



EXCELENCIA  
SEVERO  
OCHOA

RESUMEN

# MEMORIA IAC

Instituto de Astrofísica de Canarias

# 2021

CONSORCIO PÚBLICO

# Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)



## INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC) (TENERIFE)

C/ Via Láctea s/n  
E-38205 LA LAGUNA - TENERIFE  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-605200  
Fax: (34) 922-605210  
E-mail: secadm@iac.es  
Web: <http://www.iac.es>



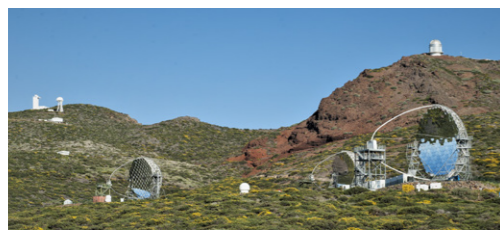
## CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP) (LA PALMA)

Apartado de Correos 50  
Cuesta de San José s/n  
E-38712 BREÑA BAJA - LA PALMA  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-425700  
Fax: (34) 922-425701  
E-mail: [recepicalp@iac.es](mailto:recepicalp@iac.es)



## OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT) (TENERIFE)

Teléfono: (34) 922-329100  
Fax: (34) 922-329117  
E-mail: [teide@iac.es](mailto:teide@iac.es)



## OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM) (LA PALMA)

Apartado de Correos 303  
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-405500  
Fax: (34) 922-405501  
E-mail: [adminorm@iac.es](mailto:adminorm@iac.es)



## IACTEC (TENERIFE)

Parque Científico y Tecnológico de Tenerife  
Cmno. de las Mantecas  
E-38320 SANTA CRUZ DE TENERIFE  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-605200  
Fax: (34) 922-605210  
E-mail: [info.iactec@iac.es](mailto:info.iactec@iac.es)

# PRESENTACIÓN

Este año será recordado por la erupción del volcán de Cumbre Vieja en la Palma que tantas y tan dolorosas pérdidas ha causado a muchos ciudadanos de la isla. Sean las primeras palabras de esta Memoria una expresión de solidaridad y ánimo hacia todos los palmeros que se vieron afectados por la erupción, y sean también de agradecimiento a todos los que trabajaron intensamente para mitigar los daños originados por el volcán. Desde el IAC colaboramos con las autoridades y con el personal científico y de emergencias en las tareas de monitorización del volcán y, a través de la Fundación Starlight, aportamos y recogimos donaciones económicas de instituciones y amigos que fueron trasladadas a los necesitados con el afán de ayudar a aliviar en alguna medida una situación tan dramática para muchas familias.

El Observatorio del Roque de los Muchachos siguió operativo durante los meses de actividad del volcán, pero el Gran Telescopio Canarias, los telescopios Cherenkov y algunas otras instalaciones debieron cerrar a los pocos días de la erupción ante la llegada de cenizas al Observatorio y así permanecieron hasta el final de la misma para proteger sus equipos. Otros telescopios funcionaron de manera intermitente dependiendo de las condiciones meteorológicas del momento. Afortunadamente, las medidas de protección adoptadas fueron eficaces y no hubo que lamentar daños en los telescopios, que pudieron iniciar su actividad científica al poco de decretarse el final de la erupción.

Aparte de este episodio volcánico que permanecerá en nuestro recuerdo por siempre, la actividad de nuestro centro se desarrolló con una relativa normalidad, recuperando progresivamente la actividad presencial en todas nuestras sedes y observatorios al evolucionar favorablemente el COVID en las islas Canarias. Aunque viajar para asistir a congresos científicos o realizar estancias de trabajo siguió siendo durante todo el año algo excepcional, pudimos recuperar nuestra Escuela de Invierno de forma presencial. Resultó un gran éxito. También volvimos a tener conferencias y seminarios en nuestra Aula, si bien el número fue pequeño comparado con el de años previos a la pandemia. Lo que no disminuyó fue nuestra producción científica, que se mantiene estable tanto en el número de artículos como en la calidad e impacto de los resultados logrados, y se mantiene también el número de nuevos doctores que han defendido su tesis con éxito. Además, seguimos avanzando bien en nuestros múltiples proyectos de instrumentación astrofísica y desarrollo de grandes telescopios. Hemos recibido fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Gobierno de España con los que iniciamos una importante mejora de muchos de nuestros laboratorios, adquiriendo nuevas capacidades en mecánica, criogenia, electrónica, detectores, cargas útiles para microsátélites y, muy especialmente, en óptica con la creación de un centro de producción de sistemas ópticos avanzados que nos permitirá

abordar nuevos proyectos de vanguardia astrofísica con suficiencia e independencia tecnológica. También hemos iniciado el proyecto para la redundancia en las comunicaciones por fibra óptica con nuestro observatorio en la isla de la Palma, así como mejoras en el suministro y la sostenibilidad energética y medioambiental de todas nuestras instalaciones.

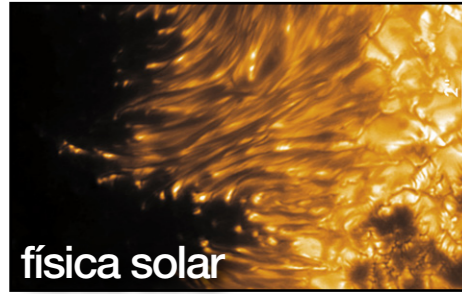
En su reunión de este año, el Consejo Rector aprobó el Plan Estratégico del IAC para el periodo 2022-2025, donde exponemos nuestra visión y las acciones a desarrollar en investigación científica, tecnológica, observatorios, formación y enseñanza superior, cultura científica y comunicación, transferencia, financiación presupuestaria y competitiva, sostenibilidad, igualdad... En este Plan, los interesados pueden encontrar una descripción actualizada de lo que hacemos y de lo que queremos hacer en el futuro próximo. Como hemos visto, estos últimos años han sido especialmente complicados, pero con la gran dedicación y el saber hacer que ha demostrado nuestro personal me permito ser optimista y confiar en que superaremos las dificultades que se puedan presentar en el futuro. No obstante, esperemos que el año 2022, de verdad, pueda ser un año normal.

**RAFAEL REBOLO**  
Director del IAC

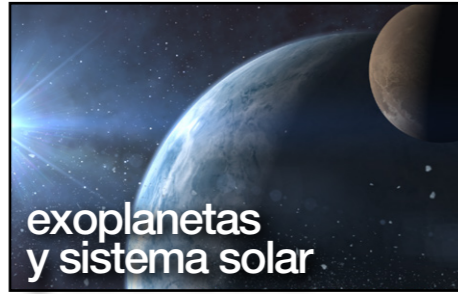


Diana Morant, ministra de Ciencia e Innovación, Elena Mañé, consejera de Economía, Pedro Manuel Martín Domínguez, presidente del Excmo. Cabildo Insular de Tenerife y Rafael Rebole, director del IAC, durante el Consejo Rector del IAC.

