

PLATAFORMA TECNOLÓGICA  
DE MATERIALES AVANZADOS  
Y NANOMATERIALES

**materplat**™

# ESTRATEGIA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE MATERIALES AVANZADOS Y NANOMATERIALES



## ÍNDICE

PRÓLOGO .....	4	Oceánica marina .....	52
RESUMEN EJECUTIVO .....	5	Geotérmica .....	53
¿QUÉ ES MATERPLAT? .....	6	Nuclear de fusión .....	55
IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES COMO MOTOR DE INNOVACIÓN. HACIA UNA ECONOMÍA COMPETITIVA Y SOSTENIBLE .....	9	Nuclear de fisión .....	56
ESTRATEGIA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE MATERIALES AVANZADOS Y NANOMATERIALES .....	11	H <sub>2</sub> y pilas de combustible .....	58
METODOLOGÍA UTILIZADA .....	11	Captura, transporte, almacenamiento y usos y transformación del CO <sub>2</sub> .....	62
TRANSPORTE .....	13	Almacenamiento .....	64
Aeroespacial .....	15	Bioenergía .....	66
Automoción .....	20	Entidades colaboradoras .....	69
Ferrovionario .....	23	<b>MATERIAS PRIMAS .....</b>	<b>71</b>
Marítimo .....	26	Polímeros y composites .....	75
Infraestructuras .....	29	Metales .....	79
Entidades colaboradoras .....	31	Cerámicos .....	81
<b>SALUD .....</b>	<b>33</b>	Minerales industriales .....	83
Dispositivos médicos .....	35	Cementos .....	85
Scaffolds, prótesis e implantes .....	36	Materiales de origen natural (bio) .....	87
Nanomateriales para terapia .....	38	Caucho .....	89
Nanomateriales para diagnóstico .....	40	Nanomateriales .....	92
Entidades colaboradoras .....	41	Entidades colaboradoras .....	94
<b>ENERGÍA .....</b>	<b>43</b>	<b>CIUDADES INTELIGENTES .....</b>	<b>95</b>
Fotovoltaica .....	46	Energía .....	98
Solar de concentración / solar termoeléctrica .....	48	Medio ambiente .....	100
Solar térmica de baja temperatura .....	49	Edificios e infraestructuras urbanas .....	101
Eólica .....	50	Tics .....	103
		Sensores .....	104
		Seguridad .....	106
		Entidades colaboradoras .....	107
		<b>ANEXO I. COORDINACIÓN Y ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>109</b>
		<b>ANEXO II. GLOSARIO .....</b>	<b>112</b>

## PRÓLOGO

Presentar en la actualidad una estrategia tecnológica en la que no se le dé relevancia en sus primeras líneas a la digitalización o al “big data”, parece sorprendente y por supuesto arriesgado. Sin embargo es el caso del presente documento, que tengo el placer y orgullo de introducir. Es obvio que recientemente varios de los desarrollos más relevantes han estado y siguen estando basados en la llamada sociedad de la información, pero ésto no quiere decir que no existan otras áreas de similar importancia económica, tecnológica y por supuesto social. Sin duda es el caso de este documento, en el que se revisa, analiza y propone vías de desarrollo en el área de los materiales avanzados y nanomateriales. Prácticamente todos los sectores económicos de una sociedad avanzada tienen su fundamento en una industria básica de materiales, que sirve a su vez de base para su posterior transformación en productos que mejorarán, ahora y en un futuro cercano, la vida de los ciudadanos. Esto último debe ser, sin duda, el objetivo principal de esta estrategia, aunque sea de una manera indirecta.



Por esto mismo, entendemos en **MATERPLAT**, que este objetivo no debe estar ceñido a un marco temporal reducido, sino que debe considerar las próximas generaciones igualmente. En otras palabras, no hay alternativa a un desarrollo que no considere el ciclo completo de vida de cualquier solución tecnológica y por supuesto de nuevos materiales o nanomateriales empleados en dicha solución. En consecuencia, la reutilización, reducción de materiales básicos o auxiliares, y por supuesto el reciclaje tanto del producto final como de subproductos intermedios, son tecnologías a tener en cuenta de manera prioritaria, y por tanto, son parte fundamental de la presente memoria.

Es importante destacar, además, que **MATERPLAT** da y va a dar una alta importancia a la colaboración con otras plataformas y asociaciones, tanto a nivel nacional como europeo, sin olvidar a medio plazo su posible extensión a otras asociaciones a nivel mundial. En lo relativo a la educación en cualquiera de sus fases, consideramos que un esfuerzo adicional de coordinación es necesario a medio plazo y será motivo de especial interés en siguientes ediciones de la presente estrategia.

Por último indicar que cualquier desarrollo tecnológico, y en particular en el área de materiales, deberá estar siempre basado en los siguientes cinco pilares:

- Formación
- Colaboración
- Innovación
- Perseverancia
- Pasión

Si somos capaces de fomentar estos principios, en particular el último, el futuro de los materiales avanzados en España, estará asegurado.

Fdo.: José Sánchez Gómez

## RESUMEN EJECUTIVO

El sector industrial español se enfrenta a constantes retos tecnológicos, a corto, medio y largo plazo, para garantizar su competitividad y crecimiento en un mercado globalizado y en constante cambio como el actual. En la **Plataforma Tecnológica Española de Materiales y Nanomateriales (MATERPLAT)** sabemos que contar con una estrategia de investigación, desarrollo e innovación que conduzca a la obtención de materiales de alto valor añadido, así como a los procesos de fabricación y transformación que permitan su implantación a nivel industrial, es una prioridad para cualquier país que quiera asegurar su competitividad y liderazgo tecnológico en el mercado internacional.

Es por ello que, durante el año 2017, **MATERPLAT** ha trabajado en la elaboración del documento **Estrategia Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales**, con el objetivo de recoger y reflejar los retos tecnológicos, necesidades y barreras asociadas a los sectores industriales que claramente requieren innovación en materiales avanzados, así como en sus procesos y/o productos, para asegurar su competitividad, sostenibilidad y crecimiento. Además, este documento pretende alinear las estrategias de los diferentes agentes del sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación y concentrar así los esfuerzos de I+D+i asociados al campo de los materiales y nanomateriales.

Aunque el documento muestra los retos, necesidades y barreras actuales también recoge proyecciones a futuro hasta un horizonte temporal del año 2030. Y para que este trabajo no se convierta en una foto fija y limitada, se ha diseñado un mecanismo de revisión anual de versiones que irá actualizando la información del documento en base a nuevas aportaciones de los distintos agentes.

Este documento estratégico ha contado con las contribuciones de un elevado número de miembros de la Plataforma (grandes empresas, PYMES, universidades, organismos públicos de investigación y centros tecnológicos) que participan en cada uno de los Grupos de Innovación en que **MATERPLAT** está estructurada, y de la aportación de un gran número de otras plataformas tecnológicas y asociaciones sectoriales.

El trabajo que se presenta en este documento es el resultado de un gran esfuerzo de colaboración entre distintos agentes del sistema nacional de Ciencia-Tecnología-Innovación relacionados con las distintas fases de la cadena de investigación, desarrollo e implementación industrial de nuevos materiales y/o procesos asociados. Contando además con el apoyo de entidades de la administración pública como son la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

Esta **Estrategia Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales** es un documento dinámico de estrategia global, multisectorial y alineado con los grandes retos actuales del tejido industrial español, que pretende ser un trabajo que sirva tanto de posicionamiento de la Plataforma a nivel nacional e internacional como de referencia para la administración pública en el diseño de políticas de apoyo al I+D+i y consultas de iniciativas europeas.

## ¿QUÉ ES MATERPLAT?

**MATERPLAT** es la Plataforma Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales. Las plataformas tecnológicas son estructuras público-privadas de trabajo en equipo lideradas por la industria, en las que todos los agentes del sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación interesados en un campo tecnológico concreto, trabajan conjunta y coordinadamente para identificar y priorizar las necesidades tecnológicas, de investigación y de innovación a medio o largo plazo.

Su principal objetivo es conseguir los avances científicos y tecnológicos que aseguren la competitividad, la sostenibilidad y el crecimiento de nuestro tejido empresarial, alineando las estrategias de los diferentes agentes y concentrando los esfuerzos de I+D+i, estableciéndose como marco de colaboración e intercambio de información para facilitar la consecución de dicho objetivo.

**MATERPLAT**, actualmente presidida por AIRBUS y coordinada desde el Instituto IMDEA Materiales, está compuesta actualmente por un total de 193 entidades que abarcan toda la cadena de valor de I+D del “metasector” de los materiales avanzados y los nanomateriales, entre las cuales se encuentran grandes empresas y PYMES de diferentes sectores, centros de investigación, centros tecnológicos, universidades y organismos públicos de investigación, otras plataformas tecnológicas y asociaciones de carácter sectorial, así como miembros de la administración pública (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial).

Históricamente, desde **MATERPLAT** se ha tenido la filosofía de pivotar alrededor de la dualidad materiales-aplicación. Con el objetivo de buscar un mayor grado de alineamiento con las políticas europeas y nacionales, en 2014 se realizó una encuesta entre los miembros de la plataforma, con el objetivo de establecer nuevos grupos de trabajo alineados con los Retos de la Sociedad, definidos por la Comisión Europea dentro del Programa Marco Horizonte 2020,<sup>1</sup> para los que el desarrollo y la investigación de materiales avanzados y nanomateriales es de crucial relevancia de cara a alcanzar los objetivos marcados para cada uno de ellos. De esta forma, se acordó crear **cinco grupos de trabajo, denominados Grupos de Innovación**, centrados en los Retos de la Sociedad **Transporte, Salud, Energía, Materias Primas y Ciudades Inteligentes**.



<sup>1</sup> <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges>

Aunque la elección de las temáticas de los grupos de innovación se basó en dicha encuesta, datos cedidos por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MEIC),<sup>2</sup> refuerzan la idea de que son éstos los retos o sectores en los que desarrollos en materiales avanzados y nanomateriales tienen un mayor impacto. Así, las estadísticas de proyectos financiados por el actual MEIC entre los años 2014 y 2016 en la convocatoria Retos Investigación, muestran, tal y como puede verse en la Figura 1, que el **88% de los proyectos relacionados con materiales se encuentran identificados con cuatro de los Retos de la Sociedad que MATERPLAT escogió para establecer sus Grupos de Innovación:**

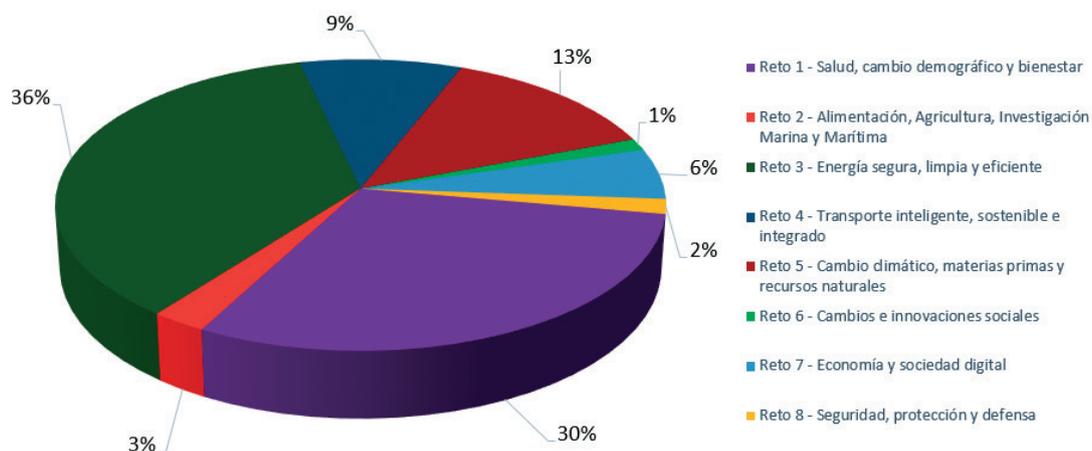


Figura 1 Porcentaje de proyectos financiados en la convocatoria Retos Investigación a lo largo de los años 2014, 2015 y 2016 relacionados con materiales.

Por supuesto, cada uno de los grupos de innovación tiene su propia visión a la hora de enfocar la aportación que el desarrollo y mejora de materiales avanzados y nanomateriales puede tener para cada uno de ellos. Aunque esto se verá reflejado en mayor detalle a lo largo del documento, a continuación se expone en líneas generales el enfoque de cada uno de los grupos de innovación de **MATERPLAT**, cuáles son los principales problemas que dentro de ellos se pueden afrontar mediante los materiales, y cómo esto se ha visto reflejado en el presente documento:

## TRANSPORTE

El **Grupo de Innovación de Transporte** está enfocado a promover todas aquellas actividades de ciencia e ingeniería de materiales que permitan desarrollar e implementar nuevas soluciones necesarias para las distintas formas de transporte (aéreo, marítimo y terrestre), contribuyendo a las principales tendencias en este ámbito, que buscan desarrollar medios de transporte más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, mediante diseños con materiales estructurales más ligeros, que integren multifuncionalidad y faciliten la transición hacia el transporte híbrido o eléctrico.

## SALUD

El **Grupo de Innovación de Salud**, cambio demográfico y bienestar, está centrado en mejorar la salud de los ciudadanos a lo largo de su vida, siendo uno de los motores principales a la hora de desarrollar nuevas estrategias de prevención, diagnóstico, a través de métodos cada vez más fiables y menos invasivos y tratamiento de enfermedades de forma personalizada y hecha a medida de las características de cada paciente y su patología. En este sentido, la nanotecnología y la integración de nuevos materiales en tecnologías relativamente novedosas como la impresión 3D o la impresión funcional, se espera que supongan una auténtica revolución en este ámbito.

