

## 1.- Resumen de la propuesta.

En la presente convocatoria, se solicita la incorporación de 4 doctores, para realizar trabajo de investigación en la línea prioritaria o estratégica del PAIDI denominada **Energías Renovables, Eficiencia Energética y Construcción Sostenible**, con dos orientaciones distintas:

- a) Estudio y desarrollo de procesos de Generación, Conversión y Almacenamiento de energías renovables. (2 contratos).
- b) Desarrollo y Caracterización Avanzada de Materiales y su Integración en Dispositivos para Generación, Conversión y Almacenamiento de energías renovables. (2 contratos).

## 2. Trayectoria en I+D+i de la entidad solicitante referida a los últimos 10 años.

El Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (ICMS) es un centro mixto CSIC-Universidad de Sevilla donde trabajan actualmente 50 investigadores fijos junto con otras 50 personas (técnicos superiores y doctores) laborales o contratados. Todos ellos se encuadran en 14 grupos de investigación que abordan múltiples temáticas del ámbito de la Ciencia y Tecnología de Materiales Avanzados. Estos grupos se clasifican en dos de las áreas científicas del **PAIDI: Ciencias Exactas y Experimentales (FQM), y Tecnologías de la Producción (TEP)**.

La mayor parte de la investigación desarrollada a lo largo de los últimos 10 años, con un porcentaje del entorno al 90% de los proyectos) es investigación básica y aplicada dentro del ámbito prioritario de **Energías Renovables y Eficiencia Energética**. Mas concretamente, se investiga para mejorar **la Generación de energía** (ya sea ésta fotovoltaica, térmica solar de concentración o piezoeléctrica), en la **Transformación del Vector energético** (mejoras en la generación de H<sub>2</sub> a partir de hidrocarburos o de agua, empleo de recursos renovables como la biomasa, etc.) y en el **Almacenamiento energético** (termoquímico en plantas de concentración, electroquímico en baterías de tipo ion-Li). Como prueba de esta marcada inclinación por el estudio de materiales y procesos implicados en las referidas temáticas, en la tabla I que se adjunta, se recogen los títulos de algunos de los proyectos mas relevantes, con indicación de su cuantía económica. En total, la financiación competitiva obtenida por el ICMS en los últimos 10 años ha ascendido a algo mas de 24.5 millones de euros, 1.85 millones en el año 2019.

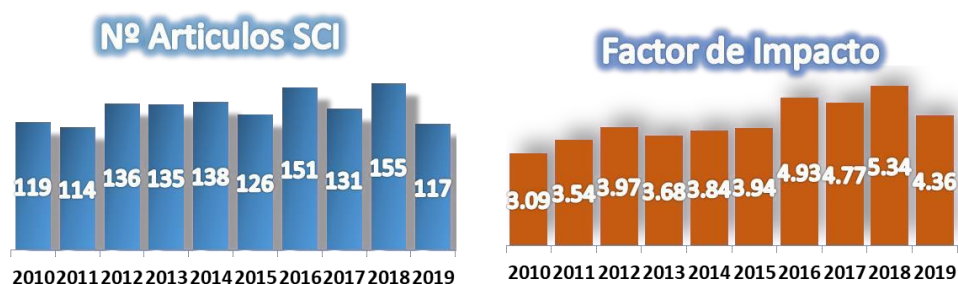
Además de estos proyectos científicos, financiados por los gobiernos regional, nacional y europeo, debemos destacar que el ICMS ha sido receptor en los últimos 10 años de 3 contratos **ERC-Starting Grants europeos**, con financiaciones del ~1.5 Millones cada uno, de 3 proyectos **Marie Curie** y dos macro proyectos: **Recupera** (1.5 Millones €) y **AI-Nanofund** 2.7 Millones €).

**Tabla I:** Pproyectos mas relevantes ejecutados en el ICMS sobre “Energías Renovables y Eficiencia Energética”, (solo en el periodo 2014-2018). Titulos y cuantía económica.