# INVESTIGACIÓN ASTROFÍSICA



física solar



exoplanetas y sistema solar



física estelar e interestelar



la vía láctea y el grupo local



formación y evolución de galaxias



cosmología y astropartículas



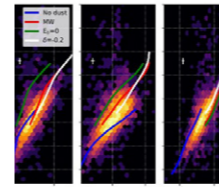
instrumentación astrofísica

## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

- 649** artículos totales en revistas internacionales con árbitro
- 96** Astrophysical Journal (ApJ)
- 200** Astronomy & Astrophysics (A&A)
- 41** Astronomical Journal (AJ)
- 185** Monthly Notices of the Royal Academy of Sciences (MNRAS)
  - 1** Nature
  - 3** Science
  - 13** Nature Astronomy
- 110** Otras
- 11.233** citas en 2021 a los 1.144 trabajos publicados entre 2019 y 2020

- 7** revisiones y charlas invitadas
- 159** comunicaciones a congresos
- 9** libros y capítulos de libros
- 15** tesis doctorales

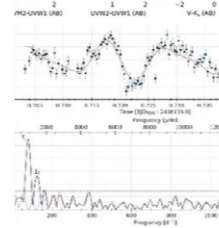
### Entidades financiadoras:



Estimando la extinción por polvo en la Vía Láctea

I. Ferreras et al. 2021 MNRAS 505 283

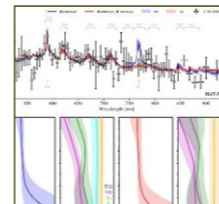
Diagramas color-color de estrellas en la Vía Láctea comparadas con modelos estelares donde varía la temperatura superficial para varias extinciones.



Descubrimiento de pulsaciones en la estrella tipo PG1159 rica en nitrógeno PG

P. Sowicka, G. Handler, D. Jones & F. van Wyk. 2021 ApJL 918 L1

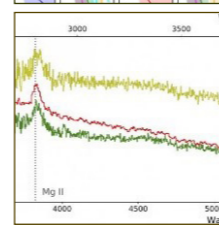
Curva de luz obtenida con el GTC y su espectro de Fourier mostrando los periodos de pulsación detectados.



Detección de TiO y Na en la atmósfera del Jupiter caliente HAT-P-65b

G. Chen, E. Pallé, H. Parvianen, F. Murgas & F. Yan. 2021 ApJL 913 L16

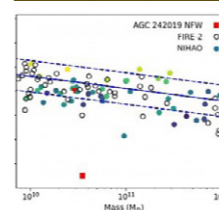
Espectro de transmisión y modelos recuperados de HAT-P-65b. Perfiles de presión/temperatura recuperados y fracciones de masa.



Caracterización de la galaxia anfitriona de blázares emisores de rayos gamma

J. Becerra, J. Acosta, W. Boschin, R. Clavero, J. Otero, J. A. Carballo, L. Domínguez. 2021 MNRAS 504 3258

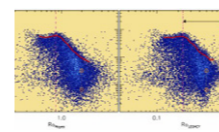
Espectro visible del blazar de rayos gamma VHE S4 0954+65. La detección de líneas de emisión permitió establecer la distancia y características de la fuente.



¿Son las galaxias ultra-difusas estructuralmente similares a las galaxias de bajo brillo superficial?

C. Brook, A. Di Cintio, A.V. Macciò, M. Blanck. 2021 ApJ 919 L1

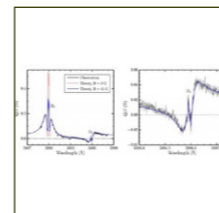
La relación masa-concentración en simulaciones de materia oscura e hidrodinámicas de galaxias.



Calibrando el número de Rossby, un parámetro clave para el estudio de la actividad magnética de las estrellas

E. Corsaro et al. 2021 A&A 652 L2

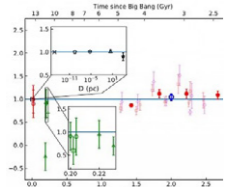
Índice fotométrico de la actividad magnética, Sph, en función del número Rossby para estrellas observadas por Kepler comparando el número de Rossby estimado anteriormente y el de este trabajo.



Resuelven la paradoja de la misteriosa polarización de la línea D1 del sodio solar

E. Alsina, L. Belluzzi, J. Trujillo. 2021 PRL 127 081101

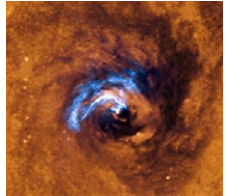
Perfil de polarización lineal de las líneas espectrales D1 y D2 solares, comparando observaciones con modelización.



### Test del principio de equivalencia de Einstein en épocas cosmológicas tempranas usando cuásares

E. Mediavilla & J. Jiménez-Vicente. 2021 ApJ 914 112

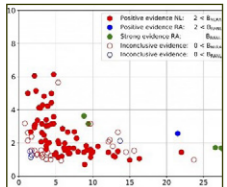
Relación entre redshifts gravitatorios medidos y predichos frente a redshift cosmológico.



### Filamentos de polvo en el núcleo de galaxias activas

A. Prieto, J. Nadolny, J.A. Fernández Ontiveros & M. Mezcuca. 2021 MNRAS 506 562

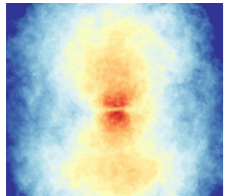
Proceso de alimentación nuclear de un agujero negro en la galaxia NGC 1566.



### Un mecanismo no lineal para el amortiguamiento de ondas en la corona solar

I. Arregui. 2021 ApJL 915 L25

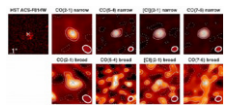
Amplitud de oscilación y tasa de amortiguamiento para 101 eventos de oscilaciones de bucles.



### Los agujeros negros modulan la formación estelar en sus galaxias vecinas

I. Martín et al. 2021 Nature 594 187

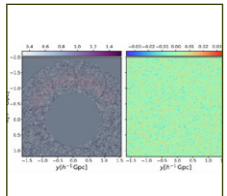
Simulación cosmológica del gas alrededor de una galaxia masiva.



### El cambiante viento de acreción de la fuente de rayos X transitoria Swift J1858.6-0814. Una eyección titánica de una galaxia masiva al medio interestelar

A. Puglisi et al. 2021 Nature Astronomy 5 319

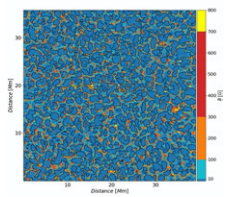
Imágenes de HST y mapas de ALMA de componentes estrechos y anchos de ID2299.



### Inferencia Bayesiana eficiente de la red cósmica a partir de censos de galaxias

F. Kitaura et al. 2021 MNRAS 502 3456

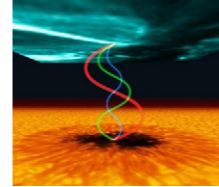
Distribución de galaxias luminosas rojas (en rojo) y de la red cósmica (en gris) a redshift 0.4-0.7. Derecha: Fluctuaciones de densidad primordial a redshift 100.



### Mapeando el magnetismo del Sol en calma

J.C. Trelles Arjona, M.J. Martínez González, B. Ruiz Cobo. 2021, ApJL, 915, L20

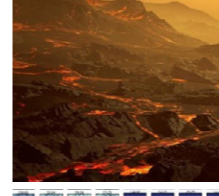
Campo magnético promedio inferido de las observaciones.