<sup>2</sup> Datos proporcionados por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

## ENERGÍA

---

Desde el **Grupo de Innovación de Energía** segura, sostenible y limpia se pretende facilitar la transición del sistema energético actual hacia un sistema seguro, sostenible y competitivo que reduzca en gran medida la dependencia de los combustibles fósiles y por tanto minimice el impacto en el cambio climático. Las líneas prioritarias de este grupo están alineadas con el **Plan Estratégico de Tecnologías Energéticas (SET Plan)**, así como con las correspondientes iniciativas en las que participa España, como el ejercicio **APTE 2015** “Análisis del potencial de desarrollo tecnológico de las tecnologías energéticas en España”, llevado a cabo por la Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas (**ALINNE**),<sup>3</sup> que se describirá en mayor detalle en la sección del documento dedicada a Energía, y en la que han participado todas las plataformas tecnológicas energéticas españolas.

## MATERIAS PRIMAS

---

Asegurar un suministro sostenible de materias primas es una de las principales prioridades de la Unión Europea y por supuesto de España, y abarca aquellas iniciativas encaminadas a activar la transición hacia un nuevo modelo productivo que reduzca la presión sobre el medio ambiente, los recursos naturales y las materias primas y que desencadene la aplicación de procesos industriales menos contaminantes, la **Economía Circular**. Este es principalmente el enfoque que sigue el **Grupo de Innovación de Materias Primas**. Teniendo en cuenta que Materias Primas es por definición una temática horizontal a las demás tratadas en este documento, esta sección se ha dividido en función de la naturaleza de la materia prima: polímeros, compuestos, metales, etc.; y en ella se ha dedicado también un esfuerzo a concretar qué innovaciones pueden llevarse a cabo en cada una de ellas de cara a dotarlas de multifuncionalidad, y por tanto, incrementar su rango de aplicación y permitir obtener alternativas a **materias primas críticas**, no controladas por la Unión Europea.

## CIUDADES INTELIGENTES

---

**Ciudad Inteligente** es aquella que mediante la incorporación de tecnologías, procesos y servicios innovadores garantiza su sostenibilidad energética, medioambiental, económica y social, para mejorar la calidad de vida de las personas y favorecer la actividad empresarial y laboral. Los ‘materiales inteligentes’ van a jugar un papel relevante bien como complemento de otras tecnologías o aportando un beneficio derivado de su uso directo en la propia mejora de infraestructuras y servicios y en ámbitos como la salud, la seguridad, la comodidad de los habitantes y en la optimización de recursos como la energía o el agua entre otros, e infraestructuras. El **Grupo de Innovación de Ciudades Inteligentes**, busca promover iniciativas en este ámbito, y beneficiarse del enfoque de otras plataformas más sectoriales mediante su participación en el **Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes (GICI)**.<sup>4</sup> El principal hito hasta la fecha de este grupo interplataformas ha sido la publicación del “Documento de Visión a 2030”,<sup>5</sup> en el que han participado 21 plataformas tecnológicas y en el que se han identificado una serie de soluciones que, en diferentes ámbitos, pueden contribuir al concepto de Ciudad Inteligente. Dentro de esta sección del documento, se ha integrado el análisis del “Documento de Visión a 2030” con la aportación de nuevos agentes de carácter científico y tecnológico, que han permitido identificar los ámbitos de las Ciudades Inteligentes para los que los desarrollos en materiales avanzados y nanomateriales tienen una mayor relevancia.

---

<sup>3</sup> [www.alinne.es](http://www.alinne.es)

<sup>4</sup> <http://www.gici.eu>

<sup>5</sup> <http://materplat.org/wp-content/uploads/GICI.pdf>

## IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES COMO MOTOR DE INNOVACIÓN HACIA UNA ECONOMÍA COMPETITIVA Y SOSTENIBLE

Aunque es relativamente fácil determinar el impacto económico que diferentes sectores tienen en la sociedad, es altamente complicado calcular la magnitud de dicho impacto atribuible a mejoras que se producen en cuanto a la aplicación en ellos de nuevos materiales, mejoras de diseño o mejoras de proceso. Estos tres factores, que suelen estar entrelazados, son transversales a una amplia gama de sectores industriales, y por tanto, las mejoras y avances que en ellos se consiguen son clave para el avance de esos sectores.

La constante necesidad de la industria española de superar las barreras tecnológicas asociadas a los actuales objetivos económicos, sociales y medioambientales que aparecen en los distintos sectores plantea nuevos retos a corto, medio y largo plazo. En este sentido, queda claro que tener una estrategia de investigación, desarrollo e innovación que conduzca a la obtención de materiales de alto valor añadido, y trabajar en los procesos de fabricación y transformación que permitan su implantación a nivel industrial en soluciones dirigidas al mercado, es, o debería ser una prioridad para cualquier país que quiera asegurar su competitividad en un mercado global.

España cuenta con un sector industrial cuyo peso en el PIB es del 23% (Instituto de Estudios Económicos, IEE, 2015), tal y como puede verse en la Figura 2, y aunque es un valor moderado respecto al de otros países de la Unión Europea, tiene un enorme impacto en la economía española. Además, la competitividad de muchos de los grandes sectores industriales nacionales depende en gran medida de su capacidad para generar innovaciones en materiales, incluyendo todos sus procesos asociados, que den un mayor valor añadido a sus productos y servicios. Esta necesidad de innovar se hace todavía más acuciante si tenemos en cuenta que España lo tiene cada vez más difícil a la hora de competir en costes en una economía global como la actual.

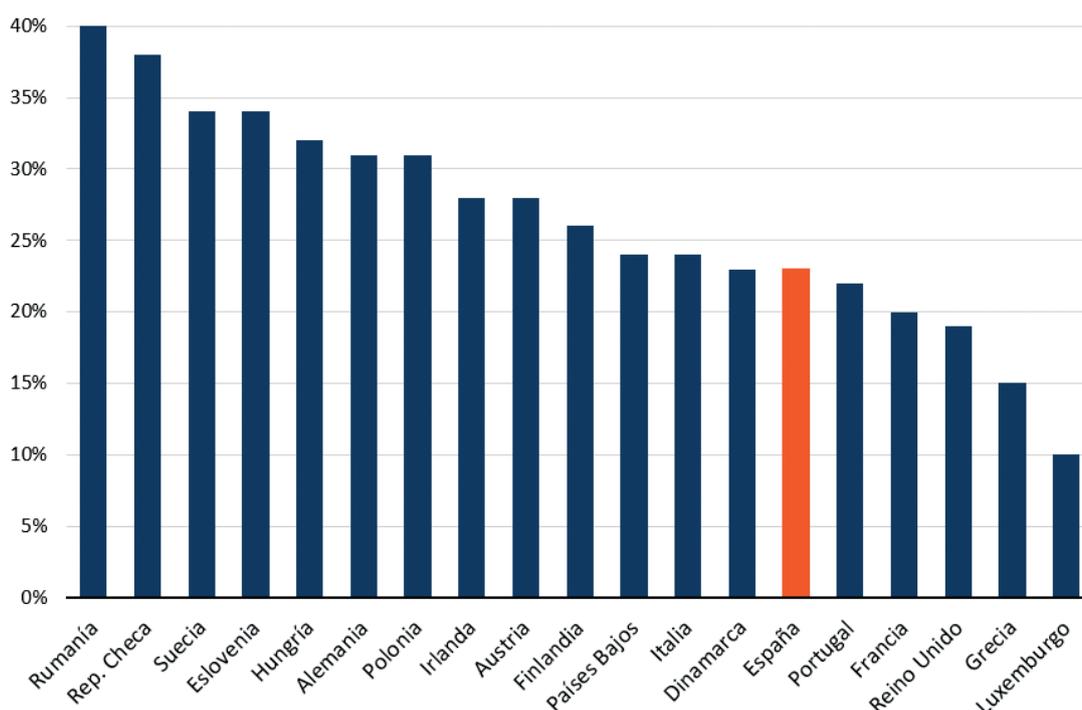


Figura 2. Sector industrial en % del PIB (2015) de algunos países de la UE. Fuente: Instituto de Estudios Económicos (IEE).

Con la intención de mostrar la relevancia de los materiales en el tejido industrial español, en la Figura 3, que se muestra a continuación, se han agrupado datos de producción, número de empresas, empleados y facturación de algunos sectores nacionales estratégicos como pueden ser los de producción de aluminio,<sup>6</sup> acero,<sup>7</sup> cementos,<sup>8</sup> materiales cerámicos<sup>9</sup> y plásticos y cauchos.<sup>10</sup>



Figura 3. Algunos datos sobre producción e impacto económico de materiales en España.

En la Figura 1 se mostró el dato del porcentaje de proyectos de I+D relacionados con los materiales y nanomateriales en los diferentes Retos de la Sociedad de la convocatoria Retos Investigación del MEIC en los años 2014, 2015 y 2016. Aunque esto permite reconocer en qué ámbitos tienen mayor importancia los materiales avanzados y nanomateriales a nivel nacional, no permite obtener una visión de la relevancia de este sector a nivel global. Sin embargo, **un análisis de la convocatoria NMBP entre los años 2014-2017 realizado por el CDTI sí permite reflejar esta relevancia.** A través de diferentes entidades de toda la cadena de valor, **desde España se realizó la coordinación del 20% de los proyectos financiados y se tuvo presencia en el 68% del total durante ese período de tiempo.** Como consecuencia de esto, las entidades españolas **recibieron un total de 294 millones de euros**, cantidad que nos sitúa en el segundo puesto en cuanto a recepción de financiación, solo por detrás de Alemania.

Además, España se sitúa en la decimoprimera posición en cuanto a la producción mundial de nanotecnología, con más de 70 instituciones, la mayoría centros de investigación y tecnológicos, y alrededor de 370 grupos de investigación trabajando en este ámbito.<sup>11</sup> Destaca especialmente el hecho de que en 2015, el 25% de la producción científica nacional en el ámbito de la nanotecnología correspondía a la actividad de los diferentes centros de investigación adscritos al CSIC.<sup>12</sup>

Mención aparte merece el grafeno: Europa Occidental acumula 39 productores de grafeno, más que los 33 de China o los 30 de Estados Unidos, pero un análisis de todos los países productores de grafeno del mundo en función de su tamaño y su Producto Interior Bruto, muestra que España es el que mejor ratio presenta.<sup>13</sup>

<sup>6</sup> <https://www.asoc-aluminio.es/aea/que-es-aea>

<sup>7</sup> <https://unesid.org/el-sector-el-sector-en-2016-producciones-basicas.php>

<sup>8</sup> <https://www.oficemen.com/el-consumo-de-cemento-vuelve-a-caer-en-2016>

<sup>9</sup> <https://www.ascer.es/sectorDatos.aspx?lang=es-ES>

<sup>10</sup> [http://www.aimplas.es/system/files/archivos\\_webform/aimplas-informe-industria-plastico.pdf](http://www.aimplas.es/system/files/archivos_webform/aimplas-informe-industria-plastico.pdf)

<sup>11</sup> <http://www.nanospain.org/members.php?p=mem>

<sup>12</sup> <http://logic-fin.com/analisis-sector-nanotecnologico-espana>

<sup>13</sup> Graphenet; [https://www.elespanol.com/ciencia/tecnologia/20170125/188731985\\_0.html](https://www.elespanol.com/ciencia/tecnologia/20170125/188731985_0.html)

## ESTRATEGIA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE MATERIALES AVANZADOS Y NANOMATERIALES

La **Plataforma Tecnológica Española de Materiales y Nanomateriales (MATERPLAT)** ha identificado la necesidad de crear la Estrategia tecnológica española de materiales avanzados y nanomateriales para **reflejar los retos tecnológicos, necesidades y barreras asociadas a los sectores industriales que requieren innovación en materiales avanzados, así como en sus procesos y/o productos, para asegurar la competitividad, la sostenibilidad y el crecimiento de nuestro tejido empresarial, alineando las estrategias de los diferentes agentes y concentrando los esfuerzos de I+D+i.** Aunque el documento muestra los retos, necesidades y barreras actuales también recoge proyecciones a futuro hasta un horizonte temporal del año 2030. Para que este trabajo no se convierta en una foto fija y limitada, se ha diseñado un mecanismo de revisión anual de versiones que irá actualizando la información del documento en base a nuevas aportaciones de los distintos agentes del sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación, previa aceptación del consejo gestor de la **MATERPLAT.**

Además de contribuir a una estrategia hacia una mejora de la competitividad industrial, uno de los principales objetivos que se ha marcado la plataforma con este documento estratégico es **identificar, con suficiente antelación, líneas de actuación para no perder la competitividad y la sostenibilidad del tejido tecnológico industrial español** en el marco de un mercado global y muy cambiante.

Este documento pretende también ayudar al “metasector” de materiales nacional a alinearse con las estrategias europeas, apoyado con líneas de financiación nacionales y/o regionales y que además sirva como base para establecer el posicionamiento general del sistema de I+D+i nacional en el ámbito de los materiales. Tal y como está organizada la estructura de **MATERPLAT** y con el afán de alinearse con la estrategia de la Comisión Europea<sup>1</sup> y la propia Estrategia Española de Ciencia y Tecnología e Innovación 2013 - 2020,<sup>14</sup> el documento se ha estructurado por grupos de innovación enfocados en algunos de los principales Retos de la Sociedad en los que el I+D en materiales es de gran importancia para la industria española: **Transporte, Salud, Energía, Materias Primas y Ciudades Inteligentes.**

Estos materiales avanzados y nanomateriales deben ser parte esencial de las innovaciones que ayuden a afrontar algunos de los principales retos de la sociedad actual: **Transporte** más limpio y eficiente capaz de adaptarse a los nuevos cambios que se están produciendo en el concepto de movilidad, desarrollo de nuevas terapias, implantes, métodos de detección, etc, en el campo de la **Salud, Energía** de fuentes renovables o mejora de la eficiencia y la seguridad de las fuentes de energía tradicionales, nuevos materiales que permitan subsanar la falta de **Materias Primas** o sustituir aquellas que son escasas o difíciles de obtener y aliviar el consumo de las materias primas tradicionales, limitando el impacto medioambiental que esto supone y nuevas multifuncionalidades en los diferentes sectores que abarcan las **Ciudades Inteligentes.**

### METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología utilizada para la elaboración de este documento ha sido diseñada para fomentar la participación del máximo número de agentes del sistema nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. En este sentido, no solo se ha contado con la participación de los miembros de la plataforma, sino que también se han buscado activamente las aportaciones de otros agentes relevantes como por ejemplo plataformas tecnológicas, asociaciones sectoriales, clústeres, etc.

