Grecia. Mayo.

“Multi-Spin Galaxies”

Asiago, Italia. Mayo.

“10th CARMENES Scientific Meeting”

Sevilla. Mayo.

“Synergy Grant: The Whole Sun”

París, Francia. Mayo.

“VI Reunión de Ciencias Planetarias y Exploración del Sistema Solar – CPESS”

Madrid. Mayo.

“SUNDIAL UGent Mid-term Meeting”

3-6 junio, Gante, Bélgica. Junio.

“Observing the Millimeter Universe with the NIKA2 Camera”

Grenoble, Francia. Junio.

“PIPA 2019”

Palma de Mallorca. Junio.

“9th International Symposium on Radiative Transfer, RAD-19”

Atenas, Grecia. Junio.

“Supernova Remnants II: – An Odyssey in Space after Stellar death”

Creta, Grecia. Junio.

“The Main Belt: A Gateway to the Formation and Early Evolution of the Solar System Workshop”

Cerdeña, Italia. Junio.

“EUCLID Meeting 2019”

Helsinki, Finlandia. Junio.

“AO4ELT6- Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes”

Québec, Canadá. Junio.

“9th Coronal Loops Workshop”

St. Andrews, Escocia. Junio.

“Multifrequency Behavior of High Energy Cosmic Sources”

Frascati, Italia. Junio.

“OSIRIS-REx Science Team Meeting 15”

Tucson, Arizona, EEUU. Junio.

“MAGIC General Meeting 2019”

Yerevan, Armenia. Junio.

“SDSS-IV/V Collaboration Meeting 2019”

Ensenada, México. Junio.

“EWASS 2019”

Lyon, Francia. Junio.

“España en SKA (Square Kilometre Array)”

Granada. Junio.

“IV Jornadas de Investigadores en Formación: Fomentando la Interdisciplinariedad – II Congreso Nacional (JIFFI)”

Granada. Junio.

“IAUS354: Solar and Stellar Magnetic Fields: Origins and Manifestations”

Copiapo, Chile. Junio-julio.

“From winds to jets: The role of outflows in compact binaries”

Amsterdam, Países Bajos. Julio.

“IAUS355: The Realm of the Low-Surface-Brightness Universe”

La Laguna, Tenerife. Julio.

“Applied Inverse Problems conference”

Saint-Martin-d’Hères, Francia. Julio.

“Tracing Cosmic Evolution with Clusters of Galaxies”

Sesto, Italia. Julio.

“DESI Collaboration Meeting”

San Francisco, California, EEUU. Julio.

“V Meeting of AGN research in Spain”

Cantabria. Julio.

“Tensions between the Early and the Late Universe”

Santa Barbara, California, EEUU. Julio.

“TASC5/KASC12 workshop”

Cambridge, Massachusetts, EEUU. Julio.

“XXXVII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física”

Zaragoza. Julio.

“Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC”

La Laguna, Tenerife. Julio.

“Small galaxies, cosmic questions”

Durham, Reino Unido. Julio-agosto.

“Galaxy Evolution in a New Era of HI Surveys”

Munich, Alemania. Julio-agosto.

“Quasars in Crisis”

Edimburgo, Escocia. Agosto.

“Extreme Solar Systems IV”

Reykjavik, Islandia. Agosto.

“9th Solar Polarization Workshop (SPW)”

Göttingen, Alemania. Agosto.

“PLATO ESP 2019 workshop: Single, Shallow, and Strange Transits”

Warwick, Oxford, Reino Unido. Septiembre.

“View on the interstellar medium in galaxies in the ALMA era”

Bolonia, Italia. Septiembre.

- “Variable Galactic Gamma-Ray Sources”,
Barcelona. Septiembre.
- “25th Annual Meeting of the European Association of
Archaeologists: Beyond Paradigms”
Berna, Suiza. Septiembre.
- “VII Meeting on Fundamental Cosmology”
Madrid. Septiembre.
- “Extremely Big Eyes on the Early Universe”
9-13 septiembre, Roma, Italia. Septiembre.
- “A Synoptic View of the Magellanic Clouds- VMC, Gaia
and Beyond”
Munich, Alemania. Septiembre.
- “International Conference on Parallel Computing
ParCo2019”
Praga, Chequia. Septiembre.
- “AIDA International Workshop”
Roma, Italia. Septiembre.
- “EPSC-DPS Joint Meeting 2019”
Ginebra, Suiza. Septiembre.
- “CWDB 2019: Compact White Dwarf Binaries. From SN
Ia to Gravitational Wave Sources”
Yerevan, Armenia. Septiembre.
- “KICC 10 Anniversary Symposium: Cosmology: the end
of the beginning. Future prospects in cosmology, large
scale structure and galaxy formation”
Cambridge, Reino Unido. Septiembre.
- “RES User Conference”
Zaragoza. Septiembre.
- “Towards the European Coordination of the CMB Pro-
gramme”
París, Francia. Septiembre.
- “16th Potsdam Thinkshop”
Potsdam, Alemania. Septiembre.
- “IBERGRID 2019: Delivering Innovative Computing and
Data Services to Researchers”
Santiago de Compostela. Septiembre.
- “Dynamics of the Sun and Stars: Honoring the life and
work of Michael J. Thompson”
París, Francia. Septiembre.
- “PLATO Input Catalogue Workshop”
Padua, Italia. Septiembre.
- “European Microwave Week (EuMW) 2019”
París, Francia. Septiembre.
- “VII Reunión Española de Física Solar y Heliosférica
(REFSH): “Física Solar: Ampliando los Horizontes”
Valencia. Septiembre.
- “Sixth Workshop on Robotic Autonomous Observato-
ries”
Málaga. Septiembre-octubre.
- “IAUS 356: Nuclear Activity in Galaxies across Cosmic
Time”
Addis Ababa, Etiopía. Octubre.
- “The PLATO Week #9 will be held in Marseille, France”
Marsella, Francia. Octubre.
- “Planet2 / RESCEU Symposium 2019: From Protoplane-
tary Disks through Planetary System Architecture to Pla-
netary Atmospheres and Habitability”
Bankoku Shinryokan, Japón. Octubre.
- “XII workshop “Estallidos” - “Starbursts in galaxies” From
PhD students to international partners”
Almería. Octubre.
- “The RR Lyrae and Cepheid Conference 2019: Frontiers
of Classical Pulsators- Theory and Observations”
Cloudcroft, Nuevo México, EEUU. Octubre.
- “The Future of X-ray Timing”
Amsterdam, Países Bajos. Octubre.
- “Present and future of optical and infrared astronomy:
Synergies between China and Spain”
Pekín, China. Octubre.
- “XVI Latin American Workshop on Nonlinear Pheno-
mena (LAWNP 2019)”
La Paz, Bolivia. Octubre.
- “Voyage 2050 Workshop. Shaping the European Space
Agency’s Space Science Plan for 2035-2050”
Madrid. Octubre.
- “IRIS-10”
Bangalore, India. Noviembre.
- “Asteroid Science in the Age of Hayabusa2 and OSIRIS-
REx Workshop”
Tucson, Arizona, EEUU. Noviembre.
- “Meeting on Future Instruments for the Telescopes at
the Observatorios de Canarias”
La Laguna, Tenerife. Noviembre.
- “Lithium in the Universe: To Be or not to Be?”
Roma, Italia. Noviembre.
- “The Art of Measuring Galaxy Physical Properties”
Milán, Italia. Noviembre.

“11th CARMENES Scientific Meeting”
Weimar, Alemania. Noviembre.

“Euclid 8 Symposium”
Orsay, Francia. Noviembre.

“Primer Encuentro Español de Cúmulos de Galaxias”
Madrid. Noviembre.

“25ª Convención de Astronomía”
Sabadell. Noviembre.

“The Universe in 56 Colours Science with the First J-PAS Data”
Teruel. Diciembre.

“Machine Learning Tools for Research in Astronomy”
Ringberg, Alemania. Diciembre.

“30th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics”
Portsmouth, New Hampshire, EEUU. Diciembre.

“Workshop on Stokes Inversions under non-LTE Conditions”
Estocolmo, Suecia. Diciembre.

“B-mode from Space”
Munich, Alemania. Diciembre.

“150 yrs of the periodic table: Chemical elements in the Universe: origin and evolution”
Bangalore, India. Diciembre.

“WorkPlaNs II: Workshop for Planetary Nebula observations”
Leiden, Países Bajos. Diciembre.

“III Congreso Pro – Am”
Huesca. Diciembre.

CONGRESO “IMPULSANDO LA ASTROFÍSICA EN ESPAÑA: 50 AÑOS DE TESIS DOCTORALES”

En 1964, el astrofísico Francisco Sánchez, director fundador del IAC, utilizó el fotopolarímetro de la Universidad de Burdeos, instalado en el Observatorio del Teide, para realizar mediciones de la Luz Zodiacal. Analizó la dispersión de la luz solar en partículas de polvo dentro del Sistema Solar y, en 1969, publicó “Contribución al conocimiento del medio interplanetario por fotometría y polarimetría de la Luz Zodiacal”, que se convirtió en la **primera tesis** realizada en España con datos tomados desde Canarias.

Se cumple, por tanto, medio siglo de la lectura de esa primera tesis doctoral de Astrofísica en el entorno del IAC. Desde entonces, se han defendido alrededor de 350 tesis doctorales en la ULL-IAC, siendo este dato uno de los mejores testimonios de la consolidación de la Astrofísica española, así como del IAC y los Observatorios de Canarias (el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, y el Observatorio del Teide, en Tenerife) como lugares de referencia mundial.

Para conmemorar esta efeméride, el Instituto de Astrofísica de Canaria (IAC) organizó, junto con la Universidad de La Laguna (ULL), el congreso “Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC”, que tuvo en La Laguna (Tenerife), del 17 al 19 de julio. El objetivo del evento fue reunir a esos doctorados para conmemorar y revisar, con carácter general, los resultados de esas tesis, situándolos y analizándolos en su contexto, así como el impacto de sus carreras científicas.



Cartel anunciador del encuentro. Logo 50 años de tesis. Crédito: IAC/ULL.

El acto formal de inauguración con autoridades y organizadores, tuvo lugar en el Teatro Leal de La Laguna. En el acto participaron además y entre otros, Ignacio González, coordinador de Enseñanza Superior y director del Departamento de Astrofísica de la ULL, Rubens Ascanio, primer teniente de alcalde y concejal de Bienestar Social del Ayuntamiento de La Laguna y Rosa María Aguilar, rectora de la Universidad de La Laguna.

Más que un encuentro científico es un “reencuentro”, expresó Ignacio González, quien en su intervención en el acto inaugural como organizador del congreso insistió en dar énfasis al “carácter social del evento” y subrayar que el IAC, como cualquier centro de investigación, “es lo que son sus tesis”.

A continuación, Rubens Ascanio felicitó al IAC por estos 50 años de investigación y divulgación científica y reiteró su apoyo y voluntad a un centro de investigación de referencia, “que tenemos la suerte —dijo— de que esté en nuestro municipio”.

Rosa María Aguilar, destacó en su intervención “la fructífera relación” entre La Universidad y el IAC. “Estamos orgullosos —señaló— de contar con un centro de referencia mundial a nuestro lado, con el que com-

partimos sinergias y con el que tratamos de hacer una ciencia global desde lo local. Es pues evidente la simbiosis que se produce en nuestro Departamento de Astrofísica, la sección de Física y Matemáticas, y el propio Instituto, ya que mucho de nuestro personal trabaja diariamente en él, con lo que compartimos recursos, colegas de investigación y muchos retos científicos”. Y añadió: “Aquí la Física y la Astrofísica tienen un nombre propio...”