Titulo	Miles €
Nanophosphor-based photonic materials for next generation light-emitting devices	1500
Sistemas cataliticos estructurados para la produccion de biocombustibles	303
Unidad altamente optimizada para un Sistema solar sostenible y mejorado	244
Desarrollo de catalizadores biomórficos obtenidos a partir de biomasa residual para producción de hidrógeno y refino de bio-oil	225
Desarrollo de nuevos materiales nanoestructurados para la valorizacion de metano a hidrogeno y olefinas C2-C4	206
Desarrollo de procesos catalíticos y fotocatalíticos para la valorización del gas natural: activación y transformación de metano e hidrocarburos ligeros	195
Aprovechamiento de biomasa y producción sostenible de energía mediante (Foto)catalizadores y reactores estructurados basados en materiales carbonosos	194
Materiales opticos avanzados para dispositivos optoelectronicos mas eficientes	182
Desarrollo de catalizadores soportados sobre estructuras porosas para aplicaciones de generacion y combustion catalitica de hidrogeno en el contexto de energias renovables	178
Desarrollo de catalizadores y soportes para procesos de almacenamiento quimico de energia neutros en CO2 basados en liquidos organicos portadores de hidrogeno	176
Integration of photonic nanostructures in flexible dye solar cells	173
A full plasma and vacuum integrated process for the synthesis of high efficiency planar and 1D conformal perovskite solar cells	158
Photonic nanostructures for Light-Emitting Devices	158
Desarrollo de procesos de combustión catalítica de hidrógeno y estudio de su integración en dispositivos para aplicaciones portátiles	153
Integracion del proceso ca-looping en centrales de energia solar concentrada para el almacenamiento termo-quimico de energia	145
Plasmas de Descarga de Barrera Dieléctrica para el Desarrollo de Procesos Industriales a Presión Atmosférica (Dbd-Tech)	144
Estudio de la inmovilización de metales pesados por micras de alta carga sintéticas organofuncionalizadas: pruebas a escala de laboratorio	141
Diseño racional de fotocatalizadores altamente eficientes mediante control a nivel atómico	97
Recubrimientos para aplicaciones en energia y alta temperatura	83
Almacenamiento termoquímico hibrido de energía solar concentrada SOLARTEQH	82

Nuevo concepto de caldera de biomasa basada en materiales biocerámicos y combustión porosa para operación eficiente con residuos	61
Tratamiento sostenible de residuos industriales: materiales adsorbentes de diseño y bionanocomposites en la inmovilización de metales pesados y productos de fisión	61
Nanoestructuras fotónicas para dispositivos emisores de luz más eficientes y versátiles.	10

Fruto de este trabajo investigador, entre 2010 y 2019 se han publicado más de **1350 artículos** en revistas SCI, de las cuales el **70 %** corresponden al **primer cuartil**, que han recibido en conjunto más de **24.000 citas**. Como puede verse en la Figura 1, tanto el número de publicaciones anuales como el índice de impacto medio de las mismas ha aumentado regularmente a lo largo de los últimos 10 años. Considerando la totalidad de sus miembros y desde su creación, el ICMS tiene actualmente un índice **h=87**, habiendo recibido sus artículos unas **60000 citas** (para el año 2019, estimamos unas 7000 citas). Desde el punto de vista tecnológico, decir que a lo largo de esta década se han presentado 51 patentes, de las cuales 2 se han licenciado a empresas nacionales.



**Figura 1:** Evoluciones del número de artículos SCI publicados (izquierda) y del índice de impacto promedio (derecha) del ICMS en los últimos 10 años.

Para reflejar mejor la situación actual, en la Tabla II hemos recogido una selección de 14 artículos, publicados todos en los dos últimos años y posicionados en el **primer decil y** dentro del ámbito de **las Energías Renovables y la Eficiencia Energética**. Sus índices de impacto van desde 7.3 hasta 33.

Finalmente, en cuanto a indicadores de calidad de la investigación realizada en el ICMS, decir que un conjunto amplio de investigadores jóvenes del ICMS han sido galardonados con diversos premios en el periodo 2014-2019: 3 veces al mejor artículo del año (Ebro-Foods), 5 a la mejor tesis doctoral (RSEQ, RSEF, GECAT, GEFES, Universidad Sevilla), 5 a jóvenes investigadores (Maestranza de Sevilla, Manuel Losada) y 2 a investigadores senior (RSEF-Fund.BBVA).

**Tabla II:** Artículos más destacados de los años 2018 y 2019 en el ámbito de las Energías Renovables y la Eficiencia Energética. (Título, referencia e índice de impacto).