<sup>14</sup>[http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estrategia\\_espanola\\_ciencia\\_tecnologia\\_innovacion.pdf](http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estrategia_espanola_ciencia_tecnologia_innovacion.pdf)

Aprovechando la estructura organizativa de **MATERPLAT**, la elaboración del documento se ha organizado en cinco grupos de trabajo, liderados por los líderes de los Grupos de Innovación de la plataforma:



Figura 4 Entidades que lideran cada uno de los Grupos de Innovación de MATERPLAT.

La elaboración del documento ha contado con dos fases principales. La primera fase se ha centrado en la recogida de información y la segunda en la de redacción y validación del contenido del documento. Durante la primera fase, que llevó siete meses, los coordinadores de la elaboración del documento, líderes de los Grupos de Innovación con el apoyo de la Secretaría Técnica, acordaron los objetivos, estructura inicial y el tipo de información necesaria para poder elaborar este documento de estrategia. Para facilitar la recogida de información y su posterior análisis, se acordó subdividir cada Grupo de Innovación en **Áreas**, que en algunos casos pueden, en función del Grupo de Innovación, corresponder a sectores, materias primas o incluso a áreas tecnológicas transversales. Una vez hecha esta subdivisión, se trabajó en definir los grandes **Objetivos** de cada Área, acotándolos a aquellos en los que el desarrollo y mejora de materiales y sus procesos, represente un aspecto importante. Seguidamente para cada uno de los Objetivos, se identificaron los **Retos Tecnológicos**, a los que el sistema nacional de ciencia y tecnología se enfrenta para poder cumplir con los grandes Objetivos definidos en cada Área. Bajando un poco más al detalle, también se decidió identificar las principales **Necesidades de I+D+I** para cada uno de los Retos Tecnológicos. Y por último se acordó identificar de manera muy sintética las **Principales Barreras y Riesgos** a los que se enfrentan los distintos agentes a la hora de alcanzar los Objetivos planteados dentro de cada Área.



Figura 5. Estructura de la metodología de trabajo seguida para la elaboración del documento.

Los canales para recoger y validar toda esta información han sido principalmente, reuniones presenciales de los miembros de cada Grupo de Innovación, reuniones de los Líderes de los Grupos de Innovación, circulación de documentos de trabajo para ir captando las distintas contribuciones, reuniones bilaterales, workshops temáticos, etc.

## TRANSPORTE

Las prioridades de este Grupo de Innovación se centran en conseguir un sistema de transporte que sea resistente, eficiente en cuanto al consumo de recursos, respetuoso con el medioambiente, seguro y fluido para el beneficio de los ciudadanos, la economía y la sociedad.<sup>15</sup>

Dado el carácter marcadamente sectorial de este Grupo de Innovación, en esta sección del documento se han evaluado cuáles son los objetivos globales en los que la investigación y desarrollo de nuevos materiales tiene una relevancia significativa a la hora de dar respuesta a las principales necesidades de los sectores **Aeroespacial, Automoción, Ferroviario, Marítimo** y también de las diferentes **Infraestructuras** que soportan estos medios de transporte, ámbito en el que trabajan un gran número de empresas en España.

### ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES INICIATIVAS EUROPEAS Y ESPAÑOLAS DE I+D+i

En Europa existen una serie de iniciativas dirigidas a fomentar la I+D y la innovación en algunos de estos sectores. La Comisión Europea ha dedicado al programa de trabajo **Smart, Green and Integrated Transport** un presupuesto de 6.339 millones de € para el período 2014-2020, para financiar actividades orientadas hacia la consecución de un transporte eficiente en cuanto al uso de recursos y respetuoso con el medio ambiente, alcanzar mejores niveles de movilidad, menos congestión y un mayor grado de seguridad, y en definitiva, convertir a Europa en el líder global de este sector. El programa de trabajo que recoge estos objetivos cuenta con tres áreas marcadamente diferentes: **Mobility for Growth, Green Vehicles y Small Bussiness and Fast Track Innovation for Transport**.

La agenda estratégica de investigación es marcada también por organizaciones como **ACARE** (Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe)<sup>16</sup> y **ESA** (European Space Agency),<sup>17</sup> en los sectores aeronáutico y espacial respectivamente.

Además, existen dos programas de colaboración público-privada para realizar I+D en los sectores aeronáutico y ferroviario: **Clean Sky 2**<sup>18</sup> y **Shift2Rail**.<sup>19</sup> Estos programas tienen como principales objetivos reducir las emisiones de gases como el CO<sub>2</sub> y los niveles de ruido producidos por aeronaves y busca contribuir al desarrollo inteligente y sostenible del sector ferroviario y a alcanzar un Área Ferroviaria Europea Única (SERA: Single European Railway Area), respectivamente. En el ámbito espacial, la CE también cuenta con un programa, **Space**,<sup>20</sup> cuyas acciones se realizan conjuntamente con la **ESA** y que pretende preparar a Europa para el mayor papel que el espacio tendrá en el futuro.

En cuanto a la participación de España en la financiación de actividades de I+D, aunque tanto el Plan Nacional de Investigación como el programa orientado hacia los Retos de la Sociedad son de temática abierta y buscan financiar las mejores ideas de proyecto independientemente de su ámbito, sí que se ha tenido participación a través del CDTI en la **ERA-NET Cofund MarTERA**,<sup>21</sup> cuyo objetivo, alineado con las Agendas Estratégicas de Investigación e Innovación de las iniciativas **JPI Oceans**<sup>22</sup> y **WATERBORNE**,<sup>23</sup> es fortalecer la investigación en Europa en cuanto a tecnologías marinas y marítimas.

<sup>15</sup> Horizon 2020. Smart, Green and integrated transport. Work Programme 2018-2020

<sup>16</sup> [www.acare4europe.org](http://www.acare4europe.org)

<sup>17</sup> <http://www.esa.int/ESA>

<sup>18</sup> <http://www.cleansky.eu>

<sup>19</sup> <https://shift2rail.org>

<sup>20</sup> <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/space>

<sup>21</sup> [www.martera.eu](http://www.martera.eu)

<sup>22</sup> <http://www.jpi-oceans.eu>

<sup>23</sup> <https://www.waterborne.eu>

## ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS, RETOS TECNOLÓGICOS, NECESIDADES DE I+D Y BARRERAS DE LAS ÁREAS IDENTIFICADAS EN TRANSPORTE



### AEROSPACIAL

01. DISMINUIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE
02. DISMINUIR LOS TIEMPOS DE CADENCIA DE PRODUCCIÓN
03. DISMINUIR COSTES DE FABRICACIÓN
04. SOSTENIBILIDAD Y MEDIOAMBIENTE
05. MEJORA DEL MANTENIMIENTO
06. DISMINUCIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
07. OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA ESPACIO



### AUTOMOCIÓN

01. DISMINUIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE
02. DISMINUIR TIEMPOS DE CADENCIA DE PRODUCCIÓN
03. DISMINUIR COSTES DE FABRICACIÓN
04. RECICLABILIDAD DE LOS MATERIALES
05. REUTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES
06. MOVILIDAD SEGURA MÁS AUTÓNOMA
07. DISMINUCIÓN DE LAS EMISIONES



### FERROVIARIO

01. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y DEL NIVEL DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>
02. DISMINUIR COSTES DE FABRICACIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO, MANTENIENDO LA SEGURIDAD
03. SOSTENIBILIDAD Y MEDIOAMBIENTE
04. INCREMENTO DE LA VELOCIDAD, LA FRECUENCIA DE PASO Y LA CAPACIDAD DE CARGA
05. MEJORA DEL CONFORT DE PASAJEROS Y RESIDENTES EN PROXIMIDADES A INSTALACIONES



### MARÍTIMO

01. REDUCIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES
02. REDUCCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA
03. MEJORA DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA
04. MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
05. MEJORA DE LOS RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES
06. MEJORA DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO
07. DESARROLLO DE MODELOS PREDICTIVOS DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE MATERIALES



### INFRAESTRUCTURAS

01. REDUCCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA
02. MEJORA DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL
03. MEJORA DE LA SEGURIDAD
04. REDUCCIÓN DE PLAZOS DE EJECUCIÓN

Figura 6. Resumen de los objetivos globales identificados en las áreas de Transporte.



## AEROESPACIAL

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DISMINUIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

##### MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE PROPULSIÓN

Optimización de los procesos de fabricación de aleaciones para alta temperatura.  
 Desarrollo de nuevas aleaciones ligeras para alta temperatura (ej: Aluminuros de Titanio de 3ª generación).  
 Desarrollo de herramientas de modelado y simulación más predictivas y fiables.  
 Desarrollo de procesos de Fabricación Aditiva para componentes de motores.  
 Mejora de la combustión mediante nanopartículas.<sup>24</sup>

##### MEJORA DE LA AERODINÁMICA

Mejorar la flexibilidad en diseño / fabricación de las estructuras.  
 Mejorar los procesos de integración para desarrollar estructuras con mejor aerodinámica.  
 Desarrollo de herramientas de modelado y simulación más predictivas y fiables.

##### DISMINUCIÓN DE PESO

Desarrollo de materiales/componentes/estructuras más ligeras (mejores propiedades mecánicas).  
 Desarrollo de materiales multifuncionales (estructurales ligeros con alta conductividad eléctrica, térmica, resistencia al fuego, buenas propiedades barrera, etc.).  
 Mejorar los procesos de integración para desarrollar estructuras más ligeras.  
 Fabricación Aditiva (metales y polímeros).  
 Desarrollo de materiales poliméricos para aplicaciones específicas (ej: tuberías de alta temperatura, cableados eléctricos, resistencia química, otros sistemas).  
 Desarrollo de nuevos materiales poliméricos que soporten altas temperatura.

##### ELECTRIFICACIÓN DE LAS AERONAVES

Desarrollo de materiales multifuncionales (estructurales ligeros con capacidad de captar y almacenar energía, etc).  
 Desarrollo de materiales para baterías y supercondensadores.

#### 02. DISMINUIR LOS TIEMPOS DE CADENCIA DE PRODUCCIÓN

##### AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Desarrollar procesos automatizados más rápidos y con generación de menos fallos/defectos.  
 Sistemas ciber-físicos. Integración de nuevas herramientas basadas en nuevas tecnologías IT (Industria 4.0).  
 Consolidación en una sola etapa de polímeros termoplásticos.  
 Desarrollo de sistemas de encintado automático más eficientes.

##### DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Materiales de curado rápido o ultra-rápido y altas prestaciones mecánicas.  
 Procesos de fabricación fuera de autoclave (OaA).  
 Desarrollar procesos más flexibles y con mayor capacidad de integración (mismo material o distintos materiales).  
 Desarrollo de herramientas de modelado y simulación de procesado más predictivas y fiables.  
 Inspección avanzada mediante tecnologías NDI online.  
 Desarrollo de sistemas de fabricación inteligentes basados en nuevas tecnologías IT para control de fabricación en tiempo real.  
 Inspección avanzada de procesos de fabricación automáticos.

##### INTRODUCCIÓN EN EL SECTOR DE MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN PROPIOS DE OTROS SECTORES, P.EJ. INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS CON FIBRA DISCONTINUA (CORTA/ LARGA) PARA PIEZAS CON BAJA RESPONSABILIDAD ESTRUCTURAL

Avanzar en el desarrollo de metodologías para predicción de la microestructura resultante del proceso y su efecto en propiedades resistentes y fatiga.

##### REDUCCIÓN IMPACTO NO CONFORMIDADES EN CICLO DE FABRICACIÓN

Avanzar en el desarrollo de metodologías para predicción del efecto de los defectos.

<sup>24</sup>Energy & Fuels 2006, 20, 1886-1894; Energy Fuels 2009, 23, 6111-6120; Combustion and Flame 2015, 162, 774-787.

### 03. DISMINUIR COSTES DE FABRICACIÓN

#### AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Corte de tejidos secos y preformados.  
Mecanizado de laminados de materiales compuestos.

#### DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Procesos de fabricación fuera de autoclave (OoA).  
Fabricación Aditiva (metales y polímeros).  
Nuevas tecnologías de unión de materiales disimilares.  
Desarrollo de herramientas de modelado y simulación de procesado más predictivas y fiables.

#### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES DE BAJO COSTE

Materiales avanzados para procesos de infusión de resina.  
Materiales compuestos preimpregnados de curado fuera de autoclave (OoA).  
Materiales de baja temperatura de curado y altas prestaciones mecánicas.

#### DESARROLLO DE PROCESOS DE INSPECCIÓN, MONITORIZACIÓN Y CONTROL

Inspección avanzada mediante tecnologías NDI online.  
Desarrollo de nuevas técnicas de inspección no destructiva.  
Desarrollo de sistemas de fabricación inteligentes basados en nuevas tecnologías IT para control de fabricación en tiempo real.

#### DESARROLLO DE PROCESOS DE INTEGRACIÓN

Integración de antenas y sistemas en estructuras aeronáuticas así como baterías estructurales.

#### ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Optimización ratio material comprado/material usado en procesos automatizados.

#### DESARROLLO DE PROCESOS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMAS

Desarrollo de materiales/procesos que permitan la integración de sistemas en la estructura (materiales multifuncionales).



## 04. SOSTENIBILIDAD Y MEDIOAMBIENTE

### DISMINUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Ver Objetivo "Disminución de consumo de combustible".

### ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Procesos para aprovechamiento de disolventes y materiales residuales y auxiliares.  
Optimización ratio material comprado/material usado en procesos automatizados.

### RECICLABILIDAD DE MATERIALES (CICLO DE VIDA)

La valorización de materiales no metálicos.  
El desarrollo del "remanufacturing".  
El diseño para el desensamblaje.

### APLICACIÓN DE BIOMATERIALES DE BAJO COSTE

Certificación y aplicación en estructuras secundarias.

## 05. MEJORA DEL MANTENIMIENTO

### DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE REPARACIÓN

Fabricación Aditiva (metales y polímeros).  
Tecnologías de auto-reparación.  
Tecnologías de reparación avanzada.

### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES PARA FACILITAR LAS REPARACIONES

Desarrollo de sensores avanzados para monitorizar la vida en servicio de las reparaciones encoladas.  
Materiales auto-reparables.  
Materiales para mejorar la lubricación/deslizamiento en los *fingers* de los aeropuertos.<sup>25</sup>  
Mejora operativa (reducción emisiones y consumo): desarrollo de materiales filtrantes de combustibles.<sup>26</sup>

### REDUCCIÓN TIEMPOS DE INSPECCIONES PROGRAMADAS/ACCIDENTALES

Desarrollos monitorización de la salud estructural/tecnologías de inspección.

### REDUCCIÓN DE INSPECCIONES PROGRAMADAS

Desarrollo de materiales/protección superficial con alta resistencia a la corrosión y a fluidos.  
Desarrollo de materiales con alta tolerancia al daño.  
Desarrollo de materiales auto-reparables.

## 06. DISMINUCIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES PARA AISLAMIENTO ACÚSTICO

Desarrollo de materiales multifuncionales (estructurales ligeros con propiedades acústicas, etc.).

### NUEVAS CONFIGURACIONES DE MOTORES PARA DISMINUCIÓN DE RUIDO

Desarrollo de materiales multifuncionales (estructurales ligeros con propiedades acústicas, térmicas, resistencia al fuego, buenas propiedades barrera, etc.).  
Mejorar los procesos de integración en estructuras aerodinámicas.

<sup>25</sup> <http://www.cauchodistribucion.com/CD-Blog/proteccion-caucho-finger-aeropuertos-y-estaciones-maritimas>

<sup>26</sup> <https://www.swri.org/aviation-fuel-filtration>

## 07. OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA ESPACIO

### MEJORA DE LA MASA ESTRUCTURAL DE LANZADORES Y SATÉLITES

Desarrollo de materiales con mejores propiedades de rigidez y resistencia específicas.

Uso de la tecnología de fabricación aditiva para optimizar la masa de componentes y estructuras (rediseño, disminución de número de piezas, etc...).

Desarrollo de elementos de unión estructural y mecanismos sencillos en material compuesto.

Desarrollo de materiales capaces de almacenar energía (mecánica y eléctrica) y luego convertirla en motorización en mecanismos espaciales (tanto aleaciones con memoria de forma como compuestos capaces de esa misma función) u otras funciones de potencia.

### MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DURANTE EL LANZAMIENTO

Desarrollo de materiales capaces de aumentar el amortiguamiento frente a vibraciones mecánicas.

Desarrollo de materiales capaces de absorber ruido e impedir que llegue a las cargas de paso sensibles (antenas, paneles solares y otros elementos esbeltos con grandes superficies).

Desarrollo de resinas capaces de aumentar el amortiguamiento de los materiales compuestos sin afectar a sus propiedades de rigidez, resistencia y estabilidad termo-elástica (mediante nuevas formulaciones o dopado de las existentes).

Desarrollo de soluciones de amortiguamiento acústico durante el lanzamiento (aplicadas en la torre de lanzamiento o en el propio lanzador).

### MEJORA DEL COMPORTAMIENTO TERMO-ELÁSTICO EN ÓRBITA

Desarrollo de materiales capaces de aumentar la conductividad térmica de los materiales compuestos (mediante nuevas resinas o dopado de las existentes).

Desarrollo de materiales capaces de aumentar la conductividad eléctrica y la reflectividad RF de los materiales compuestos.

Desarrollo de resinas capaces de disminuir el coeficiente de expansión térmica de los materiales compuestos sin afectar a sus propiedades de rigidez y resistencia (mediante nuevas formulaciones o dopado de las existentes).

Desarrollo de soluciones estructurales capaces de disminuir la dilatación térmica mediante técnicas de optimización topológica (ligadas o no a fabricación aditiva).

Desarrollo de materiales multifuncionales capaces de integrar elementos conductivos térmica y/o eléctricamente en materiales compuestos estructurales y no estructurales.

### DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS Y COSTES DE FABRICACIÓN

Uso de las tecnologías de fabricación aditiva para disminuir los costes de fabricación elementales y los de montaje integrando elementos cada vez más grandes.

Utilización de componentes y materiales de uso aeronáutico y de otros sectores para fabricación de estructuras y componentes espaciales.

Desarrollo de útiles reusables (tanto metálicos como no metálicos) para diferentes formas estructurales (mediante modificación de la superficie de curado por mecanizado u otros medios) de aplicación en fabricación de antenas parabólicas.

### DISMINUCIÓN DE COSTES DE LANZAMIENTO Y OPERACIÓN

Desarrollo de nuevos conceptos de lanzamiento – y su impacto en los materiales - que permitan la reutilización cada vez mayor de parte de los vehículos lanzadores (lanzamiento desde avión, desde globos, reuso de las primeras etapas, etc...).

### MEJORA DEL MEDIOAMBIENTE ESPACIAL

Desarrollo de nuevos materiales y conceptos estructurales para la aplicación práctica del “design for demise”: desaparición por fusión o descomposición en trozos muy pequeños de elementos estructurales capaces de aguantar las temperaturas de re-entrada atmosférica (como los depósitos o elementos grandes de titanio o los de material compuesto de elevado espesor).

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.  
Carencia de normalización.  
Carencia de suministradores o de su grado de involucración.  
Falta de personal especializado (titulaciones no alineadas con necesidades industriales).  
Actualización continua de la legislación vigente en temas de Seguridad e Higiene (REACH).  
Adaptación de procesos de fabricación actuales a materiales con alta toxicidad o sin normativa.  
Hay un gran problema con la toxicidad de nuevos materiales multifuncionales.

Atendiendo a la cadena de valor del sector aeroespacial, España tiene cubiertas de forma interna un gran número de sus necesidades. Así, por un lado se cuenta con empresas integradoras y suministradores de componentes y estructuras, empresas que se dedican a la realización de ensayos mecánicos y estructurales e inspecciones no destructivas, y centros de investigación y tecnológicos que dan soporte a estas empresas mediante líneas de investigación e innovación centradas en desarrollo y simulación de nuevos materiales y su rendimiento, así como en el diseño de estructuras. Sin embargo, hay una deficiencia importante en cuanto a uno de los primeros eslabones de esta cadena y esa es la inexistencia o escasez de suministradores de material, especialmente de uno tan relevante para el sector aeroespacial (también para el de automoción), como es la fibra de carbono. El entorno político/económico está provocando que empresas que fueron atraídas años atrás para establecerse y fabricar materiales en nuestro país, poco a poco estén abandonándolo, acarreando con ello una pérdida de competitividad de las empresas integradoras del sector. La ausencia de fabricantes de materia prima base se traduce también en la dificultad de controlar la cadena de suministro y modular los costes en origen, así como la imposibilidad de guiar las líneas de investigación en esta área. Es por tanto, de vital importancia, fomentar y apoyar iniciativas que favorezcan la estabilización de estas entidades a largo plazo en España, así como retener y atraer nuevas empresas a través del desarrollo de tecnologías innovadoras.

Además, la constante actualización del listado de sustancias que podrían tener efectos graves sobre la salud humana o el medio ambiente y, por tanto, que requieren un control adecuado de los riesgos derivados de su uso y la sustitución progresiva de la sustancia, desemboca continuamente en la restricción del uso de productos tradicionales para los que en muchos casos no se dispone de una alternativa apropiada. Por tanto, la innovación y la investigación en este ámbito se antojan cruciales de cara a encontrar una solución que permita minimizar este riesgo.



## AUTOMOCIÓN

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DISMINUIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

##### DISMINUCIÓN DE PESO

Desarrollo de materiales/componentes/estructuras más ligeras (mejores propiedades mecánicas, aceros de alto límite elástico de 3ª generación).

Diseño de piezas de automoción en composite.

Diseño de piezas de automoción en fabricación aditiva.

Desarrollo de softwares específicos para la optimización topológica en piezas de automoción.

Fábricas de piezas de automoción con fabricación aditiva.

##### DESARROLLAR TECNOLOGÍAS DE UNIÓN MULTIMATERIAL

Mejorar o desarrollar tecnologías de unión composite-metal, acero-aluminio...

##### DISMINUCIÓN DE PESO CON PIEZAS HÍBRIDAS METAL / COMPOSITE

Mejorar la integración de partes metálicas en composites como injertos, zonas para uniones...

##### OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN

Mejora de la combustión mediante nanopartículas, para mejorar combustión directamente o mediante estabilización de emulsiones agua/combustible.<sup>27</sup>



#### 02. DISMINUIR TIEMPOS DE CADENCIA DE PRODUCCIÓN

##### AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Desarrollo de materiales avanzados.

Consolidación en una sola etapa de polímeros termoplásticos.

Desarrollo de sistemas de encintado automático más eficientes.

##### DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Desarrollar materiales más flexibles y con mayor capacidad de integración.

Nuevas tecnologías de unión.

Asegurar la compatibilidad a la corrosión de las estructuras multimaterial.

Desarrollo de procesos para integración de componentes.

<sup>27</sup> Renewable Energy 2015, 80, 655-663; Fuel 2015, 139, 374-382; International Journal of Automotive Engineering and Technologies 2014, 3, 129-138.

### 03. DISMINUIR COSTES DE FABRICACIÓN

#### DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Fabricación Aditiva (metales y polímeros).  
 Nuevas tecnologías de unión.  
 Asegurar la compatibilidad a la corrosión de las estructuras multimaterial.  
 Optimización digital de las estrategias de calificación de materiales.  
 Desarrollo de herramientas de modelado y simulación de procesado más predictivas y fiables.  
 Desarrollo de procesos para integración de componentes.

#### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES A UN COSTE REDUCIDO

Desarrollo de materiales avanzados.  
 Desarrollo de materiales compuestos más ligeros y con mejores características mecánicas.

#### ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Procesos para aprovechamiento de disolventes y materiales residuales.

#### DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Hibridación en fabricación aditiva.

#### AÑADIR FUNCIONALIDAD AL MATERIAL

Potenciar tecnologías como la impresión funcional.

### 04. RECICLABILIDAD DE LOS MATERIALES

#### AUMENTAR LA RECICLABILIDAD DE LOS MATERIALES NO METÁLICOS

Desarrollo de la valorización de los materiales no metálicos.  
 Desarrollo del "remanufacturing" de los materiales.  
 Desarrollo de materiales pensados para el desensamblaje.  
 Desarrollo de nuevas técnicas de reciclado para materiales más económicas y respetuosas con el medio ambiente.

#### SUSTITUCIÓN DE MATERIALES NO-RECICLABLES POR RECICLABLES

Desarrollo de materiales compuestos que se puedan procesar sucesivas veces para su uso como alternativa a materiales no reciclables.  
 Bioresinas reforzadas con fibras continuas para elementos semi-estructurales.  
 Uso de materiales ignífugos libres de halógenos y de fuentes naturales.  
 Fabricación de piezas reciclables de altas prestaciones con resinas termoplásticas y fibras continuas.

### 05. REUTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES

#### ALARGAR LA VIDA ÚTIL DE LA PIEZA / COMPONENTE

Desarrollo de materiales con mejores propiedades (mecánicas, térmicas...) que alarguen su vida útil.  
 Desarrollo de nuevos materiales con menor coeficiente de fricción.  
 Desarrollo de metodologías que mediante simulación permitan simular el comportamiento a fatiga de los diferentes binomios de producto/material y con ello recortar tiempos de desarrollo/validación.  
 Desarrollo de tecnologías de reparación.

#### AUMENTAR LA CAPACIDAD DE REUTILIZACIÓN

Desarrollo de nuevas tecnologías de desensamblaje.

## 06. MOVILIDAD SEGURA MÁS AUTÓNOMA

### MEJORA DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Desarrollo de materiales ligeros con alta resistencia mecánica.

Desarrollo de materiales más ligeros con alto grado de absorción de energía por deformación.

### INTRODUCCIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES

Generación de materiales para soportar la integración de inteligencia, funcionalidad y conectividad de superficies.

Desarrollo de materiales avanzados/inteligentes.

### MEJORA DE LA SEGURIDAD EN BATERÍAS

Desarrollo de materiales para baterías, supercondensadores y pilas de combustible/hidrógeno.

Desarrollo de materiales aislantes para evitar el paso de la electricidad en caso de contacto.

Desarrollo de materiales ligeros con alta resistencia mecánica para proteger las baterías.

## 07. DISMINUCIÓN DE LAS EMISIONES

### DISMINUCIÓN DE PESO

Desarrollo de materiales/componentes/estructuras más ligeros (mejores propiedades mecánicas, aceros de alto límite elástico de 3ª generación).

Desarrollo de soluciones multimaterial.

Desarrollo de materiales multifuncionales (estructurales ligeros con alta conductividad eléctrica, térmica, resistencia al fuego, buenas propiedades barrera, etc.).

Mejorar los procesos de integración para desarrollar estructuras más ligeras.

Fabricación aditiva (metales y polímeros).

Generación de materiales para soportar la integración de inteligencia, funcionalidad y conectividad de superficies sin penalizar el peso.

Desarrollo de materiales/componentes/estructuras efectivas para absorción de energía impactos.

Desarrollo de materiales/protecciones superficiales resistentes a la corrosión en uniones materiales disimilares.

### ELECTRIFICACIÓN / HIBRIDACIÓN / PILA DE COMBUSTIBLE

Desarrollo de materiales multifuncionales (estructurales ligeros con capacidad de captar y almacenar energía, etc.).

Desarrollo de materiales para baterías, supercondensadores y pilas de combustible/hidrógeno.

### MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE PROPULSIÓN

Desarrollo de nuevos materiales con menor coeficiente de fricción.

Desarrollo de procesos de Fabricación Aditiva para componentes de motores.

### MEJORA DE LA AERODINÁMICA

Desarrollo de materiales con mayor flexibilidad en diseño/fabricación facilitando los procesos de integración para el desarrollo de estructuras con mejor aerodinámica.

### REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

Desarrollo de materiales cuya fabricación genere menor huella de carbono.

### MEJORA DE LA RODADURA

Desarrollo de materiales con buen compromiso agarre/desgaste.