Este encuentro de investigadores vinculados al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y a sus Observatorios se abrió con una conferencia de Francisco Sánchez, director fundador del IAC y primer catedrático de Astrofísica en España. La conferencia arrancó con unos versos inspirados en el conocido poema de Antonio Machado “Caminante no hay camino, se hace camino al andar”. Contó cómo nació y se consolidó esta especialidad científica en nuestro país, una historia recogida en su libro “Soñando estrellas”. En definitiva, su charla, como su libro, aborda el porqué y el cómo se hicieron las cosas, cómo nacieron los sueños iniciales y cómo se forjó el IAC, “una aventura permanente que refleja el gran esfuerzo realizado durante la Transición, también en ciencia y tecnología, por lograr la incorporación de



Francisco Sánchez inaugura el congreso “Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC” con una conferencia titulada “SOÑANDO ESTRELLAS. Así nació y se consolidó la Astrofísica en España”. Crédito: Inés Bonet (IAC)



Rafael Rebolo durante su charla en la inauguración del congreso “Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC”, en el Teatro Leal de La Laguna. Crédito: Inés Bonet (IAC).

este país a la modernidad. La historia que muchos, juntos, hicimos al caminar”.

Rafael Rebolo, director del IAC, dio una charla sobre el presente y el futuro del Instituto de Astrofísica de Canarias, recordando que *“el IAC es, en primer lugar, su gente, más de 400 personas, un equipo que comprende personal investigador, técnico, administrativo y doctorandos”*. Destacó las líneas de investigación en las que se trabaja en el IAC en las que los doctorados en la ULL-IAC han desarrollado su actividad científica. Rebolo concluyó diciendo que *“...seguimos trabajando para conseguir un supertelescopio de clase 30-40 m o mayor, y continuar impulsando la astronomía óptica e infrarroja en Canarias y en España por otros 50 años”*.

Charlas

La veintena de charlas, que tuvieron lugar en la Facultad de Física de la ULL fueron invitadas y cubrieron los principales campos en los que se ha desarrollado la actividad científica de los doctorados en la ULL-IAC. Los conferenciantes estuvieron vinculados al IAC y a sus Observatorios y la gran mayoría defendió su tesis en la Universidad de La Laguna (ULL). Hoy, muchos de estos antiguos doctorandos son investigadores del centro. Otros pertenecen a otros centros de astrofísica y universidades españolas de prestigio. Algunos han llegado a dirigir institutos u observatorios por el mundo. Incluso también se trabaja en el desarrollo de la astronomía en África.

- José Manuel Vilchez, investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) y perteneciente, como él mismo señaló, “a la primera hornada de astrofísicos re-

sidentes del IAC”. En esos momentos, la Astrofísica que se hacía era básicamente fotometría infrarroja con un telescopio del Observatorio del Teide cedido por los astrónomos británicos. Años después, este astrofísico propuso en su tesis el primer modelo de evolución química de la galaxia M33. Vilchez ha sido director del IAA y, actualmente, desarrolla su investigación estudiando las galaxias de propiedades extremas que nos recuerdan los primeros momentos de la evolución del Universo.

- Teo Muñoz Darías, astrofísico del IAC, habló en su charla del pasado, presente y futuro de la investigación sobre sistemas binarios con agujeros negros, en los que se dan fenómenos extremos. En concreto, Teo Muñoz estudia los vientos que tienen lugar en esas erupciones y que parecen ser comunes a todos los agujeros negros de masa estelar.

- Eduardo Martín Guerrero de Escalante, actualmente investigador del Centro de Astrobiología, del CSIC-INTA, habló de la diversidad de los mundos habitables y su probabilidad de que estén habitados. Recordó los 25 años de tesis doctorales sobre objetos subestelares (enanas marrones y planetas). Precisamente, él y otros dos compañeros investigadores del IAC-María Rosa Zapatero y Rafael Rebolo- descubrieron en 1995 las primeras enanas marrones, objetos subestelares de los que hay decenas de miles de millones en nuestra galaxia.

- Ramón García López, investigador del IAC y de la ULL, contó cómo a partir de su interés en la evolución química de nuestra galaxia y de estudiar la abundancia de elementos ligeros se ha terminado dedicando al estudio del más explosivo Universo y al campo de las astropartículas. Vinculado a los proyectos AMS para la Estación Espacial Internacional y a los telescopios MAGIC, sabe que ahora el futuro pasa por la red de telescopios Cherenkov CTA y que en torno a este campo se generarán nuevas tesis y proyectos.

- Juan Antonio Belmonte, investigador del IAC, ha confirmado que los antiguos egipcios dejaron escrito que orientaban sus templos, siguiendo patrones astronómicos y lo ha contado en su charla “En tierra desconocida: cosmologías del pasado a través de la arqueoastronomía”. El interés por esta especialidad, aunque él se iniciara en física estelar, se remonta al trabajo que con compañeros del IAC hizo de las Pirámides de Guímar. Hoy estudia las conexiones arqueoastronómicas en distintas islas de Canarias y en la Península, además de Egipto y Jordania, su mayor interés actualmente.

- Pere Lluís Pallé, físico solar del IAC, comenzó su charla recordando una pregunta formulada en 1926 por el físico Sir Arthur Eddington: *“¿Qué aparato puede*

perforar las capas externas de una estrella y probar las condiciones internas? Planteada de otra manera, ¿cómo podemos conocer el interior de las estrellas? La respuesta está en la heliosismología y en la astrosismología, que en el IAC han generado 25 tesis “vibrantes”. “Fuimos pioneros en esta historia”, dijo Pallé orgulloso.

- Minia Manteiga, catedrática de la Universidad de A Coruña, formó parte de la cuarta generación de astrofísicos residentes del IAC y empezó estudiando un problema de evolución estelar. Sin embargo, como subrayó en su charla, la forma de hacer astronomía ha cambiado mucho con el tiempo porque hemos entrado en la era de los Big Data y de la Inteligencia Artificial. Quizá, por eso, esta astrofísica trabaja hoy en grandes bases de datos como la de la misión espacial Gaia, de la Agencia Espacial Europea (ESA).

- Teodoro Roca, catedrático de Astrofísica de la ULL e investigador del IAC, presentó una charla en clave de humor titulada “Y van 333...”, en referencia al número de tesis doctorales que conmemora este congreso. Tuvo unos minutos para recordar a los doctores en Astrofísica que desgraciadamente ya no están entre nosotros. También mencionó a John Beckman, doctor honoris causa por la ULL, y a Mercedes Prieto Muñoz, la primera mujer doctora en Astrofísica por esta universidad. Hoy, el promedio de mujeres doctoradas se sitúa entre el 30-40% del total.

- Luis Fernando Rodríguez, ingeniero del IAC y doctor en Astrofísica, habló de las tesis que se han hecho en instrumentación, defendiendo que este tipo de trabajos académicos tienen gran valor pues pueden dar lugar al diseño y construcción de instrumentos novedosos y beneficiosos para la Astrofísica. Actualmente, dirige un programa estable de formación de doctores en tecnología asociada con esta ciencia. “La aspiración —señaló— es a tener una tesis de instrumentación al año”.

- Mirjana Povic, investigadora del Centro Etíope de Ciencias Espaciales y Tecnología (ESSTI), doctora vinculada al IAA y que en su momento se doctoró en el IAC, impresionó a los compañeros presentando el esfuerzo enorme que se está haciendo en el desarrollo de la astronomía y ciencias del espacio en África. En concreto se refirió al caso de Etiopía y a los proyectos en los que trabaja desde 2015.

- Cristina Ramos, investiga la actividad nuclear en galaxias y los fenómenos de oscurecimiento, encendido y retroalimentación en ellas. Destacó la importancia que han adquirido los núcleos activos (AGN), alimentados por agujeros negros centrales. Señaló que este campo se ha revalorizado con el tiempo produciendo nuevas tesis en el IAC en las que los grandes telescopios como el GTC han tenido y tienen un papel clave.

- Antonio Eff Darwich ilustra con su magnífico ejemplo que la docencia y la divulgación son interesantes salidas profesionales para un astrofísico. Aunque él empezó en el mundo de la Astrofísica, concretamente en la heliosismología y después se orientó hacia la geología, actualmente trabaja en el Departamento de Didácticas Específicas en la Facultad de Educación de la ULL. Presentó una estadística en la que, tras 50 años de tesis en el IAC, el 84% de los que fueron doctorandos sigue dedicándose a la investigación/universidad (en EEUU y Reino Unido es sólo del 7%), el 5% se dedica a la enseñanza secundaria, el 3% al sector público (controladores aéreos, telemedicina...), el 6% al sector privado y el 2% a la divulgación.

- Ignacio Trujillo, investigador del IAC, explicó que, tras el debate que enfrentaba los modelos de poblaciones estelares con las simulaciones cosmológicas en relación con el origen y formación de las galaxias más masivas del Universo, fue cogiendo forma la idea de que, en un universo jerárquico, algunas galaxias deben escapar a la evolución. Y empezaron la búsqueda de esas galaxias.

- Aníbal García, investigador del IAC, hizo un recorrido por algunos de los hitos científicos del IAC relacionados con la formación de elementos químicos y nanoestructuras moleculares complejas en estrellas viejas.

- Valentín Martínez Pillet, director del National Solar Observatory (NSO) de EEUU, recordó la historia del grupo de Espectropolarimetría Solar en el IAC y, en especial, los proyectos en los que él estuvo más involucrado. Entre ellos, la misión Solar Orbiter, que este físico lideró hasta 2013 y que se lanzará en 2020; la misión Sunrise, cuyo primer globo se lanzó en 2009 y que ofreció datos sobre los campos magnéticos y polarización solar aún no superados; y el diseño de los polarímetros TIP y LPSP para los telescopios solares del Observatorio del Teide. En el NSO, dirige el equipo científico del gran Telescopio Solar Daniel K Inouye (DKIST), de 4 m.

- Andrés Asensio Ramos, investigador del IAC, “físico solar de segunda generación en el IAC”, como él se definió comparando la evolución del grupo con la de los automóviles. Habló de las nuevas técnicas para medir el campo magnético en el Sol y del trabajo en polarimetría que él está desarrollando: códigos que ayudarán a analizar el cuantioso volumen de información que producirán, por ejemplo, los nuevos grandes telescopios solares DKIST y EST, que pueden ser aplicados a otros campos de la Astrofísica.

- José Alberto Rubiño, cosmólogo del IAC, se refirió a cómo hemos establecido el modelo cosmológico estándar, una historia que remite al descubrimiento de la



Asistentes al congreso “Impulsando la Astrofísica en España: 50 años de tesis doctorales en el IAC”. Crédito: Inés Bonet Márquez (IAC).

radiación de fondo cósmico de microondas en 1965, En estos estudios, el Observatorio del Teide ha tenido un papel muy relevante, con experimentos como COSMO-SOMAS, íntegramente desarrollado en el IAC, o el Experimento de Tenerife, que fue el primer experimento en tierra que confirmó los datos obtenidos por COBE en 1992. Rubiño destacó la misión Planck, donde el IAC contribuyó con la electrónica de control y lideró uno de los 7 grupos de ciencia, y el Experimento QUIJOTE con el que podrían detectarse ondas gravitacionales procedentes del Big Bang.

- Julia de León, investigadora del IAC, es experta en las propiedades físicas y composición de los llamados “Pequeños Cuerpos del Sistema Solar”, entre ellos asteroides, objetos transneptunianos, centauros y cometas, aunque comenzó trabajando en el registro de “basura espacial”. En su intervención recordó a los científicos del IAC que, en mayor o menor medida, realizaron trabajos en este campo antes de las primeras tesis específicas. La de esta astrofísica fue sobre la caracterización mineralógica de asteroides cercanos a la Tierra.

- Arturo Manchado, investigador del IAC y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), se ha especializado en las últimas etapas de la evolución estelar. Empezó recordando cómo con los datos de un contador de fotones (IPCS) realizó su tesis doctoral sobre nebulosas planetarias.