- **High voltage vacuum-deposited  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ - $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  tandem solar cells.** Energy & Environmental Science, 11 (2018) 3292-3297 (FI: 33,25)
- **3D core-multishell piezoelectric nanogenerators.** Nano Energy, 58 (2019) 476-483 (FI: 15,548)
- **Photonic structuring improves the colour purity of rare-earth nanophosphors.** Materials Horizons, 5 (2018) 661-667 (FI: 14,356)
- **Enhanced photocatalytic removal of phenol from aqueous solutions using ZnO modified with Ag.** Applied Catalysis B-Environmental, 225 (2018) 197-206 (FI: 14,229)
- **New concept for old reaction: Novel WGS catalyst design.** Applied Catalysis B-Environmental, 238 (2018) 1-5 (FI: 14,229)
- **Solar pilot plant scale hydrogen generation by irradiation of Cu/TiO<sub>2</sub> composites in presence of sacrificial electron donors.** Applied Catalysis B-Environmental, 229 (2018) 15-23 (FI: 14,229)
- **The Calcium-Looping (CaCO<sub>3</sub>/CaO) process for thermochemical energy storage in Concentrating Solar Power plants.** Renewable & Sustainable Energy Reviews, 113 (2019) 109252 (FI: 10,556)
- **Highly Efficient Transparent Nanophosphor Films for Tunable White-Light-Emitting Layered Coatings.** ACS Applied Materials & Interfaces, 11 (4) (2019) 4219-4225 (FI: 8,456)
- **Low-cost Ca-based composites synthesized by biotemplate method for thermochemical energy storage of concentrated solar power.** Applied Energy, 210 (2018) 108-116 (FI: 8,426)
- **Iron-Catalyzed Graphitic Carbon Materials from Biomass Resources as Anodes for Lithium-Ion Batteries.** Chemosuschem, 11 (2018) 2776-2787 (FI: 7,804)
- **High {0 0 1} faceted TiO<sub>2</sub> nanoparticles for the valorization of oxygenated compounds present in aqueous biomass-derived feedstocks.** Journal of Catalysis, 358 (2018) 266-276 (FI: 7,723)
- **In situ monitoring of the phenomenon of electrochemical promotion of catalysis.** Journal of Catalysis, 358 (2018) 27-34 (FI: 7,723)
- **Cu<sub>x</sub>Co<sub>3-x</sub>O<sub>4</sub> ultra-thin film as efficient anodic catalysts for anion exchange membrane water electrolyzers.** Journal of Power Sources, 415 (2019) 136-144 (FI: 7,467)
- **Absorption and Emission of Light in Optoelectronic Nanomaterials: The Role of the Local Optical Environment.** Journal of Physical Chemistry Letters, 9 (2018) 2077-2084 (FI: 7,329)

3. Descripción y objetivos de la actividad de I+D+i a desarrollar por cada una de las áreas científico-técnicas(1). Excelencia científica de la propuesta.

En la presente convocatoria, se solicita la incorporación de 4 doctores, para realizar trabajo de investigación en la línea prioritaria o estratégica del PAIDI denominada **Energías Renovables y Eficiencia Energética**, con dos orientaciones distintas:

- a) Estudio y desarrollo de procesos de Generación, Conversión y Almacenamiento de energías renovables (2 contratos).
- b) Desarrollo y Caracterización Avanzada de Materiales y su Integración en Dispositivos para Generación, Conversión y Almacenamiento de energías renovables (2 contratos).

En todos casos, se trata de incorporar a los futuros candidatos a alguno de los grupos con proyectos vigentes en dichas temáticas en el momento de su incorporación, y con el mayor tiempo de vida posible.

