

MEMORIA ANUAL DE ACTIVIDADES 2024: CENTRO DE MICRO-ANÁLISIS DE MATERIALES

1. Introducción

En este documento se presenta la memoria anual del Centro de Micro-Análisis de Materiales (CMAM) para el año 2024 conforme al [Reglamento por el que se regulan los Institutos Universitarios de Investigación y los Centros Propios de Investigación de la UAM](#). El CMAM tiene un carácter singular, ya que es tanto un Centro de investigación como una Infraestructura científica. Esta dualidad se implementa a través de una visión de tres pilares: programa científico propio, programa de usuarios y actividades formativas. En este documento se hace especial énfasis en los aspectos relacionados con el programa científico propio, si bien se incluye información relevante también sobre los otros dos pilares.

El documento está organizado como sigue: la sección 2 describe las actividades realizadas, incluyendo operaciones, proyectos, otras colaboraciones, estudiantes, publicaciones y divulgación; el apartado 3 hace referencia a la ejecución presupuestaria; por último el apartado 4 recoge el listado actualizado de miembros, junto con una breve explicación sobre la adscripción de científicos al centro.

No se recogen en este documento los aspectos relativos a personal técnico, elemento esencial en la operación y desarrollo del CMAM, ya que esta memoria se limita a lo referente a la regulación UAM sobre centros propios de investigación.

2. Principales actividades desarrolladas

2.1 Operaciones

El instrumento central en torno al cual se articulan las actividades científicas del CMAM es su acelerador de iones de 5 MV, que opera en combinación con seis líneas experimentales dedicadas al uso de los iones como herramienta de análisis o modificación de materiales de aplicación en diversas áreas científicas, así como experimentos de Física Nuclear. El acelerador ha operado durante 2024 un total de 1264 horas, ligeramente inferior a 2023, pero muy comparable al nivel de operación durante los últimos años, en los que el centro funciona de forma muy estable y regular. En esta anualidad de 2024 ha tenido lugar una actuación singular: la instalación y puesta en marcha de un nuevo inyector para el acelerador, incorporando la capacidad de trabajar con haces pulsados de iones ligeros. Esta actuación culmina la ejecución de un proyecto de infraestructura financiado por la AEI, con una inversión total de 0.85 M€ y que supone un impulso estratégico importante para el centro. La instalación duró cerca de un mes y eso hace que el total de horas de operación haya descendido ligeramente. Las horas de operación desglosadas por líneas de extensión, se resumen en la Fig. 1. Nótese que junto con los códigos habituales de las distintas líneas se ha incluido un código nuevo ACC, que hace referencia a las pruebas de puesta en marcha del acelerador con el nuevo inyector una vez completada su instalación.