- Rosa González Delgado, investigadora del IAA, hizo la última intervención. Habló de “Galaxias: Estructura y evolución de las poblaciones estelares”. Comentó diversos aspectos de su tesis sobre la relación entre formación estelar y la actividad en galaxias. Actualmente trabaja en el Proyecto CALIFA que ha obtenido el mayor conjunto de datos sobre las propiedades espacialmente resueltas de galaxias hasta la fecha, de modo que a partir de galaxias cercanas podemos inferir cómo ha sido la formación estelar en la historia del Universo.

Ignacio González, organizador del congreso, clausuró el acto invitando a decir unas palabras al astrofísico veterano del IAC John Beckman y al director del IAC, Rafael Rebolo, quienes se mostraron muy satisfechos con el desarrollo de este “entrañable” encuentro.

REUNIÓN DEL PROYECTO GOYA EN LA LAGUNA

La sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), en La Laguna, acogió en febrero a un grupo internacional de científicos con dos objetivos principales. El primero fue mantener una reunión para preparar las primeras observaciones en tiempo garantizado del proyecto GOYA (Galaxy Origins and Young Assembly), que se llevarán a cabo utilizando el espectrógrafo multiobjeto infrarrojo EMIR, instalado en el Gran Telescopio



Asistentes a la reunión GOYA EMIR celebrada en la sede del IAC en La Laguna. Crédito: IAC.

Canarias (GTC), del Observatorio del Roque de los Muchachos. EMIR fue construido por un consorcio liderado por el IAC, que incluye la Universidad Complutense de Madrid (UCM), las universidades de Toulouse y Marsella (Francia) y Florida (EEUU). El segundo objetivo fue realizar un taller para aprender y probar, antes de ofrecer a la comunidad científica, el paquete de reducción de los datos de EMIR, en sus modos multi-objeto e imagen, creado en la UCM.

El muestreo GOYA aprovecha la capacidad multi-objeto de EMIR para optimizar el uso del GTC. Con unas observaciones únicas, obtendrá datos para abordar diferentes cuestiones claves sobre la evolución de las galaxias, tales como la historia de la formación estelar, el ensamblaje de masas, las poblaciones estelares y la identificación/caracterización de fuentes de reionización cósmica.

DÍA DE NUESTRA CIENCIA

El IAC celebró como en años anteriores “El Día de nuestra ciencia”. Como en otras ediciones, el director del IAC, Rafael Rebolo, inauguró el encuentro presentando un balance del año 2018 y repasando los proyectos presentes y futuros en los que el IAC participa. Destacó el crecimiento que, en los últimos años, se ha producido en el número de contribuciones científicas. El

año pasado se publicaron 612 artículos en revistas de referencia, en las que el 30% tuvieron como primer autor a personal investigador del centro. También, el IAC participó en la organización de 14 reuniones científicas en las que asistieron más de 800 personas. Además, subrayó la alta productividad de los Observatorios de Canarias que en la actualidad cuentan con más de 30 instalaciones telescópicas en funcionamiento rutinario en las que participan más de 60 instituciones académicas.

Señaló también la importante contribución del IAC en proyectos tecnológicos internacionales como: la red de Telescopios Cherenkov (CTA), actualmente en fase de prueba de su primer prototipo, el LST-1, y en fase de construcción de los otros tres LST; el Telescopio Solar Europeo (EST), en fase de diseño detallado y que cuenta con una Oficina de proyecto con más de 10 ingenieros dedicados; el espectrógrafo WEAVE del Telescopio WHT, que empezará sus pruebas en el último trimestre del año; el Nuevo Telescopio Robótico (NRT), en cuyo diseño participa el IAC conjuntamente con la Univ. John Moores de Liverpool; o el experimento GroundBIRD, que ha comenzado su instalación en el Observatorio del Teide.

Tras el discurso inaugural, se sucedieron las diferentes charlas previstas en las que una representación del personal de investigación, de ingeniería y de divulgación del IAC presentó algunos de los trabajos más relevantes que se están desarrollando en el centro.



Participantes y asistentes en el DNC 2019. Crédito: Iván Jiménez (IAC)

Investigación

Se destacaron algunos hitos, entre ellos: la caracterización atmosférica de exoplanetas mediante espectroscopía de alta resolución, una técnica que aún se está perfeccionando y que, con la nueva generación de telescopios extremadamente grandes, podría llegar a caracterizar planetas tipo Tierra; las observaciones en el espectro visible del asteroide Ryugu realizadas con el satélite espacial Hayabusa2 de la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA); o el descubrimiento de una estructura con forma de cacahuete en la barra interna de la galaxia NGC 1291 que revela nuevos datos sobre la evolución de las galaxias y sobre cómo se alimentan los agujeros negros supermasivos que habitan en su centro.

Ingeniería

Se presentaron algunas de las nuevas instalaciones y servicios disponibles para el desarrollo tecnológico, como el Laboratorio de Imagen y Sensores para Astronomía (LISA). También se mostró la participación del IAC en grandes proyectos internacionales como PLATO, la misión de la ESA y HARMONI, el instrumento de primera luz del Telescopio E-ELT. Además, se dieron a conocer algunos trabajos de investigación en ingeniería, entre ellos, los experimentos de Óptica Adaptativa para mejorar las comunicaciones láser con satélites.

Divulgación

En materia de divulgación, se mostró el proyecto “CosmoLAB: el Sistema Solar como laboratorio en el aula” dedicado a formación de profesorado en Astro-

nomía y que acaba de cumplir un año. La intervención fue valorada como una de las charlas más creativas de esta edición. También se presentaron algunas de las iniciativas que se están realizando para visibilizar la labor de las mujeres que trabajan en Astrofísica y para ofrecer a las niñas modelos inspiradores que fomenten sus vocaciones científicas y tecnológicas. El colectivo de astrofísicas, ingenieras y divulgadoras que está participando voluntariamente en estas acciones recibió el premio especial de la Comisión de Seminarios por su labor.

Para concluir el evento, Javier Licandro, coordinador de Investigación del IAC, destacó el buen ambiente científico y de cooperación que existe en las diferentes áreas de investigación y departamentos del IAC, así como el acceso privilegiado que el personal tiene a unas instalaciones telescópicas e informáticas de vanguardia. También subrayó la importancia del programa de doctorado del IAC, que cuenta con cerca de 70 estudiantes, y del área de ingeniería. Por último, agradeció las intervenciones del personal del IAC y el trabajo de la Comisión de Seminarios por la organización del evento.

CONGRESO DE LA IAU “THE REALM OF THE LOW SURFACE BRIGHTNESS UNIVERSE (EL REINO DEL UNIVERSO DE BAJO BRILLO SUPERFICIAL)

Inaugurado en la Universidad de La Laguna el congreso transversal de la Unión Astronómica Internacional (IAU) sobre la luz difusa del cielo “The Realm of the Low Surface Brightness Universe (El reino del Universo

de bajo brillo superficial)”, organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias, evento que se celebra en el contexto del centenario de la IAU, el mayor foro de astronomía del mundo. El encuentro reunió a un centenar de astrónomos de distintos campos y procedentes de una veintena de países.

Tras unas palabras previas del astrofísico Johan Knapen, uno de los organizadores del congreso, Casiana Muñoz Tuñón, subdirectora del IAC, dio la bienvenida a los asistentes en nombre del IAC destacando tanto el hecho de que este encuentro se celebre en la Universidad de La Laguna (ULL) como la importancia de los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, precisamente protegidos de la contaminación lumínica por la Ley del Cielo. Esta es una de las razones —añadió— de que ese celebre en Canarias este congreso, pues “estamos trabajando para tener los cielos más oscuros posibles”. Por su parte, Ernesto Pereda de Pablo, vicerrector de Investigación, Transferencia y Campus Santa Cruz y Sur de la Universidad de La Laguna, subrayó la estrecha relación existente entre el IAC y la ULL y que era un honor para la Universidad tener en sus instalaciones a una centena de científicos de tan distintos países.

La astrónoma Sakurako Okamoto, del Obs. Astronómico Nacional de Japón y miembro del comité organizador científico del encuentro, explicó que hacía mucho

tiempo que no se celebraba una reunión de este tipo, más de diez años, y se ha aprovechado la oportunidad para reunir a un grupo de astrónomos que estudian un rango muy diferente de cuestiones, desde el Sistema Solar y la luz zodiacal, hasta las propiedades del Universo a gran escala, como los filamentos. Se trata de un congreso muy especial, que, como todos los de la IAU, buscan la mayor participación de investigadores de todo el mundo, incluyendo países en desarrollo de Sudamérica, Asia, Oceanía... Y la idea es estudiar los fenómenos del Universo que emiten muy poca luz, tan poca que son hasta 10.000 veces más débiles que el brillo propio del cielo en las noches más oscuras que se aprecian desde los Observatorios. Una información muy complicada de obtener, por lo que deben discutirse todas las técnicas y los nuevos desarrollos de estos últimos diez años.

A continuación del acto de inauguración intervino David Valls-Gabaud, del Obs. de París (Francia) y uno de los organizadores del congreso. Este investigador dio una visión general sobre el cielo de bajo brillo superficial y sobre la dificultad de organizar un congreso transversal como éste, en el que precisamente se intenta que confluyan unidades muy distintas: grupos que trabajan en los granos de polvo, en estrellas, en galaxias o en Cosmología. “En Astronomía —explica— no estamos acostumbrados a tratar estos temas porque



Imagen de la apertura del IAU Symposium 355 en el Aulario de Campus Guajara, de la Universidad de La Laguna. En la mesa, de izquierda a derecha: Johan Knapen, Casiana Muñoz Tuñón y Ernesto Pereda de Pablo. Crédito: Alejandra Rueda Moral (IAC)



Asistentes al Symposium 355 en el Aulario de Campus Guajara. Crédito: Alejandra Rueda Moral (IAC).

hemos estado obsesionados durante siglos por las fuentes puntuales, por ejemplo, estrellas, o hemos querido detectar galaxias muy lejanas. Y por eso, hemos desarrollado instrumentos cada vez más grandes, telescopios de grandes diámetros. Pero esto nos ha sesgado —advierte— con respecto a objetos muy grandes en el cielo. Hay galaxias satélites de nuestra Vía Láctea que son cinco veces más grandes que el tamaño de la Luna en el cielo muy difíciles de detectar. Si estas galaxias estuvieran aún más lejos, sería imposible detectarlas. De ahí que haya un nicho en el espacio de parámetros observables que está totalmente virgen y que no se ha explorado todavía. Y curiosamente esta nueva perspectiva nos permite explorar desde la luz zodiacal, los granos interplanetarios en nuestro sistema solar, que están alrededor del Sol, de la Tierra y demás, hasta la radiación cosmológica de fondo en el óptico”.

Astrónomos profesionales y aficionados, unidos por la misma causa

“Los astrónomos no profesionales —apoya David Valls-Gabaud— juegan un papel fundamental. Por eso, hay que abolir la barrera que parece existir entre astrónomos profesionales y aficionados y hacer más programas Pro-Am [PROfesionales-AMateurs] en investigación astronómica.”

Aleix Roig es uno de los impulsores del Parc Astronòmic de les Muntanyes de Prades (PAP) y el astrónomo aficionado que ha tomado imágenes de la galaxia M101 durante seis meses, para verificar la capacidad de los telescopios no profesionales a la hora de realizar Ciencia de frontera. Esta colaboración nace a través del podcast de divulgación científica Coffee Break: Señal y Ruido, que difundió la propuesta que el investigador del IAC Ignacio Trujillo hizo durante una charla en la Agrupación Astronómica de Gran Canaria en enero.

La colaboración entre astrónomos profesionales no es nada habitual. “En cierto sentido, por la cantidad de trabajo que requiere”, explica Raul Infante-Sáinz. “Los astrónomos aficionados suelen realizar observaciones más simples..., lo que después también supone un trabajo en la reducción y en el análisis de los datos, que en este caso hacemos en el IAC”.

