

WP 3.1: Síntesis de nanopartículas para nanofluidos solares

Dentro del paquete 3.1 se comenzaron cuatro actividades en la anualidad de 2020. Las dos primeras actividades quedaron cerradas y dieron lugar a dos publicaciones en esta anualidad, tal y como se describió en el informe de 2020. Otras actividades, como la 3.1.3, 3.1.4 y 3.1.5 empezaron en 2020 y se cerraron en 2021 dando lugar a tres publicaciones en congresos internacionales. En esta tercera anualidad de 2022 se ha seguido avanzando con las actividades 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8 y 3.1.9 iniciadas en la anualidad anterior y se han iniciado dos nuevas actividades.

Actividad 3.1.1. Síntesis y caracterización morfológica y óptica de nanofluidos solares de agua con nanopartículas de carbono, así como la evaluación de su rendimiento fototérmico en una instalación con un simulador solar. Esta actividad se terminó y justificó en la anualidad 2020 y dio como resultado un artículo publicado <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118763>

Actividad 3.1.2. Desarrollo de una herramienta de simulación numérica basada en elementos finitos para predecir teóricamente los aumentos de temperatura en diferentes nanofluidos solares debidos a la incidencia de una fuente de luz. Esta actividad se terminó y justificó en la anualidad 2020 y dio como resultado un artículo publicado <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2020.105952>

Actividad 3.1.3. Desarrollo de un modelo teórico basado en un problema inverso y modelos de elementos finitos para predecir numéricamente las propiedades ópticas de nanofluidos solares. Esta actividad se comenzó en la anualidad 2020, se terminó y justificó en la anualidad 2021 y dio como resultado una publicación en congreso <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132102020>

Actividad 3.1.4. En colaboración con la Universidad de Granada y la Delft University of Technology (Países Bajos) se ha desarrollado una investigación para poder predecir la rotura de materiales de cambio de fase nanoencapsulados (nePCM). Esta actividad se comenzó en la anualidad 2020, se terminó y justificó en la anualidad 2021, dando como resultado una publicación en congreso <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132102019>

Actividad 3.1.5. Desarrollo y caracterización morfológica y óptica de nanofluidos solares de oro, así como la evaluación de su rendimiento fototérmico en una instalación con un simulador solar. Esta actividad se comenzó en la anualidad 2020 se terminó y justificó en la anualidad 2021, dando como resultado la publicación de "Experimental characterisation of gold nanofluids for solar applications: optical properties and photothermal efficiency" en los proceedings del congreso 15th International Conference on Applied Thermal Engineering (HEFAT) (ISBN: 978-1-77592-216-2)

Actividad 3.1.6. En colaboración con la Universidad de Castilla-La Mancha y la Universitat de Barcelona, se ha estudiado el comportamiento de materiales granulares, basados en arena (sílice) con distintos recubrimientos para su aplicación como materiales de captación de radiación solar en sistemas de colectores solares basados en partículas sólidas. Esta actividad empezó en 2021 y en 2022 ha dado lugar a una publicación conjunta en la revista "Applied Thermal Engineering" y que lleva por título "Experimental study of different coatings on silica sand in a directly irradiated fluidised bed: thermal behaviour and cycling analysis". <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.119169>. Dentro de esta línea se ha participado también junto a la profesora Luisa F. Cabeza de la Universitat de Lleida en la presentación de una solicitud de COST Action en octubre de 2022 que lleva por título TES4entrans para favorecer la creación de una red científica y tecnológica que permita potenciar el papel del almacenamiento de energía térmica (TES) en la transición energética y el futuro sistema energético europeo y también en la solicitud "Red española de almacenamiento de energía térmica" para la convocatoria 2022 de Redes de Investigación de la Agencia Estatal de Investigación.