### REDUCCIÓN DE CONSUMO DEL AIRE ACONDICIONADO EN COCHES ELÉCTRICOS

Sistemas de calefacción basados en el efecto Joule.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de normalización.

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.

Falta de personal especializado (titulaciones no alineadas con necesidades industriales).

Barreras regulatorias/administrativas.



## FERROVIARIO

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y DEL NIVEL DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

##### DISMINUCIÓN DE PESO

Utilización de aleaciones de aluminio en componentes másicos.

Sustitución de componentes hechos en aleaciones férricas.

Extender el uso de materiales compuestos de matriz metálica (MMC).

Utilización de espumas metálicas en componentes estructurales e inferiores, suelos, paredes de cabina y coche.

Incorporación de materiales compuestos de matriz polimérica a la estructura de los coches y otros componentes estructurales de responsabilidad.

Desarrollo de nuevas tecnologías de unión para estructuras multi-materiales.

Desarrollo de materiales/tecnologías que faciliten la integración de sistemas en la estructura.

##### MEJORA DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Desarrollo de nuevas baterías más pequeñas y ligeras.

Extender el uso de supercondensadores.

##### IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS SISTEMAS ENERGÉTICOS

Implementación de materiales inteligentes que generen energía a partir de las vibraciones generadas durante el tránsito del vehículo.

Sistemas capaces de almacenar energía de la frenada regenerativa para la reutilización de ésta en la tracción.

Integración de células fotovoltaicas en superficies acristaladas.



## 02. DISMINUIR COSTES DE FABRICACIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO, MANTENIENDO LA SEGURIDAD

### MANTENIMIENTO/MEJORA DE REQUERIMIENTOS MECÁNICOS

Mejorar uniones entre materiales disimilares.

Desarrollo de tecnologías de procesado de fibras que automaticen el proceso de preparación y consolidación de las preformas de fibra seca.

Mezcla de diferentes fibras y tejidos más eficientes.

Mejorar el comportamiento fuera del plano de los laminados.

Aplicación de técnicas de cosido que añadan fibras en la dirección del espesor o incluso preformas 3D que pueden alcanzar propiedades cercanas a las isotrópicas.

Desarrollo de calidades de acero con mejor comportamiento a desgaste.

### MANTENIMIENTO/MEJORA DE REQUERIMIENTOS FRENTE A HUMO Y FUEGO

Utilización de resinas ignífugas en los composites.

### MEJORA DE PROCESOS QUE FACILITEN EL USO DE COMPOSITES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Mejora de procesos de infusión por vía líquida y curado fuera de autoclave mediante bolsa de vacío.

### MONITORIZACIÓN DEL ESTADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN TIEMPO REAL

Sensorización de elementos estructurales para detectar fallos o defectos.

### APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Fabricación aditiva / Impresión 3D.

### ADAPTACIÓN A CLIMAS EXTREMOS

Mejora de las resinas y pinturas de recubrimiento que permitan incrementar la protección frente a largas exposiciones ante ambientes adversos.

### MANTENIMIENTO/REDUCCIÓN TIEMPOS DE INSPECCIÓN

Desarrollo de materiales/protección superficial con alta resistencia a la corrosión y a fluidos.

Desarrollo de materiales con alta tolerancia al daño.

Desarrollo de materiales autorreparables.

### AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Desarrollo de sistemas de encintado automático más eficientes.

## 03. SOSTENIBILIDAD Y MEDIOAMBIENTE

### ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Procesos para aprovechamiento de disolventes y materiales residuales.

### RECICLABILIDAD DE MATERIALES (CICLO DE VIDA)

La valorización de materiales no metálicos.

El desarrollo del "remanufacturing".

El diseño para el desensamblaje.

### ALARGAR LA VIDA ÚTIL DE LA PIEZA/COMPONENTE

Desarrollo de tecnologías de reparación.

## 04. INCREMENTO DE LA VELOCIDAD, LA FRECUENCIA DE PASO Y LA CAPACIDAD DE CARGA

### DISMINUCIÓN DE PESO (ALIGERAMIENTO DEL MATERIAL MÓVIL)

Utilización de aleaciones de aluminio en componentes másicos.

Sustitución de componentes hechos en aleaciones férricas.

Extender el uso de materiales compuestos de matriz metálica (MMC).

Utilización de espumas metálicas en componentes estructurales e inferiores, suelos, paredes de cabina y coche.

Incorporación de materiales compuestos de matriz polimérica a la estructura de los coches y otros componentes estructurales de responsabilidad.

Eliminación/reducción protecciones anticorrosión con el desarrollo de materiales/protección superficial con alta resistencia a la corrosión y a fluidos.

### MEJORA DE LA AERODINÁMICA

Mejora de las herramientas de modelado y simulación.

Minimización del coeficiente de fricción con el aire y la vía.

## 05. MEJORA DEL CONFORT DE PASAJEROS Y RESIDENTES EN PROXIMIDADES A INSTALACIONES

### MEJORAR AISLAMIENTO, ABSORCIÓN ACÚSTICA Y TÉRMICA EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO

Aplicación de materiales aislantes del sonido.

Aplicación de materiales que respondan de forma inteligente a cambios de temperatura.

Utilización de espumas metálicas que amortigüen vibraciones.

Aplicación de materiales para amortiguamiento de vibraciones y aislantes del sonido.

Mejora de modelos numéricos para predecir comportamiento de materiales ante vibraciones.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.



## MARÍTIMO

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. REDUCIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES

##### DISMINUCIÓN DEL PESO

Aumento del uso de materiales compuestos a nivel estructural. Como consecuencia, reducción de la potencia necesaria y por tanto, de la contaminación.

Implementación de métodos de fabricación aditiva que permitan fabricar piezas a medida que permitan conseguir reducciones de peso.

##### MEJORA DE LOS RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES

Desarrollo de recubrimientos antiincrustantes (*antifouling*) no invasivos para el medioambiente.

Desarrollo de nuevos sistemas de pinturas.

Mejora de las tecnologías de unión multimaterial para impulsar la utilización de materiales compuestos.

Desarrollo de materiales con coeficiente de deslizamiento mejorado.

##### OPTIMIZACIÓN DE AISLANTES PARA MINIMIZACIÓN DE PÉRDIDAS EN TRANSPORTE DE GAS NATURAL LICUADO E HIDRÓGENO

Desarrollo de modelos de envejecimiento de gases e incorporación en modelos de simulación.

##### IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS SOLUCIONES QUE ACTÚEN COMO FILTROS PARA GASES EMITIDOS

Nuevos "scrubber" para reducir los óxidos de azufre generados al quemar combustible diésel.<sup>28</sup>

#### 02. REDUCCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA

##### MONITORIZACIÓN DE LA SALUD ESTRUCTURAL DE LAS EMBARCACIONES

Desarrollar una metodología para controlar el daño acumulado en la estructura mediante modelo numérico y galgas embebidas.

Disminución de la corrosión mediante el uso de materiales compuestos.

Desarrollo de materiales auto-reparables.

##### NUEVOS MÉTODOS DE INSPECCIÓN DURANTE LA FABRICACIÓN

Analizar la combinación de modelos numéricos iFEM con ensayos experimentales para detectar variaciones en las frecuencias propias de los laminados con el fin de identificar delaminaciones.



<sup>28</sup> <https://yaramarine.com/sox-cleaning-technology>

### 03. MEJORA DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA

#### DESARROLLO DE BATERÍAS

Investigación de materiales que permitan desarrollar baterías con mayor capacidad de almacenamiento de energía para instalaciones propulsoras independientes del aire.

Extender el uso de supercondensadores.

Implementación de soluciones basadas en grafeno, que dadas sus propiedades, podrían tener multifuncionalidad y abordar otras necesidades.

#### DESARROLLO DE PILAS DE COMBUSTIBLE MARINIZADAS

Mejora de los materiales empleados en pilas de combustible para desarrollar prototipos más compactos y ligeros adaptados al ambiente marino.

#### ESTUDIOS DE CICLO DE VIDA DE COMPONENTES DE PILAS DE COMBUSTIBLE

Estudios de comportamiento y degradación de los materiales en entornos marinos.

### 04. MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

#### DESARROLLO DE ALEACIONES PARA PROTECCIONES DE TANQUES Y ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Investigación.

#### DISMINUCIÓN DEL PESO

Aumento del uso de materiales compuestos a nivel estructural.

Uso de nuevos materiales estructurales de bajo coste y baja densidad.

#### FATIGA DE LOS COMPOSITOS

Caracterización numérica de la fatiga en materiales para su uso en los programas de diseño estructural.

#### UNIONES ESTRUCTURALES

Definición de uniones entre piezas estructurales para permitir la construcción de grandes estructuras en composite.

Mejora de las tecnologías de unión multimaterial para impulsar la utilización de materiales compuestos.

Desarrollo y mejora de adhesivos para uniones multimaterial.

#### MEJORA RESISTENCIA A IMPACTOS

Desarrollo de soluciones sándwich (espuma/metal/polímero).

### 05. MEJORA DE LOS RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES

#### DISMINUCIÓN DE LA FIRMA RADAR DE EMBARCACIONES

Desarrollo de nuevos recubrimientos que reduzcan la reflexión de una amplia gama de frecuencias de radar.

#### USO DE COMPOSITOS

Desarrollo de nuevos composites adaptados a las necesidades específicas de las embarcaciones en cuanto a aislamiento y de resistencia elevada a la exposición a largo plazo al agua salada.

### 06. MEJORA DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO

#### DISMINUCIÓN DE LA FIRMA ACÚSTICA SUBMARINA

Caracterizar el comportamiento de estructuras en composite y proveer soluciones de ingeniería para disminuir la firma acústica.

#### UTILIZACIÓN DE PANELES SANDWICH ESTRUCTURALES PARA MEJORA DE CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS POR NÚCLEOS ABSORBENTES

Caracterizar el comportamiento de paneles sándwich con diferentes núcleos para evitar el aislamiento acústico posterior.

## 07. DESARROLLO DE MODELOS PREDICTIVOS DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE MATERIALES

### PODER REALIZAR MODELOS DE COLAPSO DE ESTRUCTURA EN CASO DE INCENDIO

Poder realizar correlaciones modelo-ensayo para optimización de los modelos termomecánicos utilizados en los modelos numéricos.

### SIMULACIÓN

Desarrollo y aplicación de métodos computacionales que permitan evaluar nuevos materiales con propiedades mejoradas respecto a los utilizados actualmente y soluciones para uniones multimaterial.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.  
 Carencia de normalización.  
 Coste de partida de las materias primas.  
 Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc.) con experiencia y medios.  
 Carencia de suministradores y fabricantes nacionales de componentes de pilas de combustible.  
 Déficit de técnicos formados en la tecnología de las pilas de combustible.  
 Falta de disponibilidad de hidrógeno en puertos.  
 Elaboración de un marco regulatorio claro en cuanto al transporte y utilización de hidrógeno en barcos.

En la actualidad, según datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Transporte (UNCTAD), más del 90% del comercio mundial se transporta por mar. Tradicionalmente España ha tenido una relación estrecha con el mar y la construcción de buques. El sector marítimo es un sector estratégico en cuanto a que las materias primas que necesitamos llegan por mar, al igual que los recursos marinos de los que disfrutamos como la pesca. La industria naval, en todos sus aspectos, es un potente generador de riqueza, tanto en forma de empleo como en desarrollo de nuevas tecnologías. La sociedad exige cada vez mejores soluciones, más eficaces, más respetuosas con el medio ambiente, más seguras y más económicas. Para ello, la inversión en investigación y desarrollo es fundamental. Los astilleros españoles necesitan poder estar en la vanguardia tecnológica de la construcción naval para no perder competitividad en un mercado cada vez más difícil.

El desarrollo de nuevos materiales como los materiales compuestos, estructuras más ligeras y seguras, mejoras para la reducción del consumo de combustible, técnicas de explotación y manejo del ciclo de vida, nuevos sistemas de almacenamiento y generación de energía son fundamentales para mantener nuestro sector marítimo saludable y permitir que sea fuente de riqueza y empleo estable.

Todos los desarrollos nombrados están sujetos a riesgos importantes. La falta de experiencia es uno de ellos. Hacen falta instituciones experimentadas y dotadas de medios que puedan llevar a buen término las investigaciones necesarias. Estas instituciones necesitan de la estimulación y estabilidad en el tiempo suficientes para que sus proyectos puedan llevarse a cabo de principio a fin independientemente de la situación socioeconómica del país. Sólo así se podrán llegar a soluciones concretas que mejoren nuestra industria y permitan crear riqueza en el amplio sentido del término.



## INFRAESTRUCTURAS

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. REDUCCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA

##### DETERMINAR LA DURABILIDAD A LARGO PLAZO DE MATERIALES

Desarrollar métodos fiables que permitan predecir con fiabilidad la durabilidad de los materiales a largo plazo (100 años).

##### INCREMENTAR LA DURABILIDAD DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Desarrollar materiales de prestaciones a largo plazo mejoradas.

Sistemas avanzados, materiales y técnicas para mejorar la durabilidad de las infraestructuras.

Desarrollo de materiales auto-reparables.

##### INTEGRACIÓN DE SENSORES EN LOS MATERIALES QUE FORMAN PARTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Desarrollo de sensores embebibles e inalámbricos para infraestructuras.

#### 02. MEJORA DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

##### REDUCIR COSTES DE PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Desarrollar métodos de producción que reduzcan los costes de los materiales empleados en la construcción de infraestructuras.

##### REDUCIR CANTIDADES DE MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS

Desarrollar materiales de prestaciones mejoradas para reducir la cantidad de material a emplear.

##### MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIOAMBIENTE

Aplicación de materiales de bajo contenido energético en pavimentos.

##### APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES DISPONIBLES EN EL ENTORNO. ECONOMÍA CIRCULAR

Desarrollar materiales a partir de subproductos de otras industrias.

Reciclabilidad de materiales provenientes de infraestructuras llegado el fin de vida útil de las mismas.



### 03. MEJORA DE LA SEGURIDAD

#### INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES Y SEGURAS

Materiales avanzados para mejorar la seguridad de las infraestructuras de transporte: pavimentos.