Pero trabajar con astrónomos amateurs aporta muchas ventajas. “En este caso —indica Ignacio Trujillo, investigador del IAC y otro de los organizadores del congreso—, la ventaja que tiene el uso de telescopios pequeños es que pueden observar un gran campo. Los telescopios profesionales observan áreas del cielo muy pequeñas. Si quisieses estudiar galaxias cercanas con el Telescopio GTC, casi tardarías más tiempo que con un telescopio pequeño que cubriese todo el campo de un único golpe”.



De izquierda a derecha: Aleix Roig, Ignacio Trujillo y Raúl Infante-Sáinz. Credit: Alejandra Rueda Moral (IAC).



II CONGRESO

“HADRONIC CONTRIBUTIONS TO NEW PHYSICS SEARCHES” (HC2NP2019)

HC2NP2019, el segundo congreso “Hadronic Contributions to New Physics Searches”, organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) en el Puerto de la Cruz, reunió durante una semana un elenco internacional de científicos destacado, en física de partículas, nuclear y atómica, para discutir los últimos avances relacionados con nuestra comprensión de las leyes que rigen el mundo subatómico. a expertos internacionales en física de partículas, nuclear y atómica.

HC2NP2019 comenzó con la charla inaugural de Casiana Muñoz-Tuñón, subdirectora del IAC, quien habló de la Ciencia en el IAC.

En el congreso se discutieron los últimos avances en la teorización y experimentación relacionada con tests del Modelo Estándar y búsquedas de Física Nueva.

El foco se pondrá en temas específicos candentes relacionados con varias cuestiones. En primer lugar, con la estructura del protón y la detección directa de materia oscura, neutrinos y axiones. En segundo lugar, con anomalías experimentales en la llamada Física de sabor, detectadas en el LHC, que podrían anticipar el descubrimiento de la Física Nueva. Y en tercer lugar, con el momento magnético anómalo del muón cuya magnitud se observa y predice con una precisión de una parte en un billón y en la que la predicción del Modelo Estándar está en desacuerdo con el valor experimental actual con un grado de certidumbre superior al 99%.

FORO ESTRATÉGICO EUROPEO SOBRE INFRAESTRUCTURAS DE INVESTIGACIÓN (ESFRI)

ESFRI es un foro de reflexión sobre la política europea en materia de infraestructuras científicas que reúne a representantes de los Estados miembros de la UE, de los Estados asociados y de la Comisión Europea. Desde su creación en 2002 a instancias del Consejo Europeo, ESFRI ha sido testigo de importantes avances hacia la unidad y el impacto internacional en el campo de las infraestructuras de investigación. Tras la Hoja de Ruta de 2018, ESFRI trabaja en la actualización de la misma para 2021.



Participantes en HC2NP2019. Crédito: Félix de La Rosa



Participantes del Foro ESFRI en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). Crédito: Iván Jiménez (IAC)

Entre el 6 y el 8 de noviembre, el Foro Estratégico Europeo sobre Infraestructuras de Investigación (ESFRI) congregó en el hotel H10 Taburiente Playa de Los Cancajos (La Palma) a cerca de 120 representantes de la ciencia europea con el objetivo de debatir en torno al futuro de las infraestructuras de investigación en el ámbito europeo y sobre el papel que debe jugar el propio foro como promotor de políticas de investigación e innovación en Europa que puedan ayudar a resolver los nuevos retos sociales, económicos y medioambientales durante los próximos años.

Durante tres días, cerca de 120 personas participaron en un taller de intercambio de experiencias de ESFRI. Además de reflexionar sobre las políticas e iniciativas europeas en este ámbito, los participantes han podido conocer de cerca el Observatorio del Roque de los Muchachos y dos de los proyectos, con destacada participación del Instituto de Astrofísica de Canarias, que forman parte de la Hoja de Ruta de ESFRI: la Red CTA y el futuro Telescopio Solar Europeo (EST).

El encuentro recibió la bienvenida de Mariano Hernández Zapata, presidente del Cabildo de La Palma, quien destacó el privilegio que supone para la Isla un evento de este tipo, especialmente, *“en un momento en el que la comunidad científica internacional vuelve a poner en el foco nuestra pequeña isla como posible ubicación para la que será una de las más importantes*

infraestructuras de investigación astrofísica del planeta, el Telescopio de Treinta Metros o TMT”. Y añadió: *“Personas como ustedes entienden que la ciencia y la innovación científica a través de sus infraestructuras debe ser un patrimonio común de todos los pueblos, por el bien de la Humanidad”*. Como conclusión, el representante insular aseguró que la sociedad e instituciones palmeras *“apuestan por la Ciencia, conscientes de que las infraestructuras ligadas al desarrollo de la investigación son vitales para caminar hacia un futuro más comprometido con el conocimiento humano”*.

Rafael Rebolo, director del IAC, también participó en la sesión de apertura con una breve introducción sobre el Instituto, los Observatorios y la investigación que se desarrolla haciendo especial hincapié en la cooperación internacional y en los futuros proyectos, entre ellos, la red CTA y el telescopio EST. Rebolo también mencionó al TMT como *“un proyecto muy importante para la Astronomía; será el mayor telescopio del mundo en el hemisferio norte”*. El astrofísico señaló que no existe una instalación equivalente en Europa y pidió la ayuda de ESFRI para impulsar la participación europea en este proyecto: *“Es una instalación abierta a la participación global, por lo que la contribución europea será bienvenida”*.

La sesión de apertura también contó con la presencia de Adam Tyson, Jefe de la Unidad de Investigación



Rafael Rebolo, director del IAC, y Mariano Hernández Zapata, presidente del Cabildo de La Palma, en la sesión de bienvenida de la reunión ESFRI celebrada en Los Cancajos (La Palma). Crédito: Iván Jiménez (IAC)

e Infraestructuras Industriales de la Comisión Europea. Al igual que Rebolo, Tyson también destacó la importancia de la cooperación internacional y de ampliar las posibilidades de asociación entre países de fuera de Europa: *“Es algo que debemos explotar; las infraestructuras de investigación deben conocer cómo se pueden hacer conexiones y cómo podemos usar estas nuevas asociaciones para fortalecer nuestras capacidades”*. Y añadió: *“Como ESFRI tenemos la posibilidad de contri-*

buir a esto; debemos estar seguros de que las infraestructuras de investigación puedan dar apoyo y dirección a la Ciencia e impactar en los retos globales a los que nos enfrentamos”.

La delegación española en este foro ha estado representada por Inmaculada Figueroa, Vicepresidenta de ESFRI y subdirectora general adjunta de Internacionalización de la Ciencia y la Innovación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. La delegada ha señalado que *“la elección de La Palma como sede de este evento obedece al compromiso de la Isla, Canarias y España de apoyar a estas grandes infraestructuras, siendo especialmente relevantes en su caso las del área de Astronomía ubicadas en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)”* y ha destacado lo importancia estratégica de que dos infraestructuras de investigación impulsadas por el IAC, como son la Red CTA y el EST, formen parte de la Hoja de Ruta de ESFRI.

Durante el evento, los asistentes al foro visitaron también las instalaciones del ORM donde pudieron conocer de cerca el telescopio GTC y el LST-1, el primero de los cuatro telescopios de gran tamaño de la red CTA.

REUNIÓN DE CLASP-2

Los experimentos espaciales CLASP y CLASP-2 fueron motivados por investigaciones teóricas realizadas



Participantes del Foro ESFRI visitando el telescopio Cherenkov LST-1. Crédito: Iván Jiménez (IAC)



Participantes de la reunión CLASP-2 celebrada en la sede del IAC en La Laguna. Crédito: Iván Jiménez (IAC)

por físicos del grupo POLMAG del IAC. Este grupo es el que ha organizado la reunión científica del equipo internacional CLASP-2, formado por unos 25 investigadores de EEUU, Japón y Europa.

Científicos de EEUU, Japón y Europa se reunieron para debatir sobre los resultados del experimento CLASP-2. en la sede central del IAC en La Laguna, donde tuvieron lugar reuniones con conferencias y discusiones científicas sobre los resultados obtenidos por tales experimentos espaciales, que están abriendo una nueva ventana para la investigación del magnetismo en física solar y estelar.

CLASP-2 (Chromospheric LAYer Spectro-Polarimeter 2) es un proyecto internacional liderado por el Marshall Space Flight Center de la NASA (EEUU), el National Astronomical Obs. de Japón, el IAC y el Inst. d'Astrophysique Spatiale (IAS, Francia). Otras instituciones que participan en el proyecto son el Astronomical Inst. de la Academia de Ciencias de la República Checa, el Inst. Ricerche Solari Locarno (Suiza), el Lockheed Martin Solar & Astrophysics Lab. (EEUU), la Univ. de Esto-

colmo (Suecia) y el Rosseland Center for Solar Physics (Noruega).

En 2008 un equipo internacional de físicos solares comenzó un novedoso proyecto de experimentos espaciales. Utilizando telescopios e instrumentos a bordo de cohetes suborbitales de la NASA, se realizaron observaciones sin precedentes de la polarización en líneas atómicas de la luz ultravioleta emitida por el Sol. Tales observaciones espectro-polarimétricas son necesarias para obtener información sobre el campo magnético del plasma en la enigmática región de transición entre la cromosfera y la corona de la atmósfera solar, una capa de solo unas decenas de kilómetros en que la temperatura se dispara al pasar de unos diez mil grados a los más del millón de grados de la corona. La corona es esa región externa de la atmósfera solar extremadamente tenue, extensa y visible a simple vista solo durante eclipses totales de Sol.

El experimento CLASP (Chromospheric Lyman-Alpha Spectro-Polarimeter) se realizó en septiembre de 2015. El equipo logró la primera medición de la polari-

zación lineal producida en la línea Lyman- α del hidrógeno de la radiación ultravioleta emitida por el Sol, abriendo una ventana para la investigación del campo magnético y la estructura tridimensional del plasma en la base de la corona solar. Tras ese éxito el equipo propuso y desarrolló el CLASP-2 para medir la polarización lineal y circular de la radiación ultravioleta más intensa producida por los átomos del magnesio ionizado de la cromosfera solar.

En abril de 2019, CLASP-2 se lanzó con éxito desde la base de la NASA (Nuevo México; EEUU). Así se observó por primera vez la variación con la longitud de onda de la polarización de la luz en la importante región del espectro ultravioleta del Sol alrededor de 2800 Angstroms. *“Las señales de polarización medidas por CLASP y CLASP-2 en varias líneas del espectro ultravioleta del Sol nos están proporcionando una información sin precedentes sobre el campo magnético en regiones activas y en calma de la cromosfera solar”*, asegura Javier Trujillo Bueno, profesor de investigación del CSIC en el IAC y uno de los cuatro investigadores principales de CLASP y CLASP-2.

CONGRESO “FUTUROS INSTRUMENTOS PARA TELESCOPIOS EN LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS”

Del 11 al 13 de noviembre, se celebró en Tenerife el congreso “Futuros instrumentos para Telescopios en los Observatorios de Canarias”, organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). En la reunión se destacó el momento excepcional en el que se encuentran las instalaciones astrofísicas presentes en las Islas y el importante papel que tendrán en los próximos años los actuales telescopios de pequeño y mediano tamaño gracias a los desarrollos instrumentales previstos.

Durante tres días, cerca de 80 expertos en instrumentación astrofísica se reunieron en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife con el objetivo de debatir sobre los instrumentos que se están desarrollando para algunas de las instalaciones de los Observatorios de Canarias.

Se presentaron 22 ponencias en las que los principales responsables de los telescopios y de los proyectos

Cartel del congreso "Futuros Instrumentos para Telescopios en los Observatorios de Canarias". El cartel tiene un fondo de cielo nocturno con estrellas. En la parte superior, hay logos de "EXCELENCIA SEVERO OCHOA" y "COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL CCI". El título principal es "OBSERVATORIOS DE CANARIAS" y "FUTURE INSTRUMENTS" en grandes letras blancas. Debajo del título, se indica "NOVEMBER 11-13, 2019. LA LAGUNA, TENERIFE, SPAIN". En la parte inferior, hay una silueta blanca de los observatorios de Canarias con un fondo de colores vibrantes (azul, verde, amarillo, rojo) que parecen ser pintadas. Hay un código QR y la URL "www.iac.es/congreso/OCCinstruments2019".