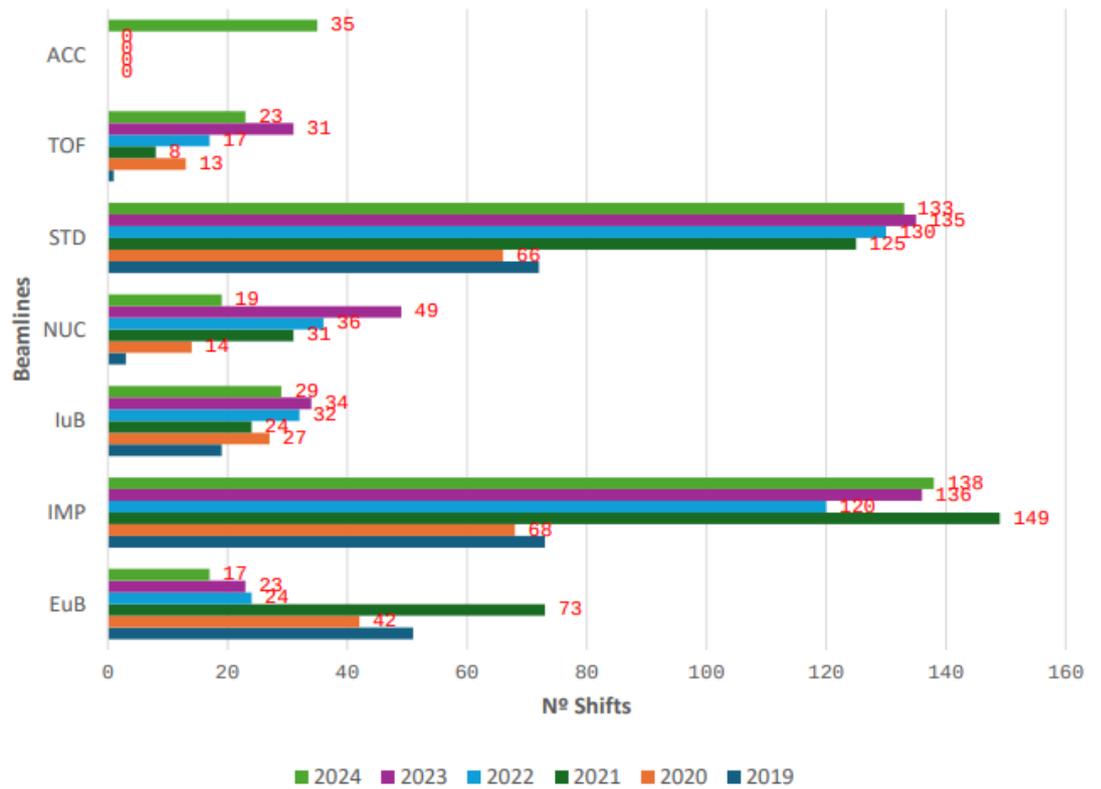


Fig. 1: Número total de turnos (shifts) de experimentación en cada una de las seis líneas de extensión del CMAM, así como para pruebas del acelerador (código ACC) durante los últimos seis años (véase el código de colores a pie de figura). Cada shift corresponde a 3.3 horas.

Los usuarios implicados en los experimentos provienen de diversas instituciones, con un peso muy grande por parte de la UAM, como se refleja en la Fig. 2.