### Abrillantamientos umbrales revelan la presencia de ondas estacionarias en manchas solares

T. Felipe, V.M.J. Henriques, J. de la Cruz, H. Socas. 2021 A&A 645 L12

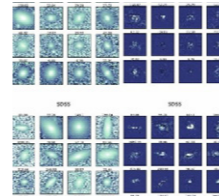
Ondas atrapadas entre la superficie de una mancha solar y la región de transición



### Una cercana supertierra rocosa ideal para investigar su atmósfera

T. Trifonov et al. 2021 Science 371 1038

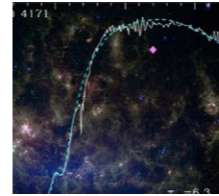
Impresión artística de la superficie del planeta Gliese 486 b.



### Redes neuronales para distinguir galaxias reales y simuladas

L. Zanisi et al. 2021 MNRAS 501 4359

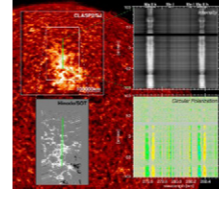
Miniaturas de galaxias sin formación estelar simuladas y observadas. Los paneles derechos muestran las contribuciones de píxeles al índice de probabilidad para las galaxias.



### Binarias con envoltura común como precursoras de estrellas viejas extremadamente rojas

F. Dell'Agli et al. 2021 MNRAS 502 L35

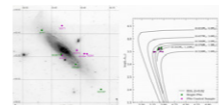
Distribución espectral de energía de una estrella vieja extremadamente roja.



### Cartografiado del campo magnético del Sol desde la fotosfera hasta la corona

R. Ishikawa, J. Trujillo, T. del Pino. 2021 Science Advances 7 8

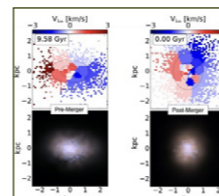
Las observaciones espectro-polarimétricas sin precedentes logradas durante el experimento espacial CLASP2.



### Resolviendo el enigma de las nebulosas planetarias más brillantes

R. Galera-Rosillo, A. Mampaso, R. Corradi, et al. 2021, A&A, 657, A71

Posición de las Nebulosas Planetarias (NP) estudiadas en la galaxia M31, y diagrama color magnitud con la localización de las NP y las trazas teóricas.



### Origen de la rotación en torno al eje mayor de una galaxia enana simulada

S. Cardona, G. Battaglia, A. di Cintio, Y. Revaz, P. Jablonka. 2021, MNRAS, 505, L100

Galaxia antes y después de la fusión. El campo de velocidades (arriba) se alinea con el eje mayor de la galaxia después de la fusión.

# OBSERVATORIOS DE CANARIAS

**56** Instalaciones telescópicas  
**22** países  
**85** centros de investigación  
**240** propuestas españolas de observación solicitadas



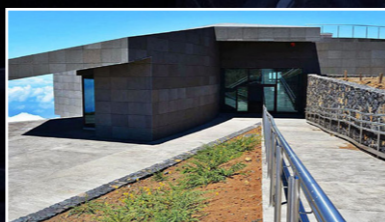
La ministra de Ciencia e Innovación, **Diana Morant**, visitó las instalaciones del Centro de Astrofísica en La Palma (CALP) con el objetivo de conocer el impacto de la erupción volcánica en el personal y en la operación de las instalaciones presentes en el Observatorio del Roque de los Muchachos.



Los Cabildos de La Palma y de Tenerife, junto al IAC, presentaron la grabación de la **sinfonía "Heroica", de Beethoven**, realizada por la **Orquesta Sinfónica de Tenerife** en el **GTC**, con motivo del 250 aniversario del nacimiento del compositor.



El exsecretario de Estado de la España Global, **Manuel Muñoz** visitó las instalaciones del Observatorio del Teide. La visita forma parte de los esfuerzos de esta Secretaría "para entender los grandes activos que tenemos en la Ciencia y la Tecnología en nuestro país".



El Cabildo de La Palma, el Ayuntamiento de Garafía y el IAC inauguraron el **Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos (CVRM)**. El acto contó con la presencia de la ministra de Turismo, **Reyes Maroto**, y del presidente de Canarias, **Ángel Víctor Torres**, entre otras personalidades.

# NUEVOS ACUERDOS

A continuación se relacionan los Convenios firmados con entrada en vigor a lo largo 2021, nacionales e internacionales:

- Convenio con el *Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)* para la instalación y operación De la Red *ASTRI* en el OT.

- Convenio con el *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)* para la creación del *laboratorio francoespañol de Astrofísica en Canarias (FSLAC)*.

- Acuerdo con *Riken Center for Advanced Photonics* para la instalación y operación del *GroundBIRD* experiment en el OT.

- Acuerdo Marco (MoU) entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, *University of Copenhagen, Stockholm University* para el diseño, construcción y operación del instrumento *MAAT* para el Gran Telescopio Canarias (GTC).

- Acuerdo Marco (MoU) entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, *Università degli Studi di Milano, The Chancellor Masters and Scholars of the University of Oxford, Scuola Internazionale Superior di Studi Avanzati, Université Toulouse III – Paul Sabatier* para el diseño y desarrollo, construcción, despliegue y operación del *European Low Frequency Survey (ELFS)*.

- Acuerdo de colaboración con *HISPASAT, TAS-E, ATN, CELLNEX, DAS, GMV, INDRA, TECNOBIT, QUSIDE, SENER, Telefónica, CCN, CSIC, INTA, IAC ICFO, UPM, UV.*

- Convenio con *SLOOH LLC / Sociedad del Telescopio* para la operación de la red de telescopios ópticos en el OT.

- Convenio con la *Comenius University in Bratislava* para la operación del *Automatic MeteorOrbit System (AMOS)* en los OOC.

- Acuerdo de colaboración con *Warwick, Monash, Armagh Observatory, Sheffield, Leicester, NARIT, Turku, Portsmouth, Manchester* para la investigación con *GOTO*.

- Acuerdo de colaboración con los Observatorios Astronómicos Nacionales, Academia China de las Ciencias sobre un programa de visitas para estudiantes, postdoctorandos y jóvenes investigadores.

- Acuerdo Marco (MoU) con el *Institut d'Astrophysique Spatiale* de cooperación científica y técnica.

- Convenio con *Las Cumbres Observatory Global Telescope* para la operación del nodo del Teide del LCO, en el OT.

- Convenio con Cabildo Insular de La Palma y Ayuntamiento de Garafía para la gestión y el desarrollo del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos en La Palma.

- Colaboración con la Universidad de La Laguna (ULL) en la enseñanza universitaria y en actividades de I+D+I.

- Convenio con la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) para la coordinación de actividades formativas, científicas, de desarrollo tecnológico y de transferencia empresarial.

- Acuerdo con el *Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas"* de intenciones para la realización conjunta de actividades de investigación científica y técnica.

- Memorando de entendimiento entre la Fundación Mujeres por África y el Consorcio Instituto de Astrofísica de Canarias. Firmado con la Fundación Mujeres por África.

- Convenio con *Light Bridges, S.L.* para la construcción y operación del *Two-meter Twin Telescope (TTT)* en el OT, Tenerife.



Representantes del Cabildo de La Palma, del Ayuntamiento de Garafía y del IAC en la firma del acuerdo de gestión del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos.



Representantes del Gobierno de España y Canarias, Cabildo de La Palma, Ayuntamiento de Garafía y del IAC en la inauguración del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos, el 20 de diciembre.