Cartel del congreso “Futuros Instrumentos para Telescopios en los Observatorios de Canarias” celebrado en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife. Crédito: Iván Jiménez (IAC)

de instrumentación han tratado temas como los próximos objetivos científicos de los Observatorios, la instrumentación disponible en los diferentes telescopios, las ventajas respecto a otros observatorios y las sinergias entre las instalaciones actuales y las nuevas.

El director del IAC Rafael Rebolo, quien presidió el acto de bienvenida del congreso, ha destacado la necesidad de celebrar este tipo de reuniones de forma periódica para establecer una colaboración más fluida entre instituciones: *“Todos los asistentes compartimos intereses comunes por lo que espero que este congreso nos ayude a conocer mejor nuestros planes futuros y también a cooperar para tener mejores instrumentos”*.

En la reunión también se ha destacó que los Observatorios de Canarias están en un momento excepcional, aportando desde sus instalaciones datos que permiten hacer ciencia de frontera en Astrofísica. Según Alfonso L. Aguerri, coordinador del Área de Instrumentación del IAC y organizador del congreso, *“en la era de los telescopios gigantes, gracias a la continua actualización tecnológica y al desarrollo de nuevos instrumentos, los actuales telescopios de pequeño y mediano tamaño exis-*

tentes siguen siendo fundamentales para abordar los desafíos actuales del campo”.

El futuro se presenta aún más prometedor con la nueva generación de telescopios que serán instalados en los próximos años en los Observatorios, con los que se podrá cubrir prácticamente todo el espectro electromagnético y todas las áreas de la Astrofísica, desde el estudio del Sol hasta los fenómenos más energéticos y lejanos del Universo. Además, se ha señalado la necesidad de seguir buscando sinergias entre los diferentes proyectos e instituciones y de organizar grupos de trabajo y nuevas reuniones.

Durante el congreso, se presentaron los planes de desarrollo tecnológico para los próximos años de algunas de las instalaciones, presentes y futuras, del Observatorio del Teide y del Observatorio del Roque de los Muchachos, entre ellas los telescopios nocturnos de mediano-gran tamaño (GTC, WHT, INT, TNG y NOT), los telescopios solares (THEMIS, SST, GREGOR y EST), los telescopios robóticos (LT, GOTO, STELLA y NRT), los telescopios dedicados a la Astronomía de altas energías (CTA, ASTRI y EMMA) y a la detección del Fondo Cósmico de Microondas (QUIJOTE, GroundBird o TMS).

TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS

NOMBRE	FECHA	OBSERVATORIO	INSTALACIÓN
JORGE CASARES VELÁZQUEZ	07-15/05	ESO, Cerro Tololo (Chile)	Telescopio Blanco 4 m
JORDI CEPA NOGUÉ	05-15/08	Obs. IRAM (Granada)	Telescopio 30 m
RICARDO GÉNOVA SANTOS	16-18/03 12-16/11	Obs. Astronómico de Cagliari, Sardinia, Cerdeña (Italia)	Sardinia Radiotelescopio
SHUOWEN JIN	27/09-10/10	Obs. de Sydney (Australia)	Telescopio Australian Compact Array
DAVID JONES	21/06-03/07	Obs. La Silla (Chile)	Telescopio VLT
ENRIC PALLÉ BAGO	30/05-06/06	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
MICHAEL PEEL	03-11/12	Obs. Astronómico de Cagliari, Sardinia, Cerdeña (Italia)	Sardinia Radiotelescopio
TANAUSU DEL PINO ALEMÁN	26/03-04/04	Obs. Solar Nacional, Nuevo México (EEUU)	Telescopio CLSP-2
ALEJANDRO SUÁREZ MASCAREÑO	12-23/10	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT



Telescopios VLT, de ESO, en Chile. Crédito: ESO/José Francisco Salgado



NOMBRAMIENTOS Y DISTINCIONES

Casiana Muñoz-Tuñón, nueva subdirectora del IAC

El Consejo Rector del IAC designó por unanimidad a la Dra. Casiana Muñoz-Tuñón como subdirectora de este centro de investigación. Desde su llegada al IAC en 1984, ha combinado el estudio de las galaxias y la formación estelar con el de la caracterización de la atmósfera para la observación astronómica.

La nueva subdirectora del IAC posee más de treinta años de experiencia profesional y dirige un grupo de Investigación sobre la Formación Estelar en Galaxias en el que participan a varios Institutos en España. Fue promotora, junto con colegas en Granada, del equipo de la colaboración Estallidos, financiado por el Ministerio desde sus comienzos, ya hace más de 15 años, y que se compone de cerca de 50 personas.

Además, desde que lo pusiese en marcha en los años 90, lidera el Grupo de Caracterización de los Observatorios de Canarias. Dentro de esta faceta, ha diseñado instrumentos, potenciado y desarrollado técnicas nuevas y estableciendo acuerdos con grupos análogos de observatorios e instituciones de otros países. Ha liderado también proyectos internacionales de caracterización y comparación de observatorios y participa frecuentemente en comités internacionales sobre este



Casiana Muñoz-Tuñón. Crédito: Samuel Sánchez/EL PAÍS.

tema. Fruto de estas dos áreas de trabajo —el estudio de las galaxias y su evolución y la caracterización de la atmósfera de los Observatorios—, ha publicado alrededor de 150 artículos en revistas científicas, organizado numerosos congresos internacionales y participado en otros muchos, frecuentemente como miembro del Comité Científico o con charlas de referencia.

Casiana Muñoz-Tuñón, que releva en el cargo al Dr. Carlos Martínez Roger, primer subdirector del IAC desde su creación, asume ahora las funciones de apoyo a la Dirección del centro, asesoramiento en sus políticas estructurales y coordinación e impulso de las diversas actividades del IAC que son de su competencia, además de seguir siendo miembro del Comité de Dirección, que presidirá cuando el director no pueda estar presente.

Antonia María Varela, nueva directora de la Fundación Starlight

La Fundación Starlight, en la que participa el IAC, nombró como nueva directora a la Dra. Antonia María Varela Pérez, experta en galaxias y en la calidad del cielo. Sustituye en el cargo a Luis Martínez Sáez, si bien anteriormente fue asesora, auditora y profesora de esta Fundación, cuya principal misión es trabajar en defensa de unos cielos oscuros para beneficio de la sociedad y de la ciencia.

Doctora en Astrofísica e investigadora del IAC, es parte de la plantilla de este centro con un puesto de Ingeniera Senior. Desarrolló su tesis doctoral en el campo de Astrofísica Extragaláctica (Bulbos de Galaxias) en el IAC, que completó en parte en el Instituto de Astrofísica de París. Es miembro del Grupo de Calidad de Cielo del IAC para la Caracterización de los Observatorios de Canarias y del Grupo de Estallidos de Formación Estelar. Algunos trabajos destacados han sido la selección de sitio para grandes telescopios (GTC, E-ELT, CTA, EST y TMT). También ejerce como profesora de Astronomía desde hace dos décadas de la Universidad para Adultos y Mayores de la Universidad de La Laguna.

Esta astrofísica también fue distinguida en 2019 por el Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife en un acto institucional conmemorativo del Día Internacional de la Mujer que, en esta ocasión, puso de manifiesto el



Antonia Varela Pérez.

protagonismo y la huella de las mujeres en el campo de la Ciencia, de la Divulgación y de la Formación Superior. Junto con ella, también fueron distinguidas Marisa Tejedor Salguero, Carolina Martínez Pulido y Teresa Giráldez Fernández.

Héctor Socas, nuevo director del Museo de la Ciencia y el Cosmos

Museos de Tenerife, a propuesta del IAC, nombró como nuevo director del Museo de la Ciencia y el Cosmos al Dr. Héctor Socas Navarro, en sustitución del Dr. Antonio Mampaso Recio. Doctorado por la Universidad de La Laguna en 1999, Socas ha trabajado en el Centro



Héctor Socas Navarro.



Galardonadas en acto institucional conmemorativo del Día Internacional de la Mujer. Crédito: Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife

Nacional de Investigación Atmosférica de EEUU y ha participado en el desarrollo del futuro telescopio solar de 4 m de diámetro Daniel K. Inouye Solar Telescope (DKIST), que actualmente se construye en Hawái. Desde hace más de diez años trabaja en el IAC dentro del área de Física Solar, donde, entre otras cosas, ha sido el responsable científico del proyecto del European Solar Telescope (EST) y desde 2015 es el director del podcast de divulgación científica “Coffee Break: Señal y Ruido”.

Daniel Nóbrega, premio de la SEA a la mejor Tesis 2018

Daniel Nóbrega Siverio obtuvo el premio a la mejor tesis doctoral en Astronomía y Astrofísica del último año concedido por la Sociedad Española de Astronomía (SEA). Con el título “Fenómenos eruptivos en la atmósfera solar: modelos radiativo-magnetohidrodinámicos y desarrollo de código numérico”, y defendida en julio 2018 en la Universidad de La Laguna (ULL), fue dirigida por Fernando Moreno Insertis, catedrático de la ULL e investigador senior del IAC, con la codirección de Juan Martínez Sykora, del LMSAL (Lockheed Martin Solar and Astrophysics Laboratory), de California. Actualmente, Nóbrega Siverio es investigador postdoctoral en el Rosseland Centre for Solar Physics de la Universidad de Oslo (Noruega).

En su tesis investiga una categoría de fenómenos eruptivos solares utilizando técnicas teórico-numéricas de modelado de procesos físicos del plasma solar, así como la síntesis espectral de la radiación emitida por dichas erupciones, con comparación directa con observaciones. Además, desarrolla un nuevo módulo



Daniel Nóbrega.

para el código Bifrost que permitirá estudiar de forma eficiente los efectos de la ionización parcial en la electrodinámica.

Synergy Grant del ERC para el Proyecto “Estudio integral del Sol” (The Whole Sun)

El Consejo Europeo de Investigación (ERC, de sus siglas en inglés) ha seleccionado al proyecto Estudio integral del Sol (The Whole Sun), propuesto por cinco instituciones europeas, una de ellas el IAC, para concederle una de sus prestigiosas Synergy Grants. El investigador del IAC y catedrático de la ULL, Fernando Moreno Insertis, es el investigador principal del equipo del IAC que ha participado en la propuesta.

Dentro de los programas de apoyo que el Consejo Europeo de la Investigación tiene para llevar a cabo iniciativas científicas con impacto internacional, las ERC Synergy Grants son las convocatorias con mayor dotación económica. Se trata de proyectos de investigación en cualquier campo científico propuestos por consorcios formados por instituciones europeas en los que hay que demostrar que la sinergia conseguida me-



Fernando Moreno Insertis. Crédito: Berta de la Vega.