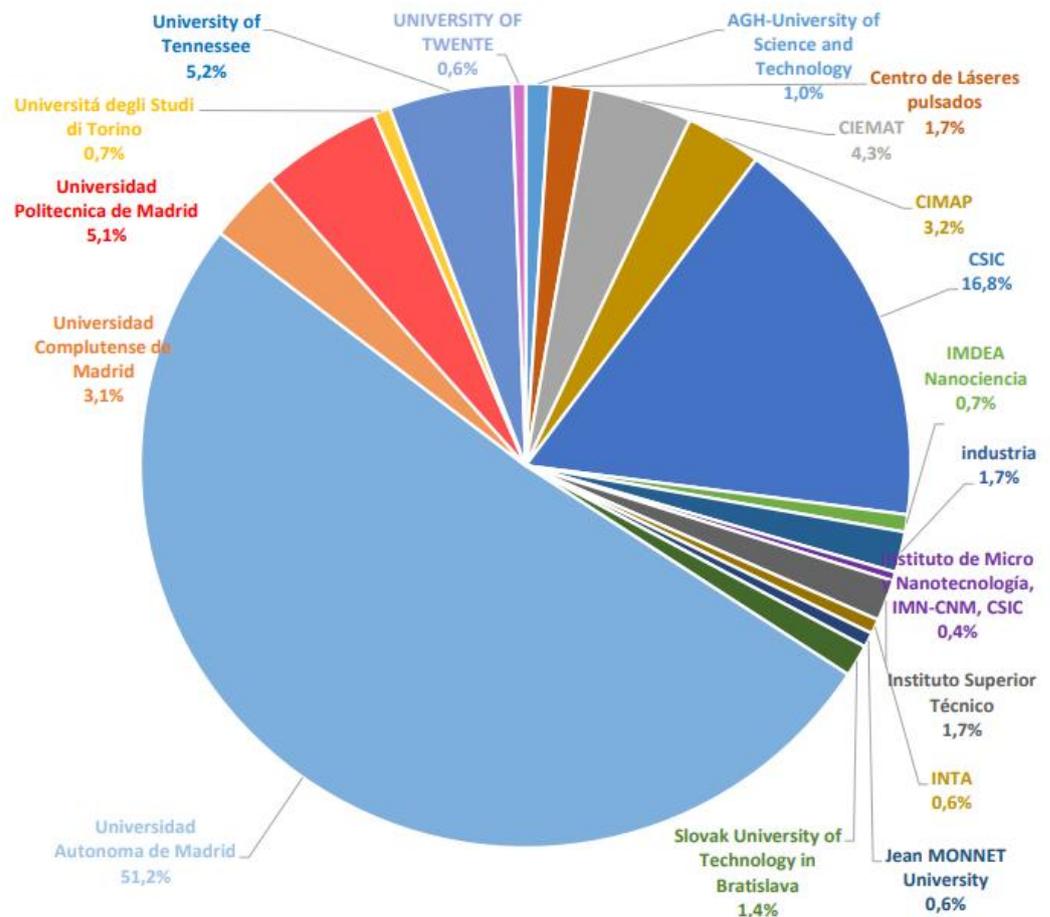


Fig. 2: Porcentaje de tiempo de haz por institución correspondiente a los investigadores principales de cada experimento en el año 2024.

2.1. Proyectos

En este apartado se enumeran los proyectos con financiación externa competitiva en los que participa personal del CMAM, incluyendo sólo aquellos en los que el proyecto está formalmente adscrito al centro. Esto hace que no aparezcan en el listado los proyectos del Plan Nacional liderados por varios científicos adscritos al CMAM de IO-CSIC e IEM-CSIC.

Los siguientes proyectos fueron concedidos antes del inicio de 2024 y han estado en desarrollo durante este año:

- Ultrafast Laser Structuring of Advanced Materials for Photonics, Sensing and Bio-actuation: synthesis, modification and applications, MICINN (2020), IP CMAM: Miguel Manso y María Dolores Ynsa.
- Implementation of a pulsed beam at CMAM, EQC2021-007124-P, MICINN (2021), budget 0.85 M€, IP CMAM: Gastón García.
- Comprendiendo la radioterapia flash con dispositivos de tejido-en-chip y resonancia magnética mejorada con hiperpolarización: FLASHOnChip (PLEC2022-009256), Agencia estatal de Investigación. Coordinador: IBEC. Presupuesto: 898.384 € (total), 146.471,49 € (asignado a CMAM-UAM). CMAM IP: G. García.

- RECYCLABLE MATERIALS DEVELOPMENT at ANALYTICAL RESEARCH INFRASTRUCTURES (Remade@ARI, id 101058414, call HORIZON-INFRA-2021-SERV-01). Coordinator: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf EV (HZDR). Presupuesto: 13.679.983€ (total), 417.537€ (asignado a CMAM-UAM).
- Materiales y sensores cuánticos mediante implantación de iones a MeV, PID2021-127498NB-I00, MICINN (2022). Presupuesto: 133.100 €. IP: M.A. Ramos/N. Gordillo.
- Brain micro-strokes: a new model and novel treatment opportunities, **PID2022-141080OB-C21, MICINN**. Presupuesto: 180.000 €. IP: Celia Tavares de Sousa.
- Magnetoplasmonic nanostructures for Biomedical applications, **2020-T1/IND-19889** – Atracción de Talento (CAM) Modalidad 1. Presupuesto: 200.000€. IP: Celia Tavares de Sousa.
- Advanced strategies and new approaches for protontherapy (ASAP-CM, P2022/BMD-7434), Comunidad de Madrid (2023-26). Coordinator: UCM. Budget: 824.000 € (total). CMAM IP: M.D: Ynsa.
- IAEA Research Agreement No: 27043, 'Ion Beam Techniques at CMAM for Cellular Radiobiology Applications', as part of the IAEA Coordinated Research Project 'F11024' ('Sub-cellular imaging and irradiation using accelerator-based techniques'). CMAM IP: Gastón García/Celia Tavares.
- Research infrastructure access in Nanoscience and Nanotechnology (RIANA), call HORIZON-INFRA-2023-SERV-01-01, coordinator: DESY, budget 14.496.952 E (total), 479.275 € (assigned to CMAM-UAM).