### 04. REDUCCIÓN DE PLAZOS DE EJECUCIÓN

#### REDUCIR PESO

Desarrollo de materiales más ligeros.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Coste de partida de las materias primas.

Barreras regulatorias/administrativas.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Barreras técnicas vinculadas a la falta de conocimiento en la predicción de la evolución de las propiedades en el tiempo para materiales de construcción.

Cada vez se pone más de manifiesto la necesidad de disponer de infraestructuras que sean capaces de adecuarse a la evolución demográfica, y por tanto, al movimiento de personas y de mercancías entre las grandes ciudades y el entorno rural. Además, resulta evidente que el coste de las infraestructuras son una barrera crítica para la administración y para las entidades financieras, que no respaldan proyectos que no sean rentables, siendo notable la tendencia de analizarlo desde la perspectiva del ciclo de vida de la infraestructura. Por ello, se hace cada vez más necesario el reducir costes de las materias primas empleadas para la construcción de infraestructuras y, a la vez, incrementar la durabilidad de los materiales. Un balance adecuado entre ambos, costes iniciales y durabilidad, será clave para el desarrollo de nuevas infraestructuras y la renovación de las existentes.

Por otro lado, los mecanismos actuales para determinar la durabilidad de las infraestructuras se basan en tramos experimentales contruidos en instalaciones acondicionadas para ello o en tramos reales, sometidos a control. Ambos mecanismos son costosos, y además, en el caso de tramos reales, es necesario cumplir con la normativa vigente, muy restrictiva en algunos casos que incluso bloquea, en ocasiones, la validación de los desarrollos. Por ello es necesario el apoyo de los organismos reguladores, que faciliten los procesos de validación e incrementen el número de tramos experimentales. Adicionalmente, es necesario el desarrollo de mecanismos paralelos, que apoyados en simulaciones y técnicas de caracterización aceleradas, ayuden a predecir el comportamiento de los materiales y permitan reducir el tiempo para que un desarrollo llegue a mercado.

## ENTIDADES COLABORADORAS





## SALUD

El Grupo de Innovación de Salud, busca fomentar aquellos desarrollos tecnológicos en el ámbito de los materiales avanzados y los nanomateriales, que permitan mejorar la salud de los ciudadanos a lo largo de su vida, siendo uno de los motores principales a la hora de desarrollar nuevas estrategias de prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

### ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES INICIATIVAS EUROPEAS Y ESPAÑOLAS DE I+D+i

El programa de investigación y desarrollo de H2020 centrado en Salud, busca mantener activa e independiente a la parte más mayor de la población, apoyando el desarrollo de nuevos métodos más seguros y efectivos.

Más relacionado con los objetivos del Grupo de Innovación de Salud de **MATERPLAT** se encuentran iniciativas como el programa **NMBP "Nanotechnologies, Advanced Materials, Advanced Manufacturing and Processing, and Biotechnology"**,<sup>29</sup> y es que nanomateriales y materiales avanzados y biotecnología son tres de las cinco Tecnologías Facilitadoras Clave (KETs: Key Enabling Technologies)<sup>30</sup> identificadas por la CE: tecnologías transversales a todos los sectores industriales, susceptibles de provocar mejoras en dichos sectores y crear nuevas industrias.

En el plano nacional, España fomenta a través de CDTI, MEIC y el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), la participación de todos los agentes del sistema de I+D nacional en proyectos dentro del ámbito de la salud a través de la ERA-NET **EuroNanoMed (ENM)**,<sup>31</sup> que busca coordinar programas que generen proyectos de investigación colaborativos que puedan transferir la investigación en nanotecnología a herramientas tangibles en el campo de la medicina.

Además, en el momento en que se está redactando este documento, el **Ciber-bbn**, líder del Grupo de Innovación de **MATERPLAT** está promoviendo el futuro lanzamiento de una propuesta para coordinar una iniciativa **FET Flagship**<sup>32</sup> centrada en nanomedicina, **NANO4P**,<sup>33</sup> cuyo objetivo es el de desarrollar herramientas de precisión basadas en materiales avanzados y nanomateriales para la detección y el tratamiento de enfermedades, en base a las características únicas de cada persona. Además, coordina NANBIOSIS, (Infraestructura para la Producción y Caracterización de Biomateriales, Nanomateriales y Sistemas en Biomedicina), reconocida como una Infraestructura Científico-Tecnológica Singular (ICTS) por el MINECO (actual MEIC).

El hecho de que sea este un ámbito en el que trabajan un gran número de grupos de investigación de gran nivel en universidades, centros de investigación y tecnológicos, a pesar de no existir en España un programa de I+D dedicado a este sector, muestra claramente la importancia del sector y la relevancia del trabajo que se realiza en España y por qué liderar una iniciativa de semejante envergadura se considera factible a día de hoy.

Como puede verse en el diagrama que se muestra a continuación, los miembros del Grupo de Innovación de Salud de **MATERPLAT** y las entidades que han colaborado a esta sección del documento, han seleccionado como relevantes cuatro áreas que aluden a la capacidad de los materiales avanzados y los nanomateriales para desarrollar nuevos y mejores métodos de detección y diagnóstico, y dispositivos médicos, *scaffolds*, prótesis e implantes con propiedades mejoradas:

<sup>29</sup> <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/nanotechnologies-advanced-materials-advanced-manufacturing-and-processing-and>

<sup>30</sup> [https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies_en)

<sup>31</sup> <http://www.euronanomed.net>

<sup>32</sup> <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fet-flagships>

<sup>33</sup> <http://www.nano4p.eu>

## ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS, RETOS TECNOLÓGICOS, NECESIDADES DE I+D Y BARRERAS DE LAS ÁREAS IDENTIFICADAS EN SALUD



### DISPOSITIVOS MÉDICOS

01. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. FUNCIONALIZACIÓN
02. AUMENTAR SEGURIDAD Y RENDIMIENTO
03. OPTIMIZACIÓN DE COSTES DE FABRICACIÓN



### SCAFFOLDS, PRÓTESIS E IMPLANTES

01. MEJORAR BIOCOMPATIBILIDAD Y REDUCIR INFECCIONES
02. REDUCIR COSTES DE FABRICACIÓN
03. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. FUNCIONALIZACIÓN
04. PERSONALIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS IMPLANTADOS
05. MEJORAR LA DURABILIDAD



### NANOMATERIALES PARA TERAPIA

01. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. BARRERAS FISIOLÓGICAS
02. MEJORAR BIOCOMPATIBILIDAD
03. MEJORAR DOSIS DE MEDICAMENTOS Y AUMENTAR EFICACIA
04. REDUCIR COSTES DE FABRICACIÓN



### NANOMATERIALES PARA DIAGNÓSTICO

01. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. CONDUCTIVIDAD EN SUPERFICIES SENSORAS
02. REDUCIR COSTES DE FABRICACIÓN

Figura 7. Resumen de los objetivos globales identificados en las áreas de Salud.





## DISPOSITIVOS MÉDICOS

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. FUNCIONALIZACIÓN

##### MEJORA DE PRESTACIONES MEDIANTE ENFOQUE MULTIDISCIPLINAR

Aplicar nuevos métodos de fabricación y prototipado para mejorar el producto.

Integración mecánica, electrónica y computacional de los dispositivos.

Análisis y mejoras ergonómicas para el paciente y el profesional sanitario.

Generación de dispositivos inteligentes y conectados con el entorno (IoT): conexión permanente paciente/médico. Alarmas automáticas, control de signos vitales, bioseñales, etc.

Ayuda en la toma de decisiones (*data mining*, *deep learning*).

##### MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Nuevos procesos de personalización por fabricación aditiva.

##### MEJORAR ADHESIÓN Y COMPATIBILIDAD CON TEJIDOS BIOLÓGICOS

Mejorar la formulación y funcionalización.

#### 02. AUMENTAR SEGURIDAD Y RENDIMIENTO

##### MEJORAR PROCESOS PRE-OPERATORIOS

Nuevos procesos de planificación quirúrgica basados en fabricación aditiva personalizada.

##### MEJORAR EQUIPAMIENTO Y PROCESOS INTRA-OPERATORIOS

Equipamiento avanzado de cirugía asistida y robótica.

Nuevos procesos de asistencia quirúrgica (robótica médica, guías y marcadores a medida).

##### MEJORAR SEGUIMIENTO Y MONITORIZACIÓN DE ENFERMOS

Tecnologías *wearables* para control y seguimiento de pacientes.

Mejora en la calidad de vida del paciente crónico.

Monitorización de poli-medicados.

#### 03. OPTIMIZACIÓN DE COSTES DE FABRICACIÓN

##### DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS

Automatización del proceso para adecuarlo a la logística de los centros de asistencia médica.

Procesos que impliquen personalización por fabricación aditiva.

##### FABRICACIÓN ADITIVA DE LOS DISPOSITIVOS Y OTROS PROCESOS COMO MOLDEO POR INYECCIÓN DE ELECTRÓNICA IMPRESA

Procesos de fabricación avanzados.

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Coste de partida de las materias primas.

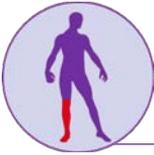
Barreras regulatorias/administrativas.

Carencia de normalización.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Falta de personal especializado (titulaciones no alineadas con necesidades industriales).



## SCAFFOLDS, PRÓTESIS E IMPLANTES

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. MEJORAR BIOCMPATIBILIDAD Y REDUCIR INFECCIONES

##### VALIDACIÓN CLÍNICA DE LOS PRODUCTOS DE TERAPIAS AVANZADAS

Ensayos clínicos y preclínicos.  
Desarrollo de materiales y procesos mejorados.

##### DISEÑAR UNA NUEVA FAMILIA DE ALEACIONES METÁLICAS DE ALTO VALOR AÑADIDO PARA FABRICACIÓN DE IMPLANTES DE NUEVA GENERACIÓN

Diseño y desarrollo de nuevos compuestos y sus métodos de síntesis y aleación.

##### EVITAR INFECCIONES MICROBIANAS TRAS CIRUGÍA ORTOPÉDICA

Antibióticos microencapsulados de aplicación en cementos óseos para evitar infecciones post-operatorias.



#### 02. REDUCIR COSTES DE FABRICACIÓN

##### DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS

Automatización del proceso para adecuarlo a la logística de los centros de asistencia médica.

### 03. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. FUNCIONALIZACIÓN

#### DESARROLLO DE SCAFFOLDS QUE REPLIQUEN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TEJIDOS A RECUPERAR

Desarrollo de materiales y procesos mejorados.

Composiciones altamente bioactivas dotándolas de propiedades osteo-estimuladoras.

Control de porosidad interconectada para permitir y facilitar que las células puedan adherirse, crecer y proliferar, no solo en su superficie, también en su interior.

Incorporar agentes directores de estructura puede permitir diseñar porosidad en la nanoescala, que tiene especial interés para aumentar su reactividad, así como para poder utilizar los nanoporos para hacer química en espacios confinados.

Controlar la meso-arquitectura, diseñando mesoporos donde se puedan confinar moléculas con actividad terapéutica.

Funcionalización de la superficie, tanto para un mayor acercamiento a la biología y por tanto al buen rendimiento de la regeneración ósea, como para funciones de carga y liberación de fármacos.

### 04. PERSONALIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS IMPLANTADOS

#### NUEVOS MATERIALES CON PROPIEDADES BIOCOMPATIBLES QUE PUEDAN SER FABRICADOS DE MANERA ADITIVA (IMPRESIÓN 3D)

Escalado industrial de los nuevos materiales.

Equipos de fabricación aditiva preparados para trabajar con los biomateriales desarrollados.

#### DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Impresión 3D, bioimpresión y recubrimientos.

Técnicas de liberación de fármacos y de degradación temporal.

Desarrollo de materiales reabsorbibles.

### 05. MEJORAR LA DURABILIDAD

#### RECUBRIMIENTOS MÁS RESISTENTES MANTENIENDO LA FUNCIONALIDAD

Mejora de procesos de aplicación de recubrimientos.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Coste de partida de las materias primas.

Barreras regulatorias/administrativas.

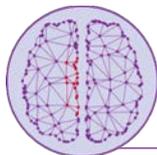
Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.

Carencia de normalización.

Los *scaffolds* biodegradables para regeneración de lesiones están llamados a ser el futuro de la medicina personalizada, complemento ideal a la posibilidad de realizar prótesis e implantes a medida. Si bien la falta de regulación actual en el que se encuentran, entre *medical device* y productos de terapias avanzadas cuando son complementados con componentes biológicos, hace que el futuro a corto plazo y su aplicación clínica sea incierta y esté restringida a casos específicos.



## NANOMATERIALES PARA TERAPIA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. BARRERAS FISIOLÓGICAS

##### CONSEGUIR QUE LOS MEDICAMENTOS PUEDAN CRUZAR LA BARRERA HEMATOENCEFÁLICA (IMPORTANTE EN CASO DE TUMORES CEREBRALES DE BAJO GRADO)

Estudiar la posible conjugación del material con péptidos que auxilien en el cruce de la barrera hematoencefálica.

##### EN CASO DE UN MATERIAL QUE TENGA FUNCIÓN TANTO DE TERAPIA COMO DE DIAGNÓSTICO, CONSEGUIR QUE ESTE SEA DETECTADO RÁPIDAMENTE DE MANERA NO INVASIVA PARA VALIDAR SU LLEGADA AL SITIO DE ACCIÓN

Combinar la estructura farmacológica del material con una estructura capaz de producir aumento de la relajatividad del agua, resultando en contraste por MRI.

##### USO DE NANOMATERIALES PARA TERAPIAS NO INVASIVAS

Desarrollo de filtros ópticos con tecnologías de conversión espectral en oftalmología.

#### 02. MEJORAR BIOCOMPATIBILIDAD

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES

Investigar en nuevos materiales más biocompatibles.

Desarrollar nuevos materiales más reabsorbibles.

##### DETERMINACIÓN DE LOS ENSAYOS TOXICOLÓGICOS NECESARIOS A ESCALA NANO, ESPECIALMENTE A LARGO PLAZO

Materiales fácilmente eliminables y de baja toxicidad.