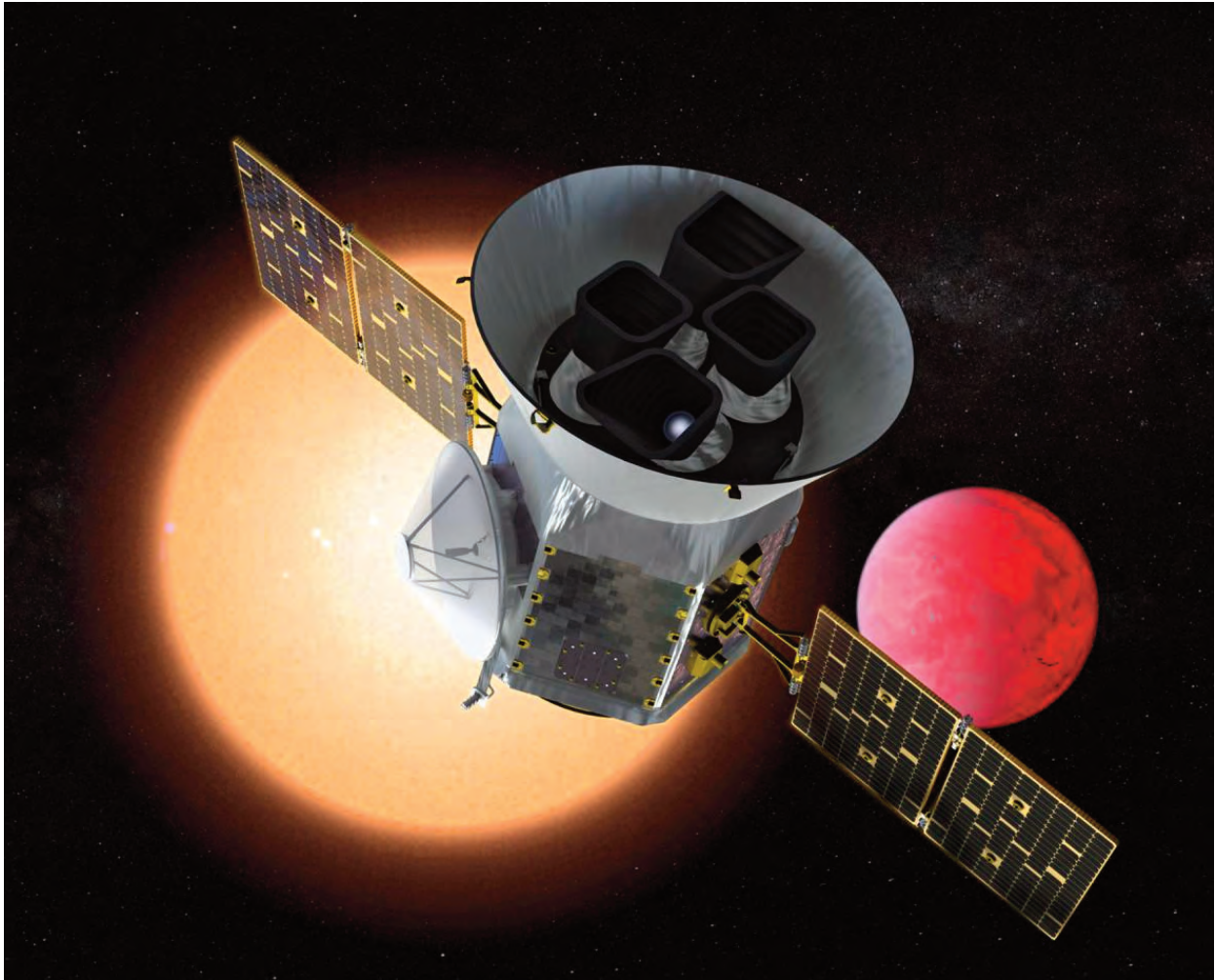
dante la coordinación de esfuerzos entre ellas va a permitir un considerable avance, imposible de conseguir individualmente.

El objetivo del Proyecto “The whole Sun” es enlazar entre sí los modelos teórico-computacionales del interior, la baja atmósfera y la corona del Sol para lograr un salto cualitativo en la comprensión de la estructura y funcionamiento físico de nuestra estrella.

El Proyecto “The Whole Sun” se llevará a cabo entre 2019 y 2025. El IAC es partner institution en este proyecto cuyo centro IP coordinador es el Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) de Saclay (Francia), y cuyas otras instituciones beneficiarias son el Rosseland Centre for Solar Physics (Univ. de Oslo, Noruega), la Univ. de St. Andrews (Escocia) y el Max Planck Institute of Solar System Research de Göttingen (Alemania).

El IAC, reelegido para el Laboratorio Científico de la red computacional Azure de Microsoft

La investigación de exoplanetas es una de las áreas que más rápidamente se han desarrollado dentro de la Astrofísica moderna. En tan solo 25 años, se han des-



El Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) de la NASA. Crédito: NASA

cubierto más de 4.000 nuevos mundos, que han visto la luz gracias al fenómeno conocido como tránsito de exoplanetas. Este tema fue el protagonista de la séptima edición del foro Global Azure Bootcamp (GAB) que se celebró el 27 de abril. El Proyecto de Exoplanetas presentado, liderado por los investigadores del IAC Sebastián Hidalgo, Enric Pallé y Diego Hidalgo, se centrará en el descubrimiento de nuevos exoplanetas por el satélite TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) de la NASA.

Premio Tecnología Siglo XXI para el LST-1

El Telescopio LST-1, primer prototipo de los cuatro telescopios de gran tamaño que formarán parte de la red de Telescopios Cherenkov (CTA), fue galardonado en la segunda edición de los Premios Nacionales de

Tecnología Siglo XXI que organiza El Suplemento en la categoría de "Hito tecnológico". Recogieron el premio Masahiro Teshima, del ICRR de Tokio y del Instituto Max Planck de Física, como director del telescopio, junto con Manel Martínez, del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE), y Ramón García López, del IAC, en un acto celebrado en Madrid en febrero.



PERSONAL

DIRECCIÓN	
Director	
Rafael Rebolo López (AD)	
Secretaría	
M. Nieves Villoslada Dionis (CL) Robert Campbell Warden (CL)	
IAC TECNOLOGÍA (IACTEC)	
Responsable técnico	
Pablo G. Redondo Caicoya (CLT)	
Responsable legal y económico	
* Antonio Maudes Gutiérrez (PO)	
Secretaría	
Demelsa Ramos Gil (CLT)	
Mantenimiento general	
Ignacio del Rosario Pérez (CL)	
CAPACITACIÓN	
Ingenieros/as	
<i>Microsatélites</i>	<i>Tecnología Médica</i>
Ignacio Bustamante Bengoechea (CLT)	Natalia Arteaga Marrero (CLT)
Carlos Colodro Conde (CLT)	Sara González Pérez (CLT)
Pablo González de Chaves Fernández (CLT)	José Carlos Ruiz Luque (CLT)
Alba Eva Peláez Santos (CLT)	Enrique Villa Benito (CLT)
José Carlos Sanluis Leal (CLT)	
Ignacio Sidrach-Cardona Martínez (CLT)	
Samuel Sordo Ibáñez (CLT)	
Alfonso Ynigo Rivera (CLT)	
CTA	
Gestor	
Javier Herrera Llorente (CLT)	
Secretaría	
M. Cristina Castro González (CLT)	Víctor López Molina (CLT)
Ingenieros	
Francisco J. Aragunde Gutiérrez (CLT)	Alberto Franco Órdovas (CLT)



EST	
Secretaría	
M. Luz Sánchez Rodríguez (CLT)	
Ingenieros/as	
María Yanira Carballo Martín (CLT)	David Jiménez Mejías (CLT)
Juan Cozar Castellano (CLT)	Miquel Àngel Núñez Cagigal (CLT)
Irene M. Ferro Rodríguez (CLT)	Alejandro Mahy Solar Trujillo (CLT)
Sebastián Hidalgo Rodríguez (CLT)	Nauzet Vega Reyes (CLT)
ROBÓTICO	
Ingenieros	
Juan José Fernández Valdivia (CLT)	Miguel Àngel Torres Gil (CLT)
Asier Sebastián Oria Carreras (CLT)	
Nuevos desarrollos en Grandes Telescopios	
Juan Manuel Usón Finkenzeller (CLT)	
UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA	
Jefa	
Carmen del Puerto Varela (CL)	
Secretaría	
Ana M. Quevedo González (CL)	
Gestora	
Laura Calero Hernández (CL)	
Gestión Administrativa	
M. Pilar Rivero López (CLT)	
Web	
Concepción Anguita Fontecha (CL)	
Astrofísicos/as divulgadores	
Sandra Benítez Herrera (CLT)	Alfred Rosenberg González (CL)
Nayra Rodríguez Eugenio (CLT)	
Diseño gráfico y audiovisual	
Inés Bonet Márquez (CL)	
Periodistas	
Iván Jiménez Montalvo (CLT) Carlos Martínez Aguado (CLT)	

SUBDIRECCIÓN	
Subdirectora	
* Casiana Muñoz-Tuñón (PO)	
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)	
Administrador	
Juan Carlos Pérez Arencibia (CL)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Aytami Y. Peñate Rodríguez (CL)	
Gestión Administrativa	
Tania Barrena Rodríguez (CLT)	Nieves Gloria Pérez Pérez (CL)
Ana Luisa Lozano Pérez (CL)	
Mantenimiento	
Carlos David Álvarez García (CLT)	Jesús M. Mendoza González (CL)
Joaquín Arce Costa (CL)	Alfredo Pérez Concepción (CL)
Jorge Gmelch Ramos (CL)	Roberto José Pérez López (CLT)
Conductor	
José Adeldo Hernández Sánchez (CL)	
OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)	
Administrador	
Miquel Serra Ricart (CL)	
Gestión Administrativa	
F. Javier Cosme Morán (CL)	
Mantenimiento	
Jonay Alemán González (CLT)	Rafael A. Ramos Medina (CL)
M. Angel Ginovés Bethencourt (CL)	Carlos Quintana González de Chaves (CLT)
OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS	
Jefe	
Alejandro Oscoz Abad (CL)	
Astrónomos de Soporte	
Rosa Clavero Jiménez (CLT)	Olga M. Zamora Sánchez (CLT)
Matteo Monelli (CLT)	
Observador	
Antonio Pimiento de la Rosa (CL)	
Operadores	
Joshua Barrios Pérez (CLT)	Eduardo Mantero Castañeda (CLT)
María Victoria Bollo Tesoro (CLT)	Fernando Tinaut Ruano (CLT)
Fateh Abdulfateh Chaudhry Bahmni (CLT)	Miguel Rodríguez Alarcón (CLT)
Román Alexis Gómez Agueda (CLT)	Manuel Sánchez Benavente (CLT)



CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS	
Julio A. Castro Almazán (CLT) Antonia M. Varela Pérez (CL)	
MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL	
Jefe	
Emilio J. Cadavid Delgado (CL)	
Técnicos	
Pedro A. Ayala Esteban (CL)	José Julio González Nóbrega (CL)
Jesús E. García Velázquez (CL)	Hugo Lamosa Garrido (CLT)
OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)	
Jefe	
Francisco Javier Díaz Castro (CL)	
Técnico	
J. Federico de la Paz Gómez (CL)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS (SI)	
Responsable Científico	
* Carlos Allende Prieto (PO)	
Gerente	
Carlos A. Martín Galán (CL)	
Jefe de Departamento	
Antonio J. Díaz Chinaa (CL)	
Secretaría	
M. Adela Rivas Fortuna (CL)	
GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIÓN (GSC)	
Ingenieros	
Ubay Dorta Guerra (CL)	Francisco Orta Soler (CL)
Jorge Goya Pérez (CL)	Diego M. Sierra González (CL)
Justo Luna López (CL)	
GRUPO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO (GAD)	
Ingenieros/as	
Susana Delgado Marante (CL)	Maximiliano Hernández Gil (CLT)
Ricardo Díaz Campos (CL)	Carlos Westendorp Plaza (CL)
María Elena Díaz Rodríguez (CLT)	Estrella Zatón Martín (CL)
Técnico	
José Manuel Ramos Aguilar (CL)	



GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP + CAU)	
Encargados	
Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CL)	Francisco J. López Molina (CL)
Técnicos/as	
Irene Corona Hernández (CL)	Víctor Plasencia Darías (CL)
Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CL)	Isabel M. Plasencia García (CL)