Los siguientes proyectos han sido concedidos y han iniciado su ejecución durante 2024, o bien tienen previsto iniciarla durante 2025:

- Nanotermometría de luminiscencia aplicada al ojo, Agencia Estatal de Investigación. Presupuesto: 143.750€. IPs M. D. Ynsa y E. Martín
- COLABORACION EN EL USO DE ACELERADORES DE IONES PARA FISICA NUCLEAR CON HACES PULSADOS Y EN OTRAS AREAS DE APLICACIÓN, Agencia Estatal de Investigación, redes ICTS. Presupuesto: 70.000€. IP: G. García.
- Nuclear, Astro, and Particle Metadata Integration for eXperiments (NAPMIX), HORIZON-INFRA-2023-EOSC-01 Third Party Project. IP UAM: G. García.

Otras solicitudes de Proyecto han sido enviadas durante 2024 y siguen pendientes de resolución a la fecha de redacción de este informe.

Se confirma por tanto que el CMAM estabiliza una importante actividad en proyectos, tomando como base las sinergias entre su carácter de infraestructura científica y el de centro de investigación.

2.2. Otras colaboraciones nacionales e internacionales

En este apartado se citan algunas actividades colaborativas realizadas en el CMAM durante 2024, no recogidas en el listado de proyectos formales del apartado anterior.

Durante 2024 se han avanzado las actividades de coordinación entre el CMAM y el Centro Nacional de Aceleradores (CNA, Sevilla), como ICTS distribuida de dos nodos, con el nombre "Infraestructura de aplicaciones basadas en aceleradores" (IABA). Se ha avanzado en la

preparación del plan estratégico conjunto para el periodo 2025-28 en el mapa ICTS, para enviarlo ya en 2025. Por otra parte se ha avanzado en el proyecto común de tratamiento de datos científicos con criterios FAIR, tanto en aplicación del proyecto en vigor de redes ICTS liderado por el CNA, como con la solicitud y concesión de un nuevo proyecto europeo (NAPMIX).

El CMAM ha mantenido en 2024 su colaboración con el sincrotrón ALBA, incluyendo la firma de un nuevo convenio que entrará en vigor ya en 2025.

Durante 2024 se ha acogido la estancia de una profesora visitante (Teresa Pinheiro, IST, Lisboa, Portugal). Con esta estancia se han conseguido avances en la línea de microhaz interno y en experimentos con muestras biológicas. Este tipo de estancias es una de las herramientas clave del funcionamiento del CMAM como centro propio de la UAM y se considera esencial continuar con iniciativas de este tipo durante los años siguientes.

Por último, durante 2024 se ha continuado el ciclo de seminarios invitados en el CMAM, con el objetivo de fomentar colaboraciones en diversas áreas de aplicación. Se han acogido nueve seminarios a lo largo del año: Teresa Pinheiro (IST, Lisboa, Portugal), Teresa Kurtukian (IEM-CSIC, Madrid, España), Tieshan Wang (U. Lashou, China), Juan Fuster (IFIC-UV, Valencia, España), Tomás Fernández Bouvier (U. Helsinki, Finlandia), Jai Prakash (NIT Hamirpur, India).

2.3. Estudiantes

Durante 2024 se ha continuado la actividad enfocada a estudiantes, dedicando un 2% del tiempo de haz a actividades docentes e implicando a estudiantes de grado, máster o doctorado en muchos otros experimentos científicos (en cerca del 50% del tiempo de haz total). Numerosos estudiantes han sido supervisados en proyectos de TFG, TFM, prácticas u otro tipo de estancias por parte del personal del CMAM. En junio de 2024 se organizó un encuentro de un día para reunir presentaciones científicas de estudiantes en el CMAM. El formato elegido fue el de presentaciones cortas, de manera que el mayor número posible de estudiantes tuviera la oportunidad de presentar sus trabajos. Se incluyeron estudiantes o jóvenes investigadores dirigidos por personal científico del CMAM, o bien estudiantes dirigidos por usuarios del CMAM. El evento tuvo mucho éxito, con 24 contribuciones y se entregó un diploma a la mejor presentación. En la Fig.3 puede verse el programa científico de la jornada, que se prevé repetir en los años siguientes.