**Tipología de los convenios firmados en 2021 según su finalidad principal de colaboración:**

- Institucionales/Estratégicos (2)
- Fomento relaciones comunidad (1)
- Admón. de las instalaciones astronómicas (8)
- Capacitación de personal científico-técnico (2)
- Colaboración enseñanza (3)
- Desarrollo y transferencia de tecnología (1)
- Promover la investigación astrofísica (8)



Captura de imagen de la reunión por videoconferencia mantenida entre representantes del IAC y el CNRS.



Participantes de la reunión entre el IAC y la ULPGC para renovar el convenio de colaboración del Programa de Tecnología Médica del IAC.

# REUNIONES

JUNE 2021  
**XII DÍA DE NUESTRA CIENCIA**

ONLINE EVENT Thursday 10th and Friday 11th of June 9:00 ▶ 13:30

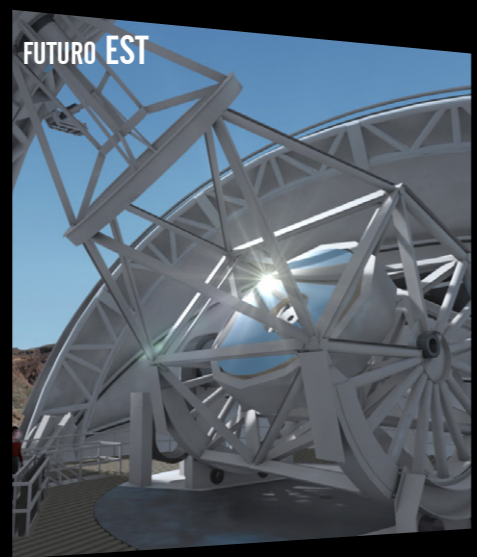


Arriba: Imagen tomada con una cámara visible convencional a nivel de tierra.  
 Abajo: Imagen SWIR tomada con una réplica de **DRAGO-1** desde tierra al mismo tiempo, superpuesta a la imagen visible, de manera que se ve con claridad su capacidad para penetrar nubes de partículas como las que emite un volcán.

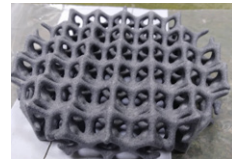
# OBSERVATORIOS DE CANARIAS

OBSERVATORIO DEL TEIDE (TENERIFE)

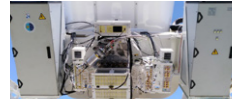
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)



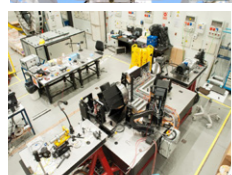
# DESARROLLO TECNOLÓGICO



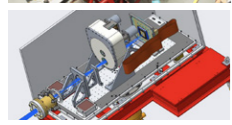
**H2020:** Actividades sobre “Espejos Refrigerados”. Objetivos: identificación de aplicaciones directas para estos componentes, desarrollos de última generación para espejos y sistemas de refrigeración en fabricación convencional, generación de un conjunto de alternativas para espejos conformados mediante fabricación aditiva y análisis de su potencial a fin de seleccionar las más prometedoras. En 2021 se caracterizaron prototipos desde el punto de vista térmico, mecánico y se enviaron dichos resultados.



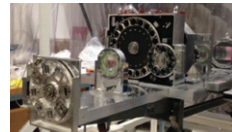
**QUIJOTE:** Se alcanzaron varios hitos importantes relacionados con la instrumentación de microondas. El instrumento FTGI fue reinstalado en el telescopio QT2 tras varias mejoras. Los nuevos instrumentos MFI2 y TMS se encuentran en fase de fabricación.



**Óptica Adaptativa para el GTC:** El objetivo es dotarlo 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. En 2021 concluyeron las calibraciones en laboratorio para GTC-AO; se finalizó el diseño final del telescopio de lanzamiento del láser; y se realizó en el IAC la aceptación final del láser de alta potencia para el LGS.



**GRANCAIN:** Se está desarrollando una cámara infrarroja que usará las capacidades del instrumento de Óptica Adaptativa para el GTC (GTC-AO). En 2021, se elaboró la propuesta de diseño conceptual a partir de los requerimientos científicos. Se arrancó la fase de diseño final y se contrató el criostato del instrumento.



**FRIDA:** Espectrógrafo de campo integral e imagen diseñado para trabajar al límite de difracción de GTC en el rango de 1 a 2,5  $\mu\text{m}$ . En 2021 se cerró la definición de módulos a ubicar en el armario de control de FRIDA. Además, se recibió el nuevo detector Hawaii-2RG y se cerraron los detalles de las interfases mecánicas y cableado del detector y la unidad de enfoque.



**MIRADAS:** Espectrógrafo infrarrojo de resolución intermedia, un instrumento de nueva generación para el GTC que operará en el rango infrarrojo de 1 a 2,5 micras con una resolución espectral de 20.000. En 2021 comenzó su fase de integración y verificación habiéndose realizado dos ciclos completos.



**NIRPS:** Espectrógrafo criogénico compacto Echelle capaz de operar individualmente o en combinación con HARPS en los telescopios de 3,6 m de ESO, en el Observatorio de La Silla (Chile). El IAC ha participado en el diseño y suministro del haz de fibras (*Fiber Link*) que conecta el foco del telescopio con el espectrógrafo. En 2021 concluyó de forma exitosa la integración del *Fiber Link* con el *Front End* del instrumento.



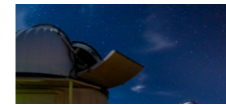
**EST/GREST/SOLARNET/MICAL:** El Telescopio Solar Europeo (EST) será el mayor telescopio solar construido en Europa. Con un espejo primario de 4 m y la más moderna tecnología, proporcionará una herramienta única para entender el Sol y cómo éste determina las condiciones meteorológicas del espacio. Hitos: formalización de diseño preliminar del M1 y M2 y del contrato para el diseño preliminar de la estructura, pilar y cúpula, así como revisiones de la fase 1 de los diseños anteriores.



**HARMONI:** Uno de los instrumentos de primera luz del Telescopio Europeo Extremadamente Grande (ELT). Contribución instrumental del IAC en dos campos: desarrollo (diseño, fabricación y verificación) del subsistema que constituye la pre-óptica del instrumento y coordinación en la arquitectura y desarrollo de la electrónica de control de todo el instrumento. En 2021, se realizó la revisión crítica del diseño del subsistema IPO. Además, se aceptó en el IAC el criostato de pruebas de la pre-óptica.



**HARPS3:** Este Instrumento de nueva generación para el INT en el ORM, 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. En 2021, se aceptó por parte del Consorcio la versión final del diseño de la sala Coudé; se realizaron trabajos de obra civil para cumplir con las recomendaciones incluidas en el informe de resistencia del forjado del suelo de la sala Coudé del INT.



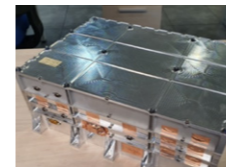
**TINN-CONTROL:** Se está realizando una mejora del sistema de control de los telescopios CST e IAC-80 situados en el OT. En 2021 se recibieron los principales componentes de hardware del proyecto; se aprobó la arquitectura del software de control y se fabricó el armario de pruebas para los componentes electrónicos.



**Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA):** Se propone la adquisición de un conjunto de máquinas de fabricación óptica, metrología y recubrimientos ópticos que permitan desarrollar componentes de vanguardia inicialmente para su uso en la instrumentación astrofísica y en el espacio, pero que pueda servir en otros campos. En 2021 se recibió en el IAC el sistema de recubrimientos; se publicaron licitaciones para las máquinas generadora, pulidora y cortadora; y se adquirió un conjunto de elementos auxiliares.

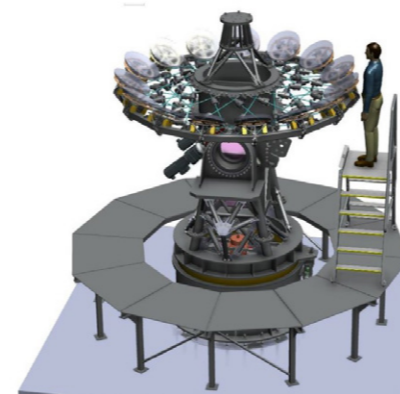


**Desarrollo Tecnológico:** Se continuó con la mejora de las capacidades técnicas del Área. En particular, se mejoraron los medios técnicos del Taller de Mecánica mediante la adquisición de nuevas máquinas y en los Laboratorios de Electrónica creando una nueva infraestructura para Microelectrónica.



**Colaboración en Proyectos Espaciales:** PLATO: se entregaron las tarjetas del modelo EM de la MEU-PSU para su integración en la MEU y el modelo EM a DLR (Berlín) para su integración y pruebas; se superó el diseño crítico de la MEU y se inició la compra de componentes electrónicos con largo plazo de entrega para los modelos de vuelo. SUNRISE-3/IMAX-3: se entregó la nueva versión del *firmware* de *frame grabber* para el instrumento SCIP; se publicó la arquitectura del *firmware* de TUMAG, se finalizó la primera versión operativa del código DeSIRE. LITEBIRD: se formó el equipo de ingeniería y se identificaron los paquetes de trabajo.

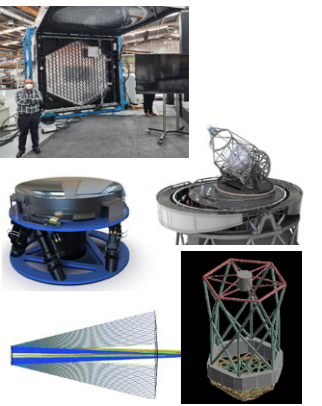
## IACTEC



Diseño detallado del telescopio MiniELF.

### IACTEC Grandes Telescopios:

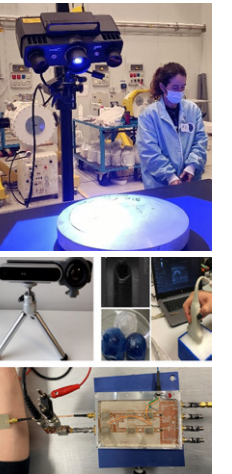
- CTA: Finalización de la producción de partes de los telescopios LST2, LST3 y LST4. Licitación de la obra civil y trámites de permisos. Trabajos preparatorios para los primeros 5 telescopios tipo MST.
- EST: Diseño preliminar sistemas principales (M1, M2, Estructura, Pilar, Cúpula, anteproyecto obra civil). Definición sistema distribución de luz, instrumentos y de los consorcios para su diseño.
- NRT: Se completa la revisión del diseño preliminar del telescopio.
- MiniELF: Diseño detallado del prototipo miniELF.



Composición de imágenes de las Islas Canarias obtenida por la cámara espacial DRAGO.

### IACTEC - Capacitación:

- Espacio: Lanzamiento de DRAGO y recepción de imágenes SWIR. Desarrollo de los instrumentos DRAGO-2 y TAJINASTE y de los satélites ALISIO, IACSAT y VINIS.
- Tecnología Médica: PINRELL: Nuevos sensores infrarrojos, software y modelo morfológico de pie. PROMISSE: Prototipos autocalibrados. MUTANT: Fantomas pseudoantropomórficos para práctica clínica.
- Comunicaciones ópticas clásicas y cuánticas en el espacio libre: Desarrollos de óptica adaptativa de corrección de turbulencia atmosférica.
- CSOA: Equipamiento para la fabricación, recubrimientos y metrología de elementos y subsistemas ópticos y optomecánicos.



# ENSEÑANZA SUPERIOR

## DOCTORADO EN ASTROFÍSICA

(colaboración con la ULL)

**68** investigadores predoctorales

**14** nuevos en 2021, de los cuales:

**6** Astrofísicos Residentes

**8** estudiantes de doctorado (inanciación externa)

**15** tesis doctorales

## BECARIOS DE VERANO

**6** en Investigación Astrofísica

**8** en Desarrollo Tecnológico

**1** en Comunicación Científica

## MÁSTER EN ASTROFÍSICA

(colaboración con la ULL)

**16** cursos del Máster en Astrofísica

**90** créditos

**26** matriculados (curso 2020-2021)

**17** Trabajos de Fin de Máster

## ESPECIALIDADES

Teoría y Computación

Observacional e Instrumentación

Estructura de la Materia

## COLABORACIÓN EN GRADOS UNIVERSITARIOS

**16** Trabajos de Fin de Grado

## PRÁCTICAS UNIVERSITARIAS Y DE FORMACIÓN PROFESIONAL

**4** Prácticas de Fin de Grado

**3** Prácticas de Formación Profesional

## PROFESORES VISITANTES, COLOQUIOS Y SEMINARIOS

### 2 coloquios científicos

- Corinne Charbonnel (Univ. de Ginebra, Suiza)

- Roberto Maiolino (Kavli Institute, Cambridge, Reino Unido)

### 56 seminarios científicos

### 10 profesores visitantes

Por Programa de Excelencia Severo Ochoa

- Christophe Morisset (UNAM, México)

- Peter Habison (Stem & Mint - Space and Science Communications, Austria)

Por la Fundación Jesús Serra

- Omaira Martín González (Inst. de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM, México)

- Diego Blas (King's College, Londres, Reino Unido)

- Sebastián Sánchez (UNAM, México)

- Norbert Langer (Univ. de Bonn, Alemania)

- Faith Vilas (Planetary Science Institute, Tucson, Arizona, EEUU)

- Santi Cassisi (INAF-Obs. Astronomico d'Abruzzo, Italia)

- Vyacheslav Lukin (Division of Physics, National Science Foundation, EEUU)

- Eva Villaver (Centro de Astrobiología, Madrid, España)



## ESCUELA INTERNACIONAL DE INVIERNO

XXXII Canary Islands Winter School of Astrophysics

“Formation and Evolution of Galaxy Clusters across cosmic time”

(Cúmulos de Galaxias a través del tiempo).