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	
Coordinador	
* Javier Licandro Golderacena (PO)	
Gerente	
Irene Fernández Fuarrós (CL)	
Secretaría	
Judith de Araoz Vigil (CL) Eva Patricia Bejarano Padrón (CL) Josefina del Carmen Padilla Hernández (CLT)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Jefe	
Nicola Caon (CL)	
Soporte	
Jorge Andrés Pérez Prieto (CLT)	
SERVICIO MULTIMEDIA (SMM)	
Gabriel A. Pérez Díaz (CL)	
SERVICIO DE CORRECCIÓN LINGÜÍSTICA (SCL)	
Terence John C. Mahoney (CL)	
PERSONAL INVESTIGADOR	
Astrofísicos/as	
* José Antonio Acosta Pulido (V)	* Ramón J. García López (ULL)
* Roi Alonso Sobrino (PO)	* Begoña García Lorenzo (PO)
* M. Jesús Arévalo Morales (ULL)	* Francisco Garzón López (ULL)
* Carlos Arregui Uribe-Echevarria (PO)	Ricardo Tanausú Génova Santos (CL)
* Andrés Asensio Ramos (PO)	* Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (PO)
John E. Beckman (V)	* Artemio Herrero Davó (ULL)
* Juan A. Belmonte Avilés (PO)	* Garik Israelian (PO)
* Juan E. Betancort Rijo (ULL)	* Antonio Jiménez Mancebo (PO)
* Jorge Casares Velázquez (PO)	* Olena Khomenko (PO)
* Jordi Cepa Nogué (ULL)	* Johan Knapen (PO)
* Manuel Collados Vera (ULL)	* Carlos Lázaro Hernando (ULL)
* Hans Deeg (PO)	Daniel Lennon (V)
* César Esteban López (ULL)	* Nicolas Cedric Lodieu (PO)
* Jesús Falcón Barroso (PO)	* Martín L. López Corredoira (PO)
* Ignacio Alfonso Ferreras Páez ((PO)	* Antonio Mampaso Recio (PO)
* M. Carmen Gallart Gallart (PO)	* Arturo Manchado Torres (CSIC)
* Ignacio García de la Rosa (PO)	* Eduardo Martín Guerrero de Escalante (CSIC)
* Aníbal García Hernández (PO)	* Valentín Martínez Pillet (PO)



* Evencio Mediavilla Gradolph (ULL)	* José Alberto Rubiño Martín (PO)
* Fernando Moreno Insertis (ULL)	* Basilio Ruiz Cobo (ULL)
* Enric Pallé Bagó (PO)	* Jorge F. Sánchez Almeida (PO)
* Pere Lluís Pallé Manzano (PO)	* Víctor Sánchez Bejar (PO)
* Ismael Pérez Fournon (ULL)	Francisco Sánchez Martínez (V)
* Fernando Pérez Hernández (ULL)	* Tariq Shahbaz (PO)
* Almudena Prieto Escudero (PO)	Sergio Simón Díaz (CL)
Mercedes Prieto Muñoz (V)	* Héctor Socas Navarro (PO)
* Teodoro Roca Cortés (ULL)	* Javier Trujillo Bueno (CSIC)
* José Miguel Rodríguez Espinosa (PO)	* Ignacio Trujillo Cabrera (PO)
* Pablo Rodríguez Gil (ULL)	* Alejandro Vazdekis Vazdekis (PO)
Becarios/as y contratados/as	
Mohammad Akhiagui (CLT)	Hao Li (CLT)
Montserrat Armas Padilla (CLT)	Alicia López Oramas (CLT)
Roberto Baena Galle (CLT)	Manuel Luna Bennasar (CLT)
Andrés Balaguera Antolinez (CLT)	Jorge Martín Camalich (CLT)
Rafael D. Barrera Delgado (CLT)	David Martínez Gómez (CLT)
Guiuseppina Battaglia (CLT)	M. Jesús Martínez González (CLT)
Andrew M. Beasley (CLT)	Yeisson Martínez Osorio (CLT)
Josefa Becerra González (ULL)	Thomas Masseron (CLT)
Alexandre Bouquin (CLT)	Savita Mathur (CLT)
Nikola Britavskiy (CLT)	Jairo Méndez Abreu (CLT)
Chris Brook (ULL)	Mikhail Modestov (CLT)
Edgar Samuel Carlín Ramírez (CLT)	Alireza Molaeinezhad (CLT)
Nicolas Michael Crouzet (CLT)	Ana Monreal Íbero (CLT)
Virginia Anahi Cuneo (CLT)	Teodoro Muñoz Darías (CLT)
Claudio Dalla Vecchia (CLT)	Felipe Andrés Murgas Alcaíno (CLT)
Helmut Dannerbauer (CLT)	Lisa Ellen Nortmann (CLT)
Julia de León Cruz (CLT)	Grzegorz Nowak (CLT)
Ángel Manuel de Vicente Garrido (CLT)	Michael Peel (CLT)
Tanausú del Pino Alemán (CLT)	Manuel Ángel Pérez Torres (CLT)
Arianna Di Cintio (CLT)	Frederic Poidevin (CLT)
Simón Díaz García (CLT)	Marcel Popescu (CLT)
Carlos Domínguez-Tagle Paredes (CLT)	Cristina Ramos Almeida (CLT)
Sara Esteban Pozuelo (CLT)	Tomás Ruiz Lara (CLT)
Tobías Felipe García (CLT)	Laura Sánchez Manguiano (CLT)
Tobias Karl R. Fritz (CLT)	Rafael Alexander B. Shirley (CLT)
Jorge García Rojas (CLT)	Alina Streblyanska (CLT)
Jonay González Hernández (CLT)	Alejandro Suárez Mascareño (CLT)
Supriya Hebbur Dayananda (CLT)	Andrii Sukhorokov (CLT)
Marc Huertas-Portocarrero Company (CLT)	Francisco Ricardo Surot Madrid (CLT)
Peter Hunana (CLT)	Eri Tatsumi (CLT)
Susana Iglesias Groth (CLT)	Diego Tuccillo (CLT)
Shuowen Jin (CLT)	Mónica L. Vázquez Acosta (CLT)
David Jones (CLT)	Nikolas Vitas (CLT)
Andras Kovacs (CLT)	Langian Zhang (CLT)



Afiliados	
Antonio Aparicio Juan (V)	David García Álvarez (V)
Marc Ballcels Comas (V)	Stefan Geier (V)
Paul Beck (V)	Gabriel Gómez Velarde (V)
Walter Boschín (V)	Marie Karjalainen (V)
Antonio Luis Cabrera Lavers (V)	Raine Karjalainen (V)
Nieves Dolores Castro Rodríguez (V)	Gianluca Lombardi (V)
Eduardo Héctor Colombo (V)	Vania Lorenzi (V)
Romano Corradi (V)	Norio Narita (V)
Lucio Crivellari (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)	Alejandro García Gil (V)
Antonio Eff-Darwich Peña (V)	

ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR

Coordinador	
* Ignacio González Martínez-Pais (ULL)	
Gerente	
Irene Fernández Fuarros (CL)	
Secretaría	
M. Lourdes González Pérez (CL)	
PERSONAL EN FORMACIÓN	
Astrofísicos/as Residentes	
IV Año de Residentes (2016)	
<i>Programa La Caixa-Severo Ochoa</i>	<i>Programa Astrofísicos Residentes IAC</i>
Joseph H. Putko (CLT)	Nuria Casasayas Barris (CLT)
Borja Toledo Padrón (CLT)	Ignacio del Moral Castro (CLT)
	Marco Antonio Gómez Muñoz (CLT)
	Raúl Infante Sainz (CLT)
III Año de Residentes (2017)	
<i>Programa La Caixa-Severo Ochoa</i>	<i>Programa Astrofísicos Residentes IAC</i>
Rafael Luque Ramírez (CLT)	Elham Eftekhariardakani (CLT)
	Federica Guidi (CLT)
	Mónica Hernández Sánchez (CLT)
	Valeria Liakh (CLT)
	Juan Carlos Trelles Arjona (CLT)
II Año de Residentes (2018)	
<i>Programa Astrofísicos Residentes IAC</i>	
Paz Alonso Arias (CLT)	José Eduardo Méndez Delgado (CLT)
Isaac Alonso Asensio (CLT)	Monica Beata Stangret (CLT)
Zofia Chrovakova (CLT)	Daniel Walo Martín (CLT)



I Año de Residentes (2019)	
<i>Programa Astrofísicos Residentes IAC</i>	
David Afonso Delgado (CLT)	Pablo Rodríguez Beltrán (CLT)
Ayosa Álvarez Hernández (CLT)	Javier Sánchez Sierras (CLT)
M. Guayente Panizo Espinar (CLT)	Regina Sarmiento (CLT)
Contratos/as FPI	
Alejandro Aguado Barahona (CLT)	María Montes Solís (CLT)
Salvador Cardona Barrero (CLT)	Jakub Nadolny (CLT)
Carlos Cardona Guillén (CLT)	Jorge Otero Santos (CLT)
Roshan Nushkia Chandra (CLT)	Andrea Perdomo García (CLT)
Javier de Miguel Hernández (CLT)	Beatrice Popescu Braileanu (CLT)
Oliver Díaz Rodríguez (CLT)	Alejandro Reina Conde (CLT)
Ana Esteban Gutiérrez (CLT)	Juan Luis Rizos García (CLT)
Mateo Fernández Torreiro (CLT)	Jorge Romero Gómez (CLT)
Lucía González Cuesta (CLT)	David Rosado Belza (CLT)
Mauro González Otero (CLT)	Nuria Salvador Rusiñol (CLT)
Diego Hidalgo Soto (CLT)	Esther Soria Hernández (CLT)
Paula Izquierdo Sánchez (CLT)	Salvatore Taibi (CLT)
Jaume Jaume Bestard (CLT)	Maitane Urrutia Aparicio (CLT)
Camilo Eduardo Jiménez Ángel (CLT)	Gaia Vanzo (CLT)
Varios	
Pedro Alonso Palicio (V)	Jorge Prieto Arraz (V)
Patricia Chinchilla Gallego (V)	Efsan Sökmen (V)

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN	
Coordinador	
* José Alfonso López Aguerri (PO)	
Secretaría	
Rocío Mesa Martínez (CL)	
INGENIERÍA	
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA	
Jefe	
Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)	
Ingenieros/as	
Haresh Mangharam Chulani (CL)	Enrique Joven Álvarez (CL)
José Miguel Delgado Hernández (CL)	Yolanda Martín Hernando (CLT)
José Javier Díaz García (CL)	Horacio Rodríguez Delgado (CLT)
Hugo García Vázquez (CLT)	Oscar Manuel Tubio Araujo (CLT)
José Vicente Gigante Ripoll (CLT)	Teodora A. Viera Curbelo (CL)
Alberto Hernández Fernández (CLT)	Juan Villa Morales (CLT)
Técnicos	
Roberto Barreto Rodríguez (CL)	José Ramón Olives Mora (CL)
Ángel L. Morales Ayllón (CL)	
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA	
Jefe	
Juan Calvo Tovar (CL)	
Ingenieros/as	
José Alonso Burgal (CLT)	Ángel Mato Martínez (CLT)
Patricia Fernández Izquierdo (CL)	Yeray José Peñate Castro (CL)
Pablo Fuerte Rodríguez (CLT)	Ruggero Piazzolla (CLT)
Eduardo González Carretero (CLT)	Fabio Tenegi Sanginés (CL)
Elvio Hernández Suárez (CL)	Afrodisio Vega Moreno (CLT)
Roberto M. Luis Simoes (CLT)	
DEPARTAMENTO DE ÓPTICA	
Jefe	
José Luis Rasilla Piñeiro (CL)	
Ingenieros/as	
M. Ángel Cagigas García (CLT)	Icía Montilla García (CLT)
Ana Belén Fragoso López (CL)	Luz María Montoya Martínez (CLT)
Félix Gracia Tremich (CLT)	Álvaro Pérez García (CLT)
Maidier Insausti Múgica (CLT)	Marta Puga Antolín (CLT)
Roberto López López (CL)	Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta (CL)
Técnico	
Daniel Fernández Fernández (CLT)	