Figura 8. Diferentes muestras de arena (sin tintar y tintadas) analizadas como material particulado en sistemas de colectores solares

Actividad 3.1.7. En colaboración con la profesora Elif Begum de la Eskisehir Technical University (Turquia), experta en tratamiento estadístico, se ha trabajado conjuntamente en el análisis experimental y estadístico de las propiedades ópticas y fototérmicas de diferentes nanofluidos solares. El diseño de experimento contaba con agua (como fluido base) así como diferentes muestras de nanofluidos de oro con nanopartículas de diferentes tamaño y concentraciones. Esta actividad comenzó en 2021 y en 2022 ha dado lugar a una publicación conjunta “Experimental Characterization and Statistical Analysis of Water-Based Gold Nanofluids for Solar Applications: Optical Properties and Photothermal Conversion Efficiency” en la revista Solar RRL <https://doi.org/10.1002/solr.202200104>



Figura 9. Instalación experimental para medir rendimiento fototérmico de nanofluidos solares <https://doi.org/10.1002/solr.202200104>

Actividad 3.1.8. En colaboración con el doctor Matthias H. Buschmann del Institute of Air Handling and Refrigeration (ILK) de Dresden (Alemania), se plantearon y realizaron pruebas preliminares para sintetizar nanofluidos y/o nanoemulsiones de galio y de galinstan. Se llevaron a cabo diferentes pruebas en 2021 y los resultados se presentaron en el 20th Meeting of the International Association for Transport Properties (IATP) en Julio de 2022 en Lisboa en una presentación que llevaba por título “Thermophysical Properties of Eutectic Gallium-Indium-Tin Alloy Revised” con los siguientes autores M.J. Lourenço, F.J.V. Santos, V. Nunes, M. Alves, C.A. Nieto de Castro (Portugal), R.Mondragón, L. Hernández (Spain), R. Künanz, C. Hanzelmann, S. Feja, M.H. Buschmann (Germany).

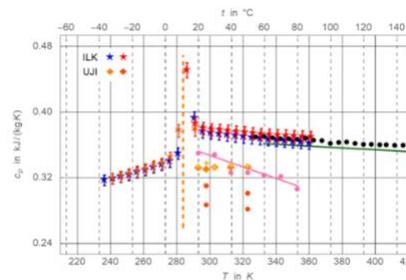


Figura 10. Mezcla eutéctica de galinstan y resultados experimentales obtenidos (IATP, Julio de 2022 Lisboa)

Actividad 3.1.9. En colaboración con el Prof. Simone Mancin de la Università degli Studio di Padova (Italia) y la doctora Simona Barison (CNR), se empezó en 2021 a trabajar en la producción de nanofluidos solares que además de captar energía solar fueran capaces del almacenar energía mediante la incorporación de materiales de cambio de fase (nanoPCM solar). Se han desarrollado nanofluidos en base agua con nanopartículas de carbono (para eficiente la absorción solar) y parafinas como materiales PCM, que permitan maximizar el almacenamiento de energía mediante su calor latente. Los resultados preliminares se han presentado en una contribución al congreso 6th International Symposium on Innovative Materials and Processes in Energy Systems ([Impress2022](#)) celebrado en Octubre de 2022 en Barcelona "Characterisation of hybrid carbon - paraffin/water nanoemulsions for DASC: stability, thermal energy storage and optical properties". También se presentaron varios de estos resultados en el workshop de la Red Española de Almacenamiento de Energía Térmica celebrado en Noviembre de 2022 en Sevilla. Dentro de esta línea Jorge Burgos (personal investigador en formación contratado a cargo del presente proyecto) ha realizado una estancia de investigación financiada por la Generalitat Valenciana en los laboratorios de Prof. Simone Mancin (Università degli Studio di Padova (Italia)) entre septiembre y diciembre de 2022. Se planea a corto plazo una publicación conjunta que analice todo el proceso de optimización de los nanoPCM y su caracterización.

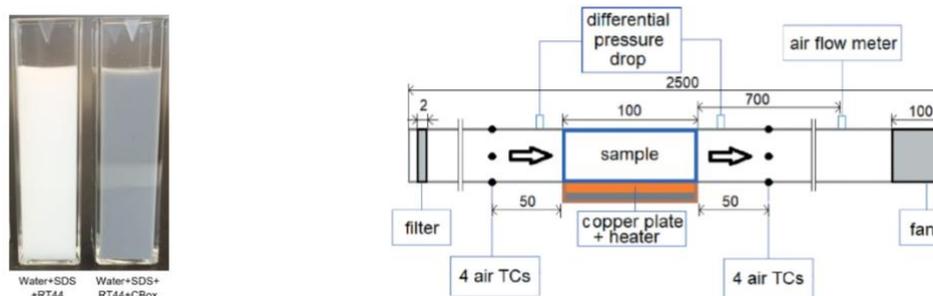


Figura 11. Muestras de nanoPCM solares sintetizados y esquema de la instalación experimental de medida de Università degli Studio di Padova (Italia) <https://doi.org/10.1080/08916152.2022.2084472>