**65** participantes (55 presencial + 10 por streaming)

**15** países / **6** temas

**7** profesores:

- Andrea Biviano (INAF-Obs. Astronomico de Trieste, Italia)

- Alessandre Boselli (Lab. d'Astrophysique de Marsella, Francia)

- Emmanuele Daddi (SEA Saclay)

- Rhea-Silvia Remus (Univ. Observatory Munich, Alemania)

- Nicha Hatch (School of Physics and Astronomy, U. Nottingham, Reino Unido)

- Giulia Rodighiero (Univ. Padua, Italia)

- Claudio Dalla Vecchia (IAC, España) (Tutorials)

**4** talleres (seminarios y tutoriales)

**4** organizadores:

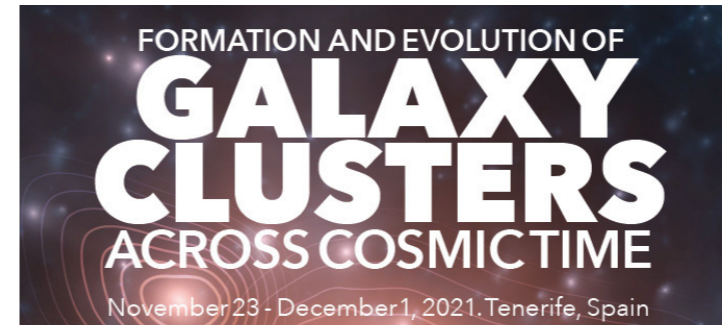
- José Alfonso López Aguerri (IAC)

- Helmut Dannerbauer (IAC)

- Basilio Ruiz Cobo (IAC)

- Rafael Reboló López (IAC)

**1** Charla de divulgación en el Museo de la Ciencia y el Cosmos: “Formación y Evolución de las Grandes Estructuras de Nuestro Universo: Los Cúmulos de Galaxias” por José Alberto Rubiño (IAC).



# NOMBRAMIENTOS Y DISTINCIONES

## Premio Internacional a la Conservación y Protección de la calidad astronómica del cielo de Canarias, otorgado por el Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (CICOP) al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), por su contribución a preservar la oscuridad y transparencia del cielo de las Islas a través de los Observatorios de Canarias y su Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC), que lo protegen de la contaminación lumínica, radioeléctrica y atmosférica, lo que supone una aportación de carácter excepcional, relevante y ejemplar para la protección medioambiental de Canarias. El CICOP distingue con estos premios a organismos, instituciones o personas, cuyo trabajo intelectual y aportación creadora técnica o humanista, contribuyan de forma ejemplar y destacada a la difusión, comunicación, mantenimiento, conservación, restauración o rehabilitación del Patrimonio Cultural en cualquiera de sus facetas.

**Premio Internacional a la Conservación y Protección de la calidad astronómica del cielo de Canarias**, otorgado por el Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (CICOP) al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), por su contribución a preservar la oscuridad y transparencia del cielo de las Islas a través de los Observatorios de Canarias y su Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC), que lo protegen de la contaminación lumínica, radioeléctrica y atmosférica, lo que supone una aportación de carácter excepcional, relevante y ejemplar para la protección medioambiental de Canarias. El CICOP distingue con estos premios a organismos, instituciones o personas, cuyo trabajo intelectual y aportación creadora técnica o humanista, contribuyan de forma ejemplar y destacada a la difusión, comunicación, mantenimiento, conservación, restauración o rehabilitación del Patrimonio Cultural en cualquiera de sus facetas.



**Daniel Nóbrega Siverio**, investigador postdoctoral del IAC, ha sido galardonado con el “Early Career Researcher Prize”, que entrega la División de Física Solar de la *European Physical Society* (EPS). Este prestigioso premio a jóvenes investigadores ha sido concedido “por sus importantes contribuciones a la comprensión de los fenómenos cromosféricos solares y otros procesos relacionados, combinando teoría, observaciones y experimentación numérica”.



**Nayra Rodríguez Eugenio**, astrofísica divulgadora del IAC, fue nombrada vicecoordinadora nacional en España de la Oficina para la Educación de la Astronomía de la IAU, cargo que ocupará durante el período 2021-2024.

El director fundador del IAC, **Francisco Sánchez**, recibió el “Premio Taburiente” que entrega anualmente la Fundación *Diario de Avisos*.



El **telescopio LST-1** fue reconocido como hito tecnológico en los “European Technology Awards 2021”, que concede *El Suplemento*, un galardón que pone en valor la interacción entre ciencia e industria.



# ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

En el marco de la actividad de apoyo a los proyectos y personal de I+D+i del centro, con la correspondiente carga de trabajo para las unidades y departamentos de los Servicios Generales, destacan las siguientes actuaciones y logros específicos en 2021:

Ejecución de gasto en 2021 por valor de unos **41 millones de euros**.

Ejecución del presupuesto asignado al IAC bajo el **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**.

Aprobación del **nuevo Procedimiento para la Evaluación del Desempeño del personal laboral**.

Aprobación del **Código Ético para el IAC**.

Renovación de los miembros de la **Comisión de Igualdad** para la ejecución del III Plan 2021-2023.

Proyecto de **identificación, clasificación y valoración de las litografías y obras de arte del IAC**.

Readscripción a Dirección y nueva designación para la OTRI como **Oficina de Transferencia y Acciones Institucionales (OTAI)**.

Mejora en el **tiempo medio de pago a proveedores**. Valor medio: 21 días.

**Más de 150 procesos selectivos** de contratación de personal.

Casi **100 mesas de contratación**, más de **50 licitaciones** y más de **1.500 contratos menores**.

Casi **30 nuevas obras e instalaciones**.

**Más de 150 acciones formativas** en Prevención de Riesgos Laborales.

**80 solicitudes de financiación**, casi **100 requerimientos** atendidos y **15 auditorías**.

**Altas de inventario por valor de unos 15 millones de euros**.

Impulso de actuaciones en **ahorro energético mediante el uso de placas fotovoltaicas**.

Apoyo en la preparación del nuevo **Plan Estratégico del IAC 2022-2025**.

Presentación de los **Resultados del Estudio de Evaluación de Riesgos Psicosociales**.

Actualización del **Procedimiento de Gestión de la Tesorería**.

Apoyo y asesoramiento para la elaboración del **Estudio de Sostenibilidad del IAC**.

Adhesión del IAC al **II Marco Estratégico Tenerife Violeta del Cabildo de Tenerife**.

Tramitación de **25 nuevos convenios**, destacando la firma del convenio con CNRS para la creación del Laboratorio franco-español de Astrofísica en Canarias "**FSLAC**".

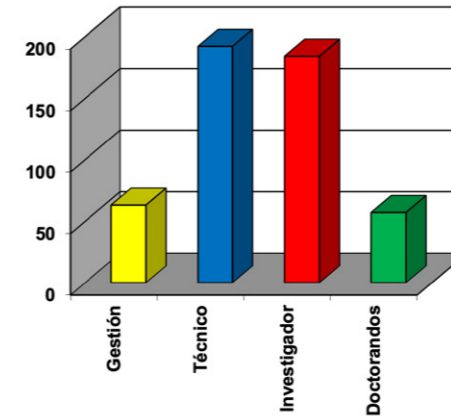
**Representación española en el Comité de Administración y Finanzas de CTAO GmbH**.

**Elaboración de estudio retributivo del personal del IAC**, en cumplimiento del Real Decreto-ley 6/2019, sobre el principio de igualdad entre mujeres y hombres.

Coordinación y gestión de las actuaciones del IAC derivadas de la **alarma sanitaria por COVID-19**.