DEPARTAMENTO DE SOFTWARE	
Jefe	
Carlos Martín Díaz (CL)	
Ingenieros/as	
Marta del C. Aguiar González (CL)	Heidy Moreno Arce (CL)
M. Francisca Gómez Reñasco (CL)	Esperanza Páez Mañá (CL)
Francisco J. Hernández Hernández (CLT)	Jorge Quintero Nehrkorn (CLT)
Pablo López Ramos (CL)	Josefina Rosich Minguell (CLT)
José Marco de la Rosa (CLT)	
PROYECTOS	
Jefe	
Marcos Reyes García-Talavera (CL)	
Gestores/as	
Ángel Alonso Sánchez (CL)	José Miguel Herreros Linares (CL)
Manuel Amate Plasencia (CL)	Jesús Patrón Recio (CL)
Carmen M. Barreto Cabrera (CL)	M. Rosario Pérez de Taoro (CLT)
Víctor M. González Escalera (CL)	Txinto Vaz Cedillo (CLT)
PRODUCCIÓN	
Jefe	
Juan Calvo Tovar (CL)	
SERVICIOS INFORMATICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Héctor Rodríguez Rodríguez (CL)	
DELINEACIÓN TÉCNICA	
Jefe	
Abelardo Díaz Torres (CL)	
Técnicos	
Juan Carlos Díaz Pérez (CL)	Juan José Perdigón Peña (CL)
TALLER DE MECÁNICA	
Jefe	
Alejandro Ruiz Sabina (CLT)	
Técnicos	
Juan José Dionis Díaz (CL)	Esteban González Díaz (CL)
Carlos A. Flores García (CL)	Pablo González Gómez (CL)
Higinio Gabino Pérez (CL)	Iriome Gutiérrez Galván (CLT)
Jesús Felipe García López (CL)	Cristóbal Morell Delgado (CL)
Juan García Quintero (CLT)	Ricardo Negrín Martín (CL)
Almacén	
León Pérez Jacinto del Castillo (CL)	

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES	
Administrador	
Jesús Burgos Martín (AD)	
Secretaría/Registro	
Sabina Palenzuela Ramos (CLT)	Diana C. Paredes Martín (CL)
Gestión Financiación Externa	
Rocío Alvaro Santimoneo (CLT)	M. José González Díaz (CL)
Sonia Sagrario Fumero de Sande (CL)	
GERENCIA ADMINISTRATIVA	
CONTABILIDAD	
Jefe Departamento Contabilidad	
Dionisio Pérez de la Rosa (CL)	
Jefa Contabilidad	
A. Delia García Méndez (CL)	
María Delia Brito Suárez (CLT)	María Sandra González Bethencourt (CLT)
Otilia de la Rosa Yanes (CL)	Herminio Mendoza Felipe (CLT)
Raquel Dorta Bacallado (CLT)	
TESORERÍA	
Ruth Fernández Ribera (CL)	José M. Rodríguez Acosta (CL)
Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CL)	
CONTRATACIÓN	
Carmen Aloys García Suárez (CL)	Anabela Marcela Polanco Bieri (CLT)
M. Mónica Gutiérrez Hernández (CL)	Yolanda Zamora Expósito (CL)
GERENCIA OPERACIONAL	
Gerente	
Germán R. Pescador Rodríguez (CL)	
MANTENIMIENTO GENERAL	
Jefe de Taller	
José Antonio Arvelo Dorta (CL)	
Jefe de Mantenimiento	
Sergio Median Morales (CL)	
Técnicos	
Ramón Hernández Mendoza (CL)	Juan Manuel Martín Pérez (CL)
Conductor	
Cándido Álvarez García (CL)	



RECURSOS HUMANOS	
Responsable	
Alfonso Ruigómez Momeñe (CL)	
Personal	
Ana Belén Aguiar Sanabria (CLT)	M. Belén Rodríguez González (CL)
Lucía Olivia Hernández Tadeo (CL)	
Selección y contratación	
María Candelaria Báez Pestano (CLT)	Carmen García de Sola Mayano (CL)
Yurena Expósito León (CLT)	
Unidad de Prevención de Riesgos Laborales	
Rosa Miriam Galván González (CL)	Luis Manadé Borges (CL)
OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)	
Gerente	
Anselmo C. Sosa Méndez (CL)	
Secretaría	
Lidia León Gutiérrez (CLT)	
Ingenieros/as	
Alberto M. Escobar Rodríguez (CLT)	Víctor Manuel Quintero León (CLT)
Alfredo García Piñero (CLT)	Dahimar M. Sánchez Medina (CLT)
M. Alejandra Martín Gálvez (CLT)	
BIBLIOTECA	
Documentalista/Encargada	
Monique María Gómez (CL)	
Gestión Administrativa	
M. Eulalia Alsina Casals (CL)	Antonio J. Bacallado Abreu (CL)

DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2019)

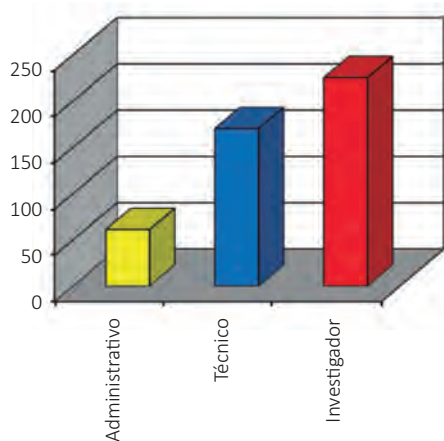
	PO	CL	CLT	ULL	CSIC	V	AD	TOTAL
Astrofísicos	36	4	71	19	3	34	1	168
Técnicos		89	81					170
Administrativos	1	38	21				1	61
Doctorandos			53			4		57
TOTAL	37	131	226	19	3	38	2	456

	PO	ULL	CSIC	OTROS	TOTAL
Personal funcionario *	37	17	3	1	58
Personal no funcionario		2		396	398
TOTAL	38	19	3	397	456

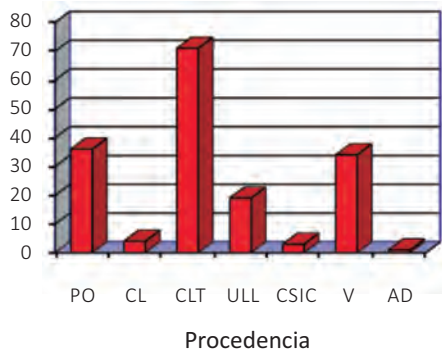
Personal fijo	192
Personal temporal	264
TOTAL	456

- * = Personal Funcionario
- AD = Alta Dirección
- CL = Contrato Laboral
- CLT = Contrato Laboral Temporal
- CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- PO = Plantilla Orgánica del IAC
- ULL = Universidad de La Laguna
- V = Varios (becas, colaboradores, etc.)

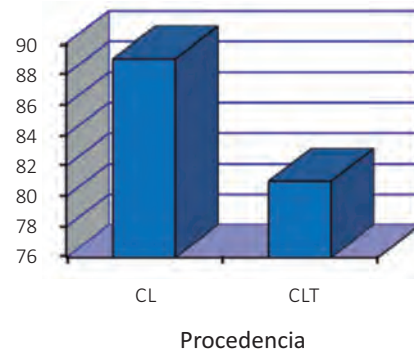
PERSONAL DEL IAC



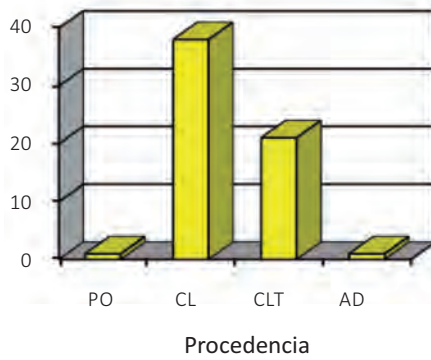
ASTROFÍSICOS



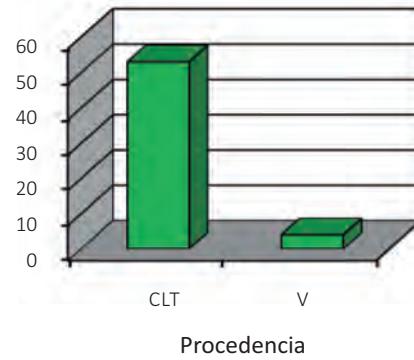
TÉCNICOS



ADMINISTRATIVOS

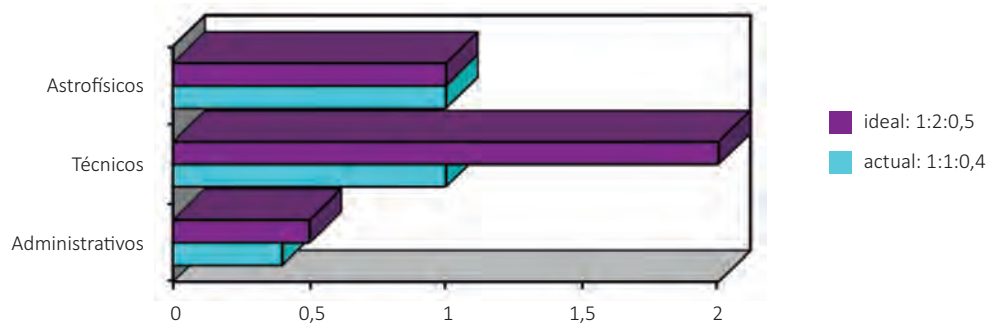


DOCTORANDOS

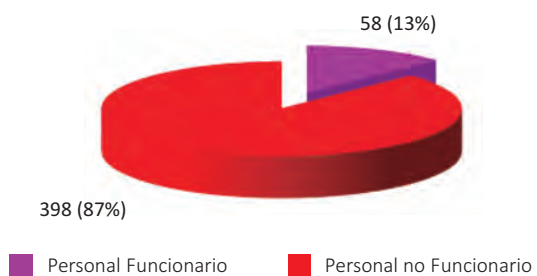


RELACIÓN

Astrofísicos: Técnicos: Administrativos



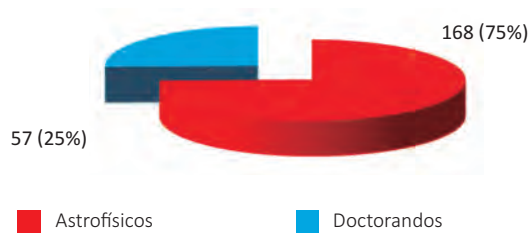
TOTAL 456



TOTAL 456



PERSONAL INVESTIGADOR





CONSORCIO PÚBLICO 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) 922-605 200
Fax: (34) 922-605 210
E-mail: secadm@iac.es
Web: <http://www.iac.es>



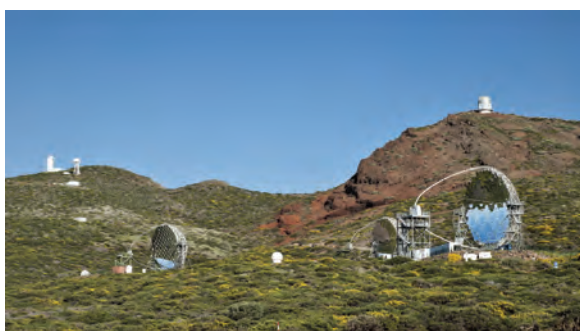
CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP) (LA PALMA)

Apartado de Correos 50
Cuesta de San José, s/n
E-38712 BREÑA BAJA- LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-425 700
Fax: (34) 922-425 701
E-mail: receptalp@iac.es



OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT) (TENERIFE)

Teléfono: (34) 922-329 100
Fax: (34) 922-329 117
E-mail: teide@iac.es



OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM) (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405 500
Fax: (34) 922-405 501
E-mail: adminorm@iac.es