Respecto de los **2 contratos para el “Estudio y desarrollo de procesos de Generación, Conversión y Almacenamiento de energías renovables”**, se propone abordar alguno de los siguientes objetivos (en función del grupo en el que definitivamente se encuadre el candidato):

- Aumentar el rendimiento en la producción de H<sub>2</sub> a partir CH<sub>4</sub>,
- Aumentar la eficiencia de electrolizadores de agua para la obtención de H<sub>2</sub>,
- Mejorar la actividad y selectividad de catalizadores empleados en la purificación de H<sub>2</sub> (eliminación de CO, SH<sub>2</sub>, etc.) y que suelen resultar nocivos para el empleo de este gas en dispositivos tipo celda de fuel.
- Mejorar la actividad y selectividad de catalizadores empleados en la obtención de reactivos químicos alternativos al H<sub>2</sub> como vectores energéticos: Metanol, folmalhedido, etc.
- Mejorar la eficiencia y reversibilidad de hidruros metálicos como almacenadores de H<sub>2</sub>.
- Mejorar la eficiencia y reversibilidad de materiales electródicos empleables en baterías de tipo ion-Li. (grafenos, grafitos, etc.).
- Evaluación de materiales para el almacenamiento termoquímico de la energía: eficiencia, reversibilidad y coste del material.

Y respecto de los **2 contratos solicitados para el “Desarrollo y Caracterización Avanzada de Materiales y su Integración en Dispositivos para Generación, Conversión y Almacenamiento de energías renovables”**, se propone abordar alguno de los siguientes objetivos (en función del grupo en el que definitivamente se encuadre el candidato):

- Desarrollo y mejora de componentes de celdas fotovoltaicas avanzadas.
- Desarrollo y mejora de componentes de celdas de fuel.
- Desarrollo de electrodos para baterías de tipo ion Li.
- Desarrollo de componentes de espejos para concentradores solares térmicos.
- Desarrollo de componentes para la mejora de la emisión luminosa de fuentes LED.

## 5.- Adecuación de la propuesta a las prioridades temáticas del PAIDI 2020

Como ya se ha mencionado, las 4 contrataciones que se solicitan se encuadran plenamente en la línea prioritaria o estratégica del PAIDI denominada **Energías Renovables y Eficiencia Energética y Construcción Sostenible**.

## 7. Experiencia a adquirir por el personal investigador contratado y su repercusión en la empleabilidad del mismo.

La experiencia a adquirir por el personal investigador a incorporar en esta convocatoria va a ser, sin duda, vital para su posterior empleabilidad y para el progreso tecnológico de las empresas en las que finalmente se empleen. Sin pecar de arrogancia, podemos afirmar que en ningún otro centro de investigación de Andalucía se dan condiciones mejores para la formación de profesionales investigadores del más alto nivel en el ámbito de las aplicaciones energéticas y medioambientales de los Materiales avanzados. Los seleccionados no solo adquirirán una sólida formación en aspectos de vanguardia relacionados con los materiales, procesos y fabricación de dispositivos empleados en la generación, transformación y almacenamiento de energías renovables, sino que además adquirirán una compleja formación complementaria que sólo parcialmente podrían adquirir en otros centros de investigación de nuestra comunidad. Entre estos aspectos, no citados hasta ahora, merecen destacarse ahora:

1. El aprendizaje de técnicas de fabricación de materiales en forma de películas delgadas nanoestructuradas. No existen en todo el sur de España ningún laboratorio que tenga capacidades de fabricación de películas delgadas comparable a los existentes en el ICMS. Técnicas que van desde el medio líquido (spin coating, dip coating) al gaseoso y al vacío (CVD, plasma-CVD, Sputtering, electron beam, ...).
2. Técnicas de caracterización avanzadas de materiales, tanto en forma de películas delgadas nanoestructuradas y estructuras multicapas: caracterización química, microestructural, estructural, óptica, electrónica, eléctrica, afinidad superficial, magnética, dureza, fricción, reactividad química, actividad y selectividad catalítica, electrocatalítica, fotoquímica, ...
3. Aprendizaje de técnicas de fabricación y caracterización de polvos nanoestructurados: composición, tamaño y forma de partículas, propiedades ópticas, propiedades catalíticas, propiedades sensoras, propiedades diagnósticas, etc.
4. Técnicas de síntesis y procesamiento de materiales con el empleo de plasmas (en vacío o en presión atmosférica).

En este sentido, debemos resaltar que los doctores egresados de nuestro Instituto, se han empleado tanto en instituciones académicas del mayor nivel (Universidad de Münster, Universidad de Harvard, Universidad de Surrey,...) como en empresas europeas punteras del sector de las energías renovables (Abengoa Solar, Quantas Energy, VP Plast, Axon Nanotech, Robert Bosch, Q-Cells, Schott Solar, Tecnalía, Alter,...).