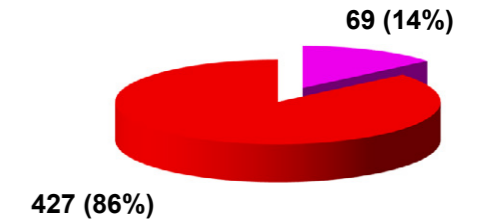


# PERSONAL



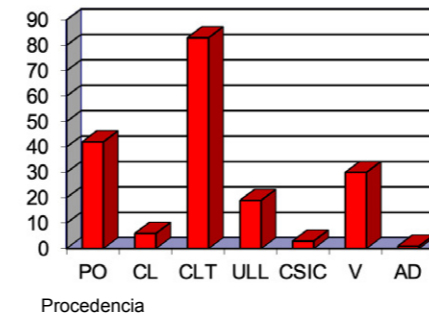
**AD**= Alta Dirección  
**CL**= Contrato Laboral  
**CLT**= Contrato Laboral Temporal  
**CSIC**= Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)  
**PO**= Plantilla Orgánica del IAC  
**ULL**= Universidad de La Laguna (ULL)  
**V**= Varios (sabáticos, becas, colaboradores...)

**TOTAL 496**

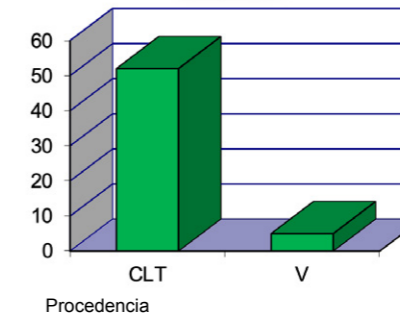


■ Personal Funcionario  
 ■ Personal no Funcionario

**ASTROFÍSICOS**

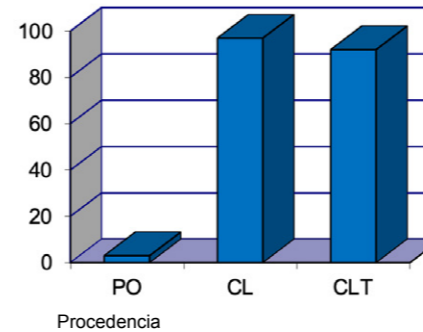


**DOCTORANDOS**

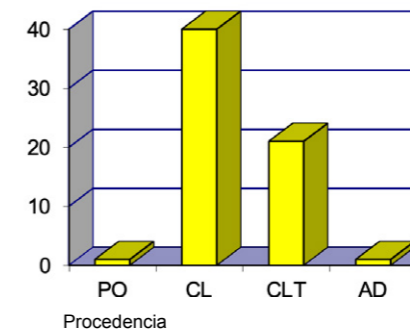


■ Personal Fijo  
 ■ Personal Temporal

**TÉCNICOS**



**GESTIÓN**



■ Astrofísicos  
 ■ Doctorandos

# CULTURA CIENTÍFICA

## PROYECTOS EDUCATIVOS

- **Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos (PETeR)**, de los Observatorios de Canarias y de otros (LCO, SARA). Usuarios: 398 centros educativos (~10.000 estudiantes de Primaria, Secundaria y FP) de toda España. [www.iac.es/peter](http://www.iac.es/peter). Cursos de formación online sobre Astronomía, uso educativo de telescopios robóticos y proyectos de investigación astrofísica (38 horas): 326 docentes.

- **Proyecto Nuestros Alumnos y el ORM:** 16 videoconferencias y 5 conexiones en directo desde distintos telescopios del ORM, con todos los 4º ESO de La Palma y varios centros de enseñanza infantil y primaria.

- **Curso internacional para profesorado "Astronomy Education Adventure in the Canary Islands"**, en el marco de PETeR y en colaboración con NUCLIO, NSO, FTP y CESAR. Curso en línea (27,5 horas). Alcance: 136 educadores de 30 países. Charlas y talleres, uso de telescopios robóticos y herramientas STEM digitales.

- **Proyecto "CosmoLab: El Sistema Solar como Laboratorio en el Aula"**, en colaboración con el Cabildo Insular de Tenerife. 134 docentes formados, 95 centros educativos participantes, 9 préstamos de material. [www.iac.es/cosmolab](http://www.iac.es/cosmolab)

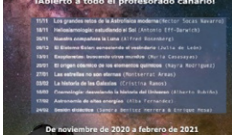
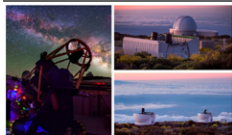
- **Curso de formación: "CosmoEduciendo y descubriendo el Universo"**. Participación: 93 docentes y 17 personas de público general.

- **Proyecto "e-AMANAR"**: Formación de profesorado en formato virtual en enero de 2021 con participación de 20 profesores de los campamentos de refugiados saharauis.

- Portal educativo **Cosmoeduca**: Ampliación a Primaria y colaboración con los proyectos de astronomía del profesorado. Se retoma la lista educativa iac-edu así como el mantenimiento de la web en el nuevo servidor.

- **Otras actividades educativas**: 25 charlas y talleres para alumnado de Primaria y Secundaria, tanto en formato presencial como online.

- **Concurso de infografías "El Sol de un vistazo"**, en el marco del proyecto EST, para alumnos de Secundaria.



## COMUNICACIÓN

### Comunicación externa

- 90 notas de prensa
- 4 entrevistas publicadas
- 110 solicitudes de grabación
- 63 Blog "Vía Láctea" (publicaciones)
- 12 artículos en la revista "Astronomía" y otros medios
- 4 comunicaciones en congresos (1 invitada)

- **Charlas** para público general (presenciales y por YouTube)
- **Cobertura periodística** de eventos y visitas.
- **Ruedas de prensa** (Primeras imágenes de DRAGO y Consejo Rector).
- **Congresos y reuniones online** (Dark and Quiet Skies for Science and Society II y Winter School).
- **Inauguraciones y eventos** (Centro de Visitantes de La Palma, Lanzamiento de DRAGO, Comité Rector del CVRM).

### Web externa

- Creación de una nueva estructura **web Severo Ochoa** e Integración en la web institucional.
- **Manual de Identidad Corporativa y Protocolo de Gestión de Redes Sociales**.

### Redes sociales

- Twitter:** 76.916 (3.631 seguidores nuevos y 4,95 % más que en 2020)
- Facebook:** 26.323 (3.459 y 15,12 % más que en 2020)
- Instagram:** 14.465 (5.889 y 68,66 % más que en 2020)
- LinkedIn:** 5.830 (967 y 19,88 % más que en 2020)
- YouTube:** 5.689 (1.009 y 21,55 % más que en 2020)

## DIVULGACIÓN

### Proyectos de género

- Proyecto: **"Habla con Ellas: Mujeres en Astronomía"**: Tercera edición. 69 videoconferencias con centros educativos, de Infantil a Bachillerato, por 27 astrofísicas e ingenieras del IAC y de otras 10 de instituciones colaboradoras. Alcance: 3.000 estudiantes de 13 Comunidades Autónomas españolas.

- Participación en el proyecto **"Mujeres Científicas Canarias"**, de la Consejería de Educación y la Fundación Canaria Observatorio de Temisas, con charlas y talleres en centros educativos de Canarias.

- Nuevo vídeo de la serie **"Niñas que rompieron un techo de cristal mirando al cielo"** (Capítulo 7).