Se espera continuar en los cursos siguientes con un nivel de actividad de este mismo orden, siendo ésta una contribución esencial del CMAM como centro propio de investigación de la UAM.





I YOUNG INVESTIGATORS MEETING CMAM
Thursday, June 20th
Center for Micro-Analysis of Materials (CMAM)

9:00	9:15	Welcome
<i>Session 1. Chair: Andrés Redondo Cubero</i>		
9:15		"In Situ Analysis of Inflammation Detection with Gold Nanoshells by Rutherford Back Scattering and Particle Induced X-Ray Emission". Diego Lecumberri. UAM
9:30		"Boosted visible-light photocatalysis on Au clustered porous Se: Ta ₂ O ₅ thin films". Francisco José Fernández Alonso. CMAM-UAM, ICMM, (Online)
9:45		"Towards fabrication of lateral Josephson junctions: through growth and characterization of quasi-epitaxial Fe/MgO/V and V/MgO/Fe trilayers". Cayetano Hernández Gómez. UAM
10:00		"Thermoelectric efficiency of sputtered epitaxial Fe ₃ VAI and Fe ₃ V _{1.1} W _{1.2} Al (100) and (110) thin films". José María Domínguez-Vázquez. IMN-CNM CSIC, CMAM
10:15		"Femtosecond laser processing of deep-embedded Au nanoparticles in dielectrics towards optoplasmonic tuneability". Irene Solana. IO-CSIC
10:30		"First ERDA-TOF results of H desorption in Mg-Pd films". David Abejón. CMAM-UAM
10:45		"Study of the oxidation processes of Zn ₂ N ₂ layers sensitive to the temperature and humidity conditions". David García-García. CMAM-UAM
11:00		"Study of a possible vertical beam line at CMAM for irradiation biological samples". Javier Luis Correa Laorden. UCM
11:15	11:45	Coffee break
<i>Session 2. Chair: Noelia Maldonado Gavilan</i>		
11:45		"Irradiation and dosimetry protocol for biological samples at the CMAM implantation beamline". Inés del Monte García. UCM
12:00		"Beyond Cancer: The Potential of Proton Therapy for Neurodegenerative Disorders". Carina Marques Coelho. FCUL, LIP, CMAM, (Online)
12:15		"Exploring the theoretical and experimental frontiers of proton therapy". Guillermo Pérez Liñero. CMAM-UAM
<hr/>		
  		
12:30		"Exploring the limits between proton therapy and biological systems". Unai Cuevas Gómez. CMAM-UAM
12:45		"Exploring the synergy between phototherapy and proton therapy with gold nanorods for colorectal cancer treatment". Sara C. Freitas. IFIMUP-UP. (Online)
13:00		"Desarrollo de un Sistema de Modulación de Haz para Irradiación de muestras biológicas en el Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM) usando Simulación Monte Carlo". Adrián Zazpe Apeztegui. UCM
13:15		"First results and future prospects of (α, xn) reaction studies with MONSTER". Alberto Pérez de Rada Fiol. CIEMAT
13:30		"Measurement of ²⁷ Al (α, n) ³⁰ P thick target yields and angular correlations at CMAM". Odette Alonso Sañudo Álvarez. UCM
13:45	15:00	Lunch
<i>Session 3. Chair: Esther Enriquez Pérez</i>		
15:00		"Ion beam nanostructuring of materials". Sunil Kumar. CMAM-UAM
15:15		"Study of modifications induced in optical materials with high energy ions". Felix Graziani. UB, CMAM
15:30		"Simultaneous characterization of ⁶ Li and impurities content in PbLi by ion beam analysis". Guillermo de la Cuerda Velázquez. IFN, UPN
15:45		"Synthesis and characterization of Mg nanoribbons with tunable plasmonic resonances". Alvaro Bueno García. CMAM-UAM
16:00		"Coatings for space and photonic instrumentation in the UV and far UV: nanostructure and optimization including high energy ions". Francesc Vallis Vicent. IO-CSIC, CMAM
16:15		"Research on Defects in Diamond Induced by High-Energy Particle Irradiation". Gangyuan Jia. TUST, CMAM
16:30		"Quest for subsurface amorphization in topological Bi-Sb materials by MeV ion irradiation". Alberto Andriño-Gómez. UAM, INC, CMAM
16:45		"Novel Modification and Analysis of Materials using High - Energy Heavy Ions". Carmen Olivares Alonso. CMAM-UAM
17:00	17:15	Coffee break
17:15	17:30	Awards and closing remarks