#### 03. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. BARRERAS FISIOLÓGICAS

##### DISMINUCIÓN DE DOSIS DE MEDICAMENTO Y CONSECUENTE DISMINUCIÓN DE POSIBLES EFECTOS COLATERALES

Estudiar nuevos esquemas de administración de medicamentos para potenciar su acción.

##### MEJORA EFICIENCIA DE LOS MEDICAMENTOS

Mejorar procesos para anclar moléculas direccionadoras eficientes.

##### MOVIMIENTO DE NANOPARTÍCULAS EN MEDIOS COMPLEJOS/VISCOSOS

Desarrollar nanopartículas activas autopropulsadas-nanomotores.

##### APORTAR PROPULSIÓN A NANOPARTÍCULAS PARA SOBREPONERSE A FLUJOS

Mejorar la eficiencia en el transporte de fármacos.

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES

Desarrollar nuevos materiales con más capacidad de carga.

##### ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE NANOPARTÍCULAS EN 3D

Desarrollar matrices 3D para estudiar el movimiento de nanopartículas.

##### ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE NANOMOTORES EN ESTRUCTURAS 3D

Desarrollar matrices 3D para estudiar el movimiento de nanomotores.

##### DISMINUCIÓN DE DOSIS DE MEDICAMENTO

Mejorar procesos de nanoconjugación.

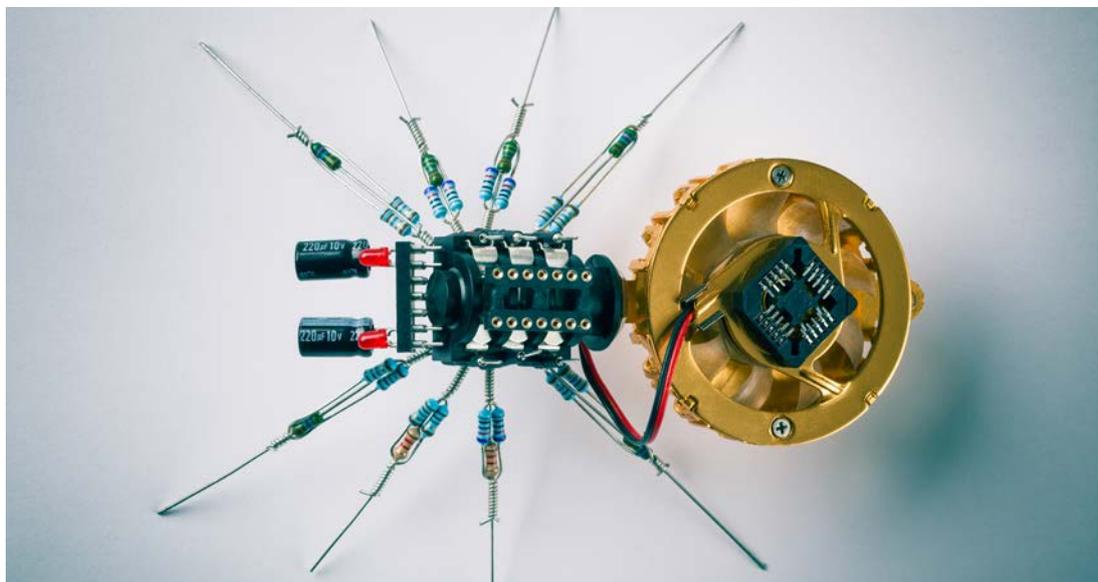
##### MEJORA EFICIENCIA DE LOS MEDICAMENTOS

Mejorar procesos para anclar moléculas direccionadoras eficientes.

## 04. REDUCIR COSTES DE FABRICACIÓN

### DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS

Automatización del proceso para adecuarlo a la logística de los centros de asistencia médica.



### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Coste de partida de las materias primas.  
 Barreras regulatorias/administrativas.  
 Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.  
 Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.  
 Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc.) con experiencia y medios.  
 Carencia de infraestructuras para la gestión de residuos.  
 Dificultad de aceptación empresarial/social.  
 Carencia de normalización.  
 Nanorobots/Nanomotores son percibidos como conceptos muy futuristas.

España es una de las principales potencias mundiales en nanomedicina, ocupando los primeros puestos en los rankings sobre producción científica en este campo. No obstante, la transferencia de estos resultados y su llegada al mercado es muy escasa, ocupando puestos muy bajos en innovación. Por tanto, cualquier iniciativa encaminada a transferir los resultados a la industria será necesaria para que finalmente se beneficien los pacientes, que al fin y al cabo deben ser los realmente beneficiarios de estas tecnologías. Por otra parte, una de las principales barreras tecnológicas para que las nanomedicinas lleguen al mercado es la falta de estandarización y regulación por parte de las autoridades regulatorias para que estos productos puedan ser aprobados para su uso en humanos. Este vacío provoca una desconfianza y un menor interés de las grandes farmacéuticas por este tipo de tecnologías, retrasando el avance de las mismas a estadios más avanzados de su desarrollo. España cuenta con las capacidades e infraestructuras necesarias para realizar los tests necesarios para llevar a cabo las pruebas de seguridad necesarias para demostrar la eficacia e inocuidad de nanofármacos, pero sería necesaria una mayor coordinación industria/academia/centros tecnológicos y autoridades reguladoras para colaborar en este ámbito.

Por último, la escalabilidad de los procesos de fabricación de estos productos es compleja, por lo que se deberían dedicar recursos para mejorar estos procesos para que finalmente puedan alcanzar el mercado a precios asumibles por el consumidor.



## NANOMATERIALES PARA DIAGNÓSTICO

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. MEJORAR PROPIEDADES PARA SU APLICACIÓN: P.E. BARRERAS FISIOLÓGICAS

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES CAPACES DE AFECTAR A LA RELAJATIVIDAD DEL AGUA CIRCUNDANTE Y CON CAPACIDAD DE CONTRASTE DUAL

Desarrollo de nanopartículas con excelente producción de contraste dual en MRI.

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES CON MENOR O NULA TOXICIDAD

Desarrollo de nanopartículas que tengan biodisponibilidad adecuada (i.e. no se acumulen en órganos como hígado y riñones). Preferencia por nanopartículas que no estén basadas en metales como gadolinio.

##### DESARROLLO DE MATERIALES CAPACES DE CRUZAR LA BARRERA HEMATOENCEFÁLICA ÍNTEGRA

Desarrollo de nanopartículas que puedan identificar una lesión cerebral sin necesidad de esperar afectación de la barrera hematoencefálica.

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES CON FUNCIONES MEJORADAS

Desarrollo de nanoestructuras (o nanopartículas) multifuncionales para diagnóstico y tratamiento (teranóstico).

Desarrollo de nuevos materiales para mejorar la sensibilidad de los sensores.

Desarrollo de polímeros con nanopartículas metálicas injertadas.

#### 02. REDUCIR COSTES DE FABRICACIÓN

##### DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS

Automatización del proceso para adecuarlo a la logística de los centros de asistencia médica.

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Coste de partida de las materias primas.

Barreras regulatorias/administrativas.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Falta de personal especializado (titulaciones no alineadas con necesidades industriales).

Dificultad de aceptación empresarial/social.

Atendiendo a la cadena de valor de este sector, España cuenta con centros de investigación y tecnológicos punteros en el desarrollo de estas tecnologías, pero una vez más, la transferencia de estos resultados y su llegada al mercado es muy escasa, ocupando puestos muy bajos en innovación.



## ENTIDADES COLABORADORAS

---





## ENERGÍA

El principal objetivo al que busca contribuir este Grupo de Innovación es el de facilitar la transición hacia un sistema de *Energía segura, limpia y eficiente*. Para ello, es necesario hacer frente principalmente a una creciente escasez de recursos y a una cada vez mayor demanda energética, problemas que se convierten en especialmente acuciantes en las condiciones de cambio climático que estamos viviendo.

### ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES INICIATIVAS EUROPEAS Y ESPAÑOLAS DE I+D+I

La Comisión Europea asignó un total de 5.931 millones de € para desarrollar tareas de investigación en energías no-nucleares durante el período 2014-2020. La identificación de los retos asociados al sector energético se recogió en el Plan Estratégico de Tecnología Energética (**SET Plan**), adoptado en el marco de la Política de Energía y Cambio Climático, cuyo objetivo es acelerar el desarrollo de tecnologías clave de bajo nivel de carbono con el fin de introducirlas en el mercado de una forma mucho más rápida de la que se hubiera producido sin este Plan.

La hoja de ruta de materiales para producción de energía de bajo carbono (Materials Roadmap) publicada por la unión europea en 2011,<sup>34</sup> engloba y complementa las hojas de ruta desarrolladas para distintos tipos de energías. En este documento se detallan las acciones de innovación y desarrollo de materiales para alcanzar los objetivos del **SET Plan**.

Por otro lado, **Euratom**<sup>35</sup> se encarga de promover actividades de I+D en el sector de la energía nuclear, que buscan mejorar la seguridad, la protección frente a la radiación y contribuir a la de-carbonización del sistema energético a largo plazo, de una forma segura y eficiente. Las actividades de **Euratom** abarcan la I+D tanto en fisión como en fusión, tratando de incrementar la protección frente a la radiación en el caso de la fisión y desarrollando sistemas de confinamiento magnético que permitan utilizar la fusión como fuente de energía. Relacionado con este último punto se encuentra una de las mayores iniciativas europeas en materia de energía, el desarrollo del reactor de fusión **ITER**.<sup>36</sup>

Además, en el plano nacional, la Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas (**ALINNE**),<sup>3</sup> iniciativa público-privada que nace con el reto de reforzar el liderazgo internacional de España en innovación energética, llevó a cabo el ejercicio "**Análisis del potencial de desarrollo tecnológico de las tecnologías energéticas en España**" (**APTE 2015**), en el que se identificaron las tecnologías energéticas prioritarias para España, bien porque España ya era fuerte en ellas, por su potencial de futuro en cuanto a expectativas de mercado y su alineamiento con la política tecnológica europea, así como las tecnologías que pueden tener un mejor impacto en la reducción de emisiones contaminantes, en la mejora de la balanza de pagos y de la dependencia exterior y que tengan un mayor efecto tractor sobre el desarrollo tecnológico e industrial.

Tanto el **SET Plan** como el ejercicio **APTE 2015** han sido clave a la hora de seleccionar las áreas energéticas sobre las que **MATERPLAT** ha realizado su análisis.

<sup>34</sup> Materials Roadmap Enabling Low Carbon Energy Technologies Brussels, COMMISSION STAFF WORKING PAPER SEC(2011) 1609, December 2011

<sup>35</sup> <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/euratom>

<sup>36</sup> <http://ec.europa.eu/research/energy/index.cfm?pg=area&areaname=fusion&cookies=disabled>

## ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS, RETOS TECNOLÓGICOS, NECESIDADES DE I+D Y BARRERAS DE LAS ÁREAS IDENTIFICADAS EN ENERGÍA



### FOTOVOLTAICA

01. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS MÓDULOS AL MENOS UN 20% EN 2020 Y EN 35% EN 2030
02. AUMENTAR LA VIDA DEL MÓDULO HASTA MÁS DE 35 AÑOS EN 2020
03. DEMOSTRAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA
04. DESARROLLO DE BIPV (ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA INTEGRADA EN LA EDIFICACIÓN)



### SOLAR DE CONCENTRACIÓN / SOLAR TERMOELÉCTRICA

01. DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS - PRIMER DEMOSTRADOR EN 2020
02. REDUCIR EL COSTE EN MÁS DE UN 40% EN 2020



### SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA

01. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS CAPTADORES
02. AUMENTAR LA VIDA DE LAS INSTALACIONES
03. DEMOSTRAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA
04. REDUCCIÓN DE COSTES DE PRODUCCIÓN
05. MEJORAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE LAS INSTALACIONES Y ASEGURAMIENTO DEL RENDIMIENTO



### EÓLICA

01. REDUCCION DE COSTE A MENOS DE 10CT€/KWH EN 2020 Y A MENOS DE 7 CT€/KWH EN 2030
02. DESARROLLAR SISTEMAS INTEGRADOS PARA AGUAS PROFUNDAS (>50 M) CON COSTES DE MENOS DE 14 CT€/KWH EN 2020 Y DE MENOS DE 9 CT€/KWH EN 2030
03. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LAS TURBINAS OFFSHORE HASTA EL 99% Y EL FACTOR DE CAPACIDAD AL 55% EN 2020
04. INCREMENTO DEL TAMAÑO DEL ROTOR PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DEL PARQUE SIN INCREMENTAR LAS CARGAS
05. REDUCCIÓN DEL LCOE EN UN 2%
06. MANTENER LA DISPONIBILIDAD DE LA MÁQUINA Y ALARGAR LA VIDA ÚTIL
07. REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE MATERIALES COMPUESTOS
08. REDUCCIÓN DEL LCOE EN UN 3%
09. REDUCIR LA CARGA DE MANTENIMIENTO Y EVITAR GRANDES CORRECTIVOS



### OCEÁNICA MARINA

01. REDUCCIÓN DE COSTES EN ENERGÍA OCEÁNICA DE MAREAS Y CORRIENTES



### GEOTÉRMICA

01. MEJORA EN LA INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS
02. REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE EJECUCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE INTERCAMBIO GEOTÉRMICO
03. DESARROLLO DE SISTEMAS DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS QUE PERMITAN LA EVOLUCIÓN DE LOS CONJUNTOS CALDERA INDIVIDUAL-RADIADOR DE ALTA TEMPERATURA A SISTEMAS BASADOS EN GEOTERMIA SOMERA
04. MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN TÉRMICA CON GEOTERMIA
05. OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN SUPERFICIE: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y SUMINISTRO DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN SUPERFICIE A LOS USUARIOS FINALES

Figura 8. Resumen de los objetivos globales identificados en las áreas de Energía



## NUCLEAR DE FUSIÓN

01. REACTOR EXPERIMENTAL DE FUSIÓN: CONSTRUCCIÓN DE ITER
02. REACTOR DE DEMOSTRACIÓN DE FUSIÓN: CONSTRUCCIÓN DE DEMO



## NUCLEAR DE FISIÓN

01. MANTENER O INCREMENTAR EL NIVEL DE SEGURIDAD EN PLANTAS EN OPERACIÓN: OPERACIÓN A LARGO PLAZO, ALMACENAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS
02. REACTORES INNOVADORES DE FISIÓN: LICENCIAMIENTO DEL SMALL MODULAR REACTOR EN 2025 Y AL MENOS UN DEMOSTRADOR DE IV GENERACIÓN EN 2030