Actividad 3.1.10. Desarrollo de un equipo de caracterización térmica para muestras heterogéneas. Una de las partes importantes del desarrollo de los nanofluidos es su correcta caracterización, puesto que dadas sus características heterogéneas con muy pequeñas cantidades de nanopartículas, los resultados obtenidos con los equipos convencionales pueden presentar poca repetitividad si el tamaño de muestra es muy pequeño y por lo tanto poco representativo. En concreto, para los nanoPCM solares mencionados en la actividad anterior, es clave una correcta caracterización térmica tanto de la parte de calor específico como del calor latente.

Mediante una ayuda de movilidad para la realización de estancias en grupos de investigación de la Universitat Jaume I para personas provenientes de países y poblaciones prioritarias para la cooperación valenciana, la investigadora Marlory Isaza Ruiz (Universidad de Antioquía, Colombia) realizó una estancia de investigación en el GFM durante el mes de febrero de 2022. Durante este tiempo estuvo colaborando en la puesta a punto de un equipo de T-history que permitía poder medir propiedades térmicas para sustancias heterogéneas a baja temperatura. El desarrollo del equipo supone un salto importante para la correcta caracterización térmica de los nanoPCM solares sintetizados por el grupo de investigación. Los resultados preliminares se han presentado en una contribución al congreso 6th International Symposium on Innovative Materials and Processes in Energy Systems ([Impress2022](#)) celebrado en Octubre de 2022 en "Development and validation of a low temperature T-history setup for thermal characterisation of nanoemulsions" y actualmente se está preparando un artículo de revista relacionado con los resultados obtenidos.

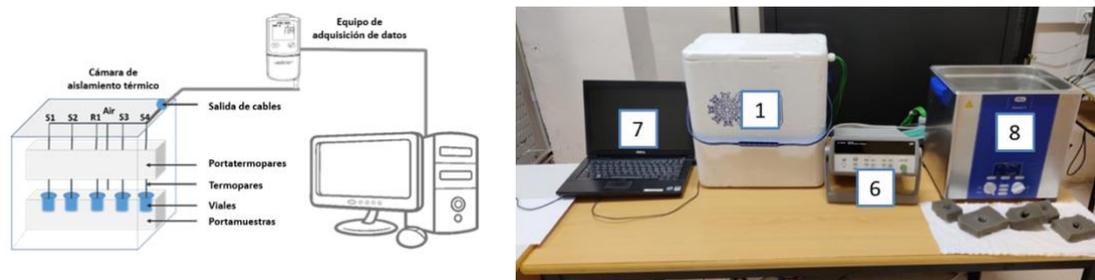


Figura 12. Esquema e implementación de T-history.

Actividad 3.1.11. En colaboración con el doctor Matthias H. Buschmann del Institute of Air Handling and Refrigeration (ILK) de Dresden (Alemania), Bartosz Zajączkowski (Wrocław University of Science and Technology, Polonia) y Arturo Ortigosa (Escuela de Negocios ESIC, Valencia) se está trabajando conjuntamente en una propuesta de proyecto europeo partiendo de la idea de usar nanofluidos para generar un recubrimiento que mejore la eficiencia en termosifones

con cambio de fase. La idea sería poder aplicar esta técnica a diferentes dispositivos, entre ellos colectores solares. Es una idea preliminar que surge de una colaboración previa en el proyecto europeo CIG [Nanoconvex](#). Del 3 al 7 de octubre de 2022 Matthias H. Buschmann realizó una estancia en la UJI para analizar los resultados obtenidos hasta ahora, visitar los equipos experimentales disponibles en el grupo de investigación y planificar los pasos futuros para plantear proyectos futuros. Además, en Enero de 2023 está prevista la asistencia a la jornada "Pre-Jumpstarter workshop" organizada por COST en Bruselas para presentar la propuesta de proyecto y buscar financiación adecuada.