Fig. 3: Programa de la jornada de estudiantes del CMAM, celebrada en junio de 2024.

2.4. Publicaciones

En la cadena de actividades científico-técnicas realizadas en el CMAM (experimentos con tiempo de haz, proyectos, estancias de estudiantes, etc...), un indicador muy representativo del nivel global de actividad científica es el número de publicaciones. Este número se monitoriza aplicando los siguientes criterios de atribución:

- Se contabilizan todas las publicaciones con al menos un autor que tenga adscripción exclusiva al CMAM.

- Se contabilizan las publicaciones con al menos un autor que tenga adscripción al CMAM y a otro departamento o institución (o que sea miembro de un grupo adscrito al CMAM) sólo en el caso de que el contenido de la publicación incluya elementos directamente relacionados con las actividades del CMAM.
- Se contabilizan las publicaciones de usuarios externos notificadas y que incluyan datos medidos en el CMAM.

Durante 2024 se han registrado, hasta el momento de escribir esta memoria, 40 publicaciones. Este número es superior al de los años anteriores y supone un nivel de actividad que se aproxima mucho al que puede considerarse óptimo para el centro. En la figura 4 se muestra un registro histórico de publicaciones del CMAM.

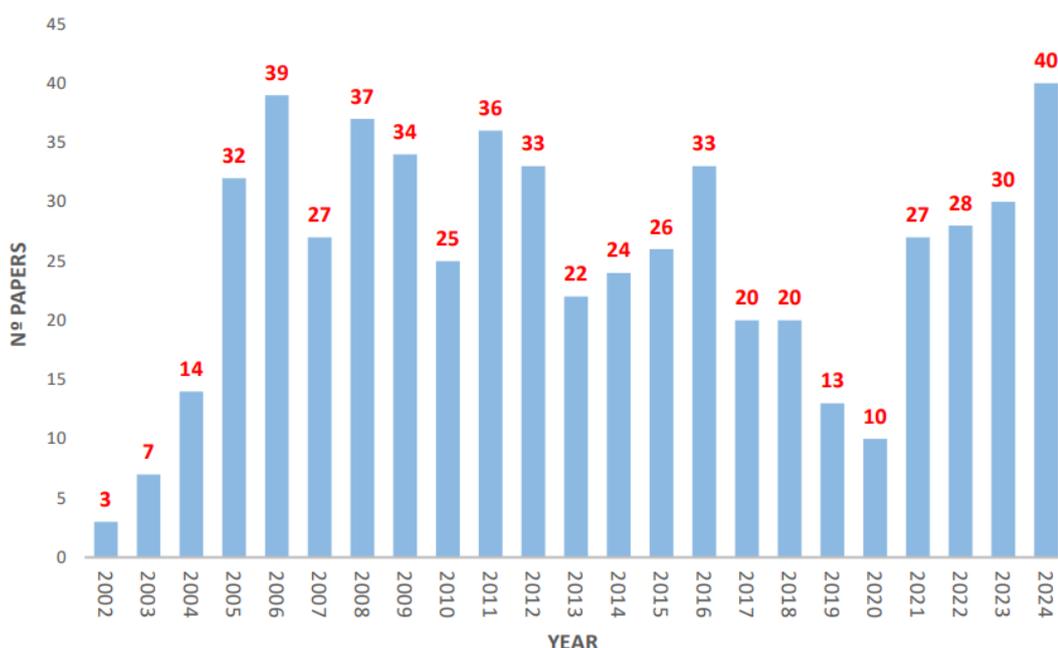


Fig. 4: Registro histórico de publicaciones del CMAM.