- Charla **"Astrónomas Ocultas"** en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, con motivo del 8 de marzo, organizada por el Grupo de Observadores Astronómicos de Tenerife (GOAT).

### Ediciones

- **memoria del IAC 2020**.
- **2 calendarios** astronómicos 2021.
- 9 paneles retroiluminados de **"100 Lunas Cuadradas"**

- 1 Libro con fines solidarios: **"En un lugar del Universo..."**. Con textos de figuras de la literatura hispanoamericana inspirados en los Observatorios de Canarias.

- Rollup sobre **"Comunicaciones Ópticas"** para el IACTec.
- **Cartelería**: Becas de instrumentación, 11 FEB, cursos, congresos, pósters de la Luna, banners, gráficos e ilustraciones.

### Amigos del IAC

Primeras actividades del programa "Amigos del IAC", con 500 miembros. Se realizaron **4 "Charlas de introducción a la Astrofísica"** virtuales, impartidas por el personal del centro y disponibles en la web del programa y en el canal de YouTube "IAC vídeos".



### Videos



- 1 vídeo corporativo sobre la cámara infrarroja **DRAGO** (IACTEC).
- 1 vídeo sobre la participación del IAC en **HARMONI**.
- 1 vídeo sobre la **Historia de la Astronomía de Altas Energías (CTA)**.
- 1 vídeo **"TMT La Palma, yo sí quiero"**

### Exposiciones y Ferias

- **Inauguración del Centro de Visitantes del ORM:** Compuesto por un hall, tres zonas expositivas, una sala de proyecciones, una tienda, una sala para actividades didácticas y una sala de exposiciones temporales, todo ello distribuido en unos 1.400 m<sup>2</sup> de superficie.

- **Proyecto de Museo de Historia de la Astronomía en Garafía.**

- Exposición **"100 Lunas Cuadradas"** en el Campus de Pontevedra y en la Universidad de Salamanca.

- Participación en **"Expodrónica 2021"** (Madrid)

- Asistencia a la **Feria de la Ciencia** de la Orotava.



### Otras colaboraciones

- Actividades con el **Museo de la Ciencia y el Cosmos** de Tenerife.

- Reuniones de colaboración con el **grupo de divulgación del ORM (LPIYA)** y el **Grupo de trabajo del Museo de la Astronomía de Garafía**.

- 5 **retransmisiones** de eventos astronómicos (alcance: 140.307 visualizaciones) a través del canal sky-live.tv y organizado dentro de las actividades de divulgación del proyecto Interreg EELabs.

- Charlas divulgativas online para escolares en el marco de **Macaronight 2021: Noche Europea de los Investigadores** (150 estudiantes).



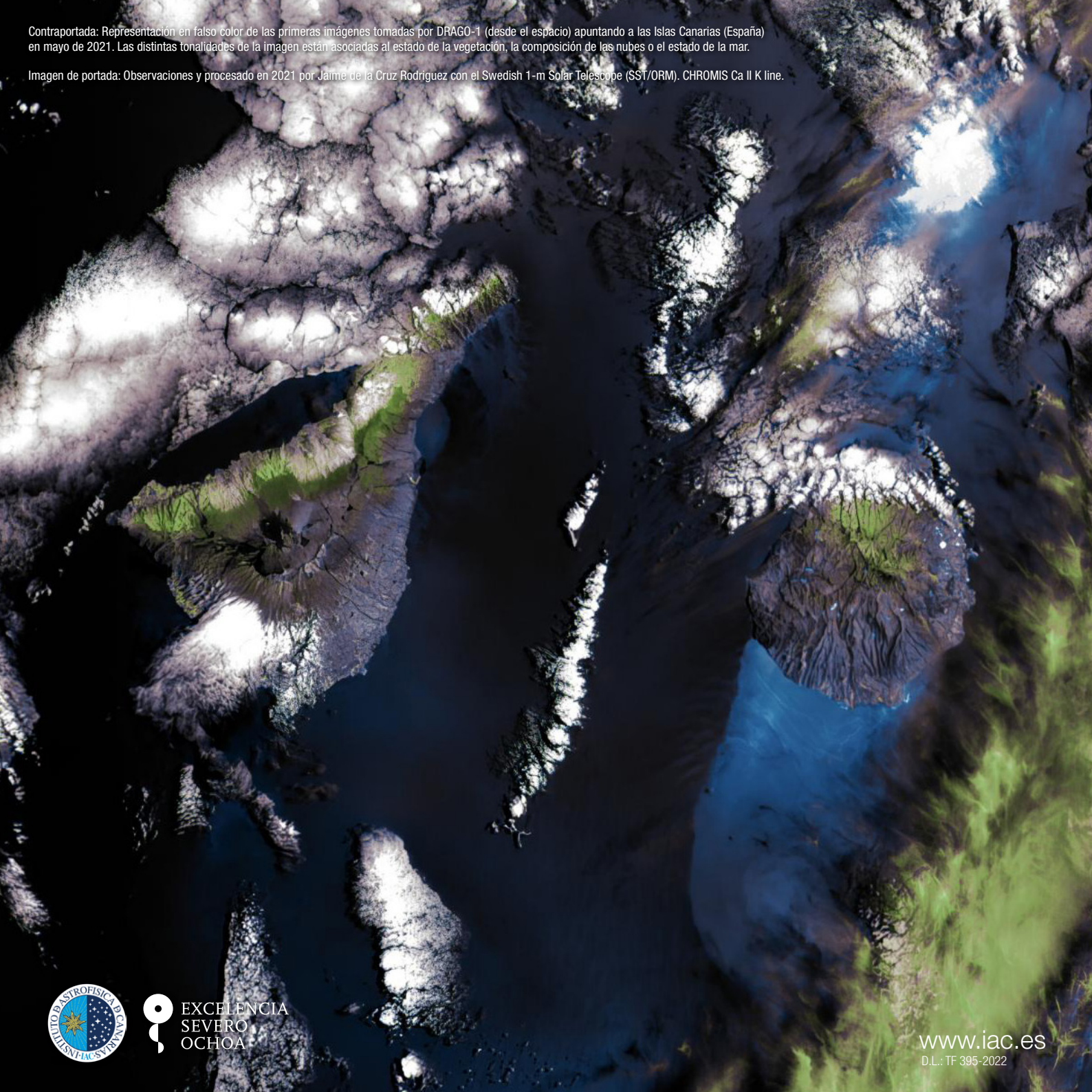
### Eventos astronómicos

- **Seguimiento de efemérides astronómicas:** Conjunción de Venus y Mercurio, eclipse parcial de Sol, lluvia de estrellas (Perseidas y otras), tránsito de la ISS junto a Júpiter y sus satélites...



Contraportada: Representación en falso color de las primeras imágenes tomadas por DRAGO-1 (desde el espacio) apuntando a las Islas Canarias (España) en mayo de 2021. Las distintas tonalidades de la imagen están asociadas al estado de la vegetación, la composición de las nubes o el estado de la mar.

Imagen de portada: Observaciones y procesado en 2021 por Jaime de la Cruz Rodríguez con el Swedish 1-m Solar Telescope (SST/ORM). CHROMIS Ca II K line.



EXCELENCIA  
SEVERO  
OCHOA

[www.iac.es](http://www.iac.es)  
D.L.: TF 395-2022