2.5. Divulgación

Durante 2024 se han realizado numerosas actividades de divulgación. Entre ellas cabe citar: visitas presenciales de grupos, día internacional de la niña y la mujer en la Ciencia, Día de puertas abiertas del grado de Física en la UAM, visita presencial y taller experimental realizados con motivo de la Semana de la Ciencia.

3. Ejecución presupuestaria

La actividad del CMAM como infraestructura de investigación implica de manera efectiva diversos costes gestionados de forma transversal por parte de la universidad, como: personal, energía, servicios generales de mantenimiento, servicios de apoyo prestados por Segainvex, apoyo administrativo prestado desde el Rectorado, etc... Por añadidura existe una asignación

presupuestaria anual dentro del programa de infraestructuras de investigación, directamente gestionada por la Dirección del centro. Esta partida se dedica a actividades de mantenimiento o desarrollo operativo básicas del centro. En 2024, se ha ejecutado el 100% de este presupuesto (a falta de confirmar detalles menores de cierre). El presupuesto de ingresos, que en anualidades anteriores sólo se ejecutó en parte, ha sido ejecutado a un nivel cercano al de 2023, si bien varios experimentos con facturación realizados en el mes de diciembre han quedado imputados finalmente al ejercicio 2025 por razones administrativas. En 2024 el CMAM no ha recibido ninguna asignación presupuestaria como centro de investigación.

4. Listado actualizado de miembros

Al cierre de 2024 el CMAM cuenta con 16 científicos y 4 grupos adscritos, además de 6 estudiantes de doctorado o ayudantes de investigación. La adscripción al CMAM se canaliza siguiendo uno de los caminos siguientes:

- Nombramiento directo por parte de la UAM (e.g. el director)
- Contrato ligado a un proyecto del CMAM (caso de investigadores postdoctorales) o a una estancia como visitante de larga duración
- Adscripción individual o de grupo según el procedimiento en vigor, que implica un plan científico de colaboración y responsabilidades de apoyo a las líneas de haz experimentales del CMAM, cuyos contenidos son revisados y aprobados por un panel, por un periodo limitado y con posibilidad de renovación.

El listado actualizado de personal científico (doctor) adscrito a título individual y grupos a diciembre de 2024 es el siguiente:

María José García Borge (IEM-CSIC)
Gastón García López (CMAM-UAM)
Nuria Gordillo García (Dpto. Física Aplicada UAM)
Miguel Manso Silván (Dpto. Física Aplicada UAM)
José Olivares Villegas (IO-CSIC)
Miguel Ángel Ramos Ruiz (Dpto. Física de la Materia Condensada UAM)
Andrés Redondo Cubero (Dpto. Física Aplicada UAM)
Belén Cortés (CMAM-UAM)
María Dolores Ynsa Alcalá (Dpto. Física Aplicada UAM)
Noelia Maldonado (CMAM-UAM)
Santanu Kumar (CMAM-UAM)
Celia Tavares de Sousa (CMAM-UAM)
Sunil Kumar (CMAM-UAM)
Noelia Benito (CMAM-UAM)
Antonio Mariscal (CMAM-UAM)
José Luis Fernández Cuñado (IMDEA Nanociencia)
Grupo ELYSE-UAM (Dpto. Física Aplicada UAM)
Grupo FNEXP-IEM-CSIC (IEM-CSIC)
Grupo IFN-DEMARRA (I. Fusión Nuclear, UPM)
Grupo LNF-CIEMAT (CIEMAT)