## H2 Y PILAS DE COMBUSTIBLE

01. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE HIDRÓGENO (GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN EN ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA)
02. TRANSPORTE DE HIDRÓGENO
03. PILAS DE COMBUSTIBLE
04. AUMENTAR LA DURABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HIDRÓGENO
05. DEMOSTRAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA
06. REDUCCION DE COSTES EN LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE HIDRÓGENO EN ENERGIA TÉRMICA Y ELÉCTRICA



## CAPTURA, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y USOS Y TRANSFORMACIÓN DEL CO<sub>2</sub>

01. CAPTURA DE CO<sub>2</sub> - AUMENTO DE ESCALA Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub>
02. TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub> - DESARROLLO DE MATERIALES ADECUADOS PARA LOS CEODUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub> CON IMPUREZAS
03. USOS DE CO<sub>2</sub>



## ALMACENAMIENTO

01. BATERÍAS AVANZADAS DE ION LITIO PARA ELECTROMOVILIDAD
02. INFLUENCIA DE LA CARGA RÁPIDA Y ULTRARÁPIDA EN LA DEGRADACIÓN DE LAS BATERÍAS DE ION LITIO
03. BATERÍAS AVANZADAS PARA ALMACENAMIENTO ESTACIONARIO DE ENERGÍA
04. TECNOLOGÍAS POST-ION LITIO PARA ELECTROMOVILIDAD
05. RECICLADO DE BATERÍAS (ION LITIO Y POST-ION LITIO)
06. SISTEMAS HÍBRIDOS DE BATERÍAS PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



## BIOENERGÍA

01. UTILIZACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS MEDIANTE COMBUSTIÓN DIRECTA
02. PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS PARA GASIFICACIÓN
03. PRODUCCIÓN Y USO DEL BIOGÁS
04. CONVERSIÓN DE AZÚCARES Y ALMIDÓN EN BIOETANOL
05. CONVERSIÓN DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA POR PROCESOS BIOQUÍMICOS EN ALCOHOLES
06. GASIFICACIÓN DE BIOMASA Y CONVERSIÓN CATALÍTICA O BIOQUÍMICA EN BIOCOMBUSTIBLES
07. DIGESTIÓN DE BIOMASA PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS
08. CONVERSIÓN PIROLÍTICA TÉRMICA Y CATALÍTICA DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA Y UPGRADING
09. CONVERSIÓN CATALÍTICA DE AZÚCARES EN COMBUSTIBLES Y QUÍMICOS
10. PLATAFORMA ACEITES (CONVERSIÓN CONVENCIONAL + HIDROTRATAMIENTO + PIRÓLISIS + TRATAMIENTO EN OTRAS UNIDADES DE REFINERÍA SOLO O CONJUNTAMENTE CON EL COMBUSTIBLE FÓSIL)



## FOTOVOLTAICA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS MÓDULOS AL MENOS UN 20% EN 2020 Y EN 35% EN 2030

##### OPTIMIZAR LOS MATERIALES

Mejora del comportamiento y procesos para materiales de lámina delgada.

Actividades de normalización de la fabricación de materiales de "solar grade".

Desarrollo de recubrimientos que maximicen la entrada de luz solar.

Desarrollo de nuevos procesos de deposición de lámina delgada, e.g. células del tipo CdS/CdTe.

Desarrollo de células solares fotovoltaicas monounión y multiunión tipo GaInP/GaInAs/Gey, orgánicas, de cristales fotónicos.

##### DESARROLLO DE CÉLULAS DE SILICIO CON CONTACTOS PASIVADOS

Optimización de procesos en células pasivadas con silicio amorfo. Demostración de nuevos materiales como contactos selectivos.

##### DESARROLLO DE CÉLULAS MULTIUNIÓN SOBRE SILICIO

Estructuras óptimas sobre silicio, con semiconductores III-V, perovskitas o capas delgadas. Procesos de fabricación industrializables.

##### INNOVACIONES EN ENRISTRADO DE CÉLULAS Y ENCAPSULADO DEL MÓDULO

Nuevos materiales y vidrios fotovoltaicos de bajo coste y altas prestaciones.

Módulos bifaciales.

Módulos con contactos posteriores.

Módulos de Concentración Fotovoltaica.

##### NUEVOS MATERIALES ENCAPSULANTES

Desarrollo de materiales poliméricos para encapsulado de alta transmitancia óptica en el rango de respuesta espectral de las nuevas células, compatibles químicamente y en cuanto a procesado con las nuevas tecnologías de célula, de alta durabilidad, bajo coste y baja huella medioambiental (incluido reciclabilidad).

##### CAPAS MULTIFUNCIONALES PARA VIDRIO

Desarrollo de capas anti-reflectantes de amplio rango espectral adaptadas a la respuesta espectral de las nuevas células, con alta durabilidad en cuanto a agentes ambientales, alta resistencia a la abrasión y que disminuyan la necesidad de limpieza (efecto *anti-soiling*). Procesos de fabricación de bajo coste (sol-gel) y compatibles con vidrio templado.

##### NUEVOS SISTEMAS DE INTERCONEXIONADO

Desarrollo de materiales, procesos y equipamiento para interconexión de células de alta eficiencia (soldadura de baja temperatura, adhesivos conductores, films y tapes conductores, etc.), con procesos y materiales que cumplan los estándares medioambientales.

#### 02. AUMENTAR LA VIDA DEL MÓDULO HASTA MÁS DE 35 AÑOS EN 2020

##### OPTIMIZAR LOS MATERIALES

Desarrollo de métodos de predicción multiescala de vida útil.

##### MATERIALES ENCAPSULANTES CON ALTA RESISTENCIA A LA RADIACIÓN Y HUMEDAD

Desarrollo de materiales poliméricos para encapsulado con elevadas prestaciones de barrera a la humedad y alta resistividad eléctrica (copolímeros, nanoestructuras, materiales híbridos, etc.), y resistencia inherente a radiación solar elevada manteniendo la transmitancia en la región UV. Desarrollo de procesos y equipos de encapsulado acorde con estos nuevos materiales (encapsulantes líquidos, alta presión, etc.).

##### CAPAS ANTI-SOILING Y ANTI-ABRASIÓN

Desarrollo de capas y tratamientos para vidrio resistentes a la abrasión y que reduzcan las operaciones de limpieza (hidrofóbicas, superhidrofílicas, etc.). Procesos de bajo coste y compatibles con vidrio templado.



### 03. DEMOSTRAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA

#### OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES Y PROCESOS

Fabricación de nuevas células de bajo coste, con menor cantidad de silicio.

#### DESARROLLO DE PROCESOS QUE REQUIERAN BAJA INVERSIÓN INICIAL Y MINIMIZACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y DE MATERIALES

Reducción en el uso de materiales, aumento de reciclabilidad.

Desarrollo de equipos de alta productividad.

#### TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN EN LÍNEA PARA CONTROL DE CALIDAD

Desarrollo de técnicas para caracterización en línea de los nuevos materiales y procesos de fabricación.  
Incorporación de BIG Data al control de calidad.

### 04. DESARROLLO DE BIPV (ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA INTEGRADA EN LA EDIFICACIÓN)

#### OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES

Reducción del espesor/peso del vidrio fotovoltaico.

#### DESARROLLO DE SOLUCIONES BIPV INNOVADORAS

Diseño de módulos específicos para sustituir materiales de construcción.

Desarrollo de módulos bifaciales para edificios. Desarrollo de módulos de micro-concentración fotovoltaica para edificios.

Aplicación de tecnologías de concentradores solares luminiscentes.

#### MATERIALES PARA BIPV

Desarrollo de materiales de encapsulado multifuncionales con prestaciones ópticas, eléctricas, mecánicas y térmicas, de alta durabilidad y que respondan a su vez a los requerimientos de diseño (curvatura, acabados estéticos, etc.). Materiales de alta barrera a la humedad para protección de tecnologías de célula de interés para integración (perovskitas, orgánicas, etc.).

Integración de soluciones BIPV con material ETFE.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Dificultad de aceptación empresarial/social.

Barreras regulatorias/administrativas.

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Gran gap entre los resultados de laboratorio y la producción industrial.

Se deben desarrollar métodos normalizados de estimación de vida.

Necesidad de demostrar tecnologías competitivas en coste a escala semi-industrial e industrial.



## SOLAR DE CONCENTRACIÓN / SOLAR TERMOELÉCTRICA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS - PRIMER DEMOSTRADOR EN 2020

##### NUEVOS MATERIALES ABSORBEDORES

Desarrollo de recubrimientos.

Desarrollo de estructuras cerámicas porosas y materiales metálicos estructurales para trabajar a 1200 °C.

##### NUEVOS MATERIALES REFLECTORES

Desarrollo de espejos de bajo Pb (*Zero lead mirrors*) con alta resistencia a la corrosión.

##### FABRICACIÓN DE COMPONENTES A NIVEL INDUSTRIAL

Aplicación de recubrimientos innovadores a nivel industrial.

Fabricación de tubos multicapa rectos y curvos.

Demostración de la operación de aceites sintéticos a alta temperatura.

Uso de materiales de almacenamiento de alta eficiencia y bajo coste.

#### 02. REDUCIR EL COSTE EN MÁS DE UN 40% EN 2020

##### NUEVOS MATERIALES ABSORBEDORES/REFLECTOR/CALOPORTADOR

Mejorar la resistencia a corrosión a alta temperatura.

Desarrollo de ensayos de envejecimiento acelerado.

Mejora en la reflectancia con una reducción de coste.

Desarrollo de recubrimientos *anti-soiling*.

Desarrollo de *low-iron glass*.

Fluidos alternativos a los aceites sintéticos para elevar la temperatura de trabajo.

Desarrollo de técnicas de simulación de comportamiento en servicio.

Desarrollo de sales fundidas avanzadas para operar a mayor temperatura con alta resistencia a la corrosión.

Demostración del uso de metales líquidos como fluido caloportador para elevar la temperatura de trabajo.

##### MATERIALES ESTRUCTURALES

Selección de materiales (acero, aluminio, compuestos) para estructuras de altas longitudes, de bajo coste y resistentes a la corrosión.

Fabricación de cambiadores de calor de bajo coste con alta resistencia a la corrosión por sales fundidas.

Materiales de bajo coste capaces de operar a alta temperatura.

##### MATERIALES DE ALMACENAMIENTO

Desarrollo de nuevos materiales de almacenamiento a alta temperatura: cerámicas, materiales de cambio de fase, etc.

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Gran gap entre los resultados de laboratorio y la producción industrial.

Carencia de normalización.

Se deben desarrollar métodos normalizados de estimación de vida.

Necesidad de demostrar tecnologías competitivas en coste a escala semi-industrial e industrial.

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Barreras regulatorias/administrativas.

Dificultad de aceptación empresarial/social.



## SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS CAPTADORES

##### OPTIMIZAR MATERIALES

Desarrollo de recubrimientos que maximicen resultados.

Desarrollo de recubrimientos que permitan incrementar la captura selectiva de la luz solar.

#### 02. AUMENTAR LA VIDA DE LAS INSTALACIONES

##### OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES Y DEL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

Desarrollo de métodos de predicción y mantenimiento preventivo.

#### 03. DEMOSTRAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA

##### OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES Y DEL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

Fabricación de captadores de gran formato y de bajo coste.

#### 04. REDUCCIÓN DE COSTES DE PRODUCCIÓN

##### COMPONENTES Y SUB-SISTEMAS

Materiales de bajo coste capaces de operar a 120 °C.

#### 05. MEJORAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE LAS INSTALACIONES Y ASEGURAMIENTO DEL RENDIMIENTO

##### OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

Materiales con mejor transferencia de calor.





## EÓLICA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. REDUCCION DE COSTE A MENOS DE 10CT€/KWH EN 2020 Y A MENOS DE 7 CT€/KWH EN 2030

##### MATERIALES DE TORRE

- Desarrollo de materiales de alta resistencia y alta tenacidad a baja temperatura.
- Desarrollo de técnicas de fabricación in-situ de alta eficiencia (soldaduras).
- Desarrollo de recubrimientos de alta durabilidad.
- Desarrollo de recubrimientos anti-suciedad y anti-hielo.
- Desarrollos de materiales anti-fouling y anti-corrosión para ambientes marinos.
- Utilización de grados de aceros más ligeros y con mejores propiedades frente a ambientes agresivos.

##### MATERIALES DE PALA DE BAJO COSTE

- Desarrollo de nuevos materiales de alta resistencia y baja densidad.
- Desarrollo de nuevos materiales compuestos sostenibles.
- Desarrollo de nuevos materiales adhesivos y técnicas de unión.
- Desarrollo de recubrimientos anti-erosión.
- Desarrollo de recubrimientos anti-suciedad y anti-hielo.

#### 02. DESARROLLAR SISTEMAS INTEGRADOS PARA AGUAS PROFUNDAS (>50 M) CON COSTES DE MENOS DE 14 CT€/KWH EN 2020 Y DE MENOS DE 9 CT€/KWH EN 2030

##### ESTRUCTURA SOPORTE

- Desarrollo de estructuras de soporte en acero, cemento para aguas profundas.
- Desarrollo de estructuras con recubrimientos "anti-fouling".



### **03. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LAS TURBINAS OFFSHORE HASTA EL 99% Y EL FACTOR DE CAPACIDAD AL 55% EN 2020**

#### **NUEVOS MATERIALES CON BAJA AFECCIÓN DE CORROSIÓN**

Desarrollo de materiales y ensayos en instalaciones piloto.

### **04. INCREMENTO DEL TAMAÑO DEL ROTOR PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DEL PARQUE SIN INCREMENTAR LAS CARGAS**

#### **DISMINUIR EL PESO DE LA PALA A TRAVÉS DE NUEVOS MATERIALES**

Desarrollo de nuevos materiales de alta resistencia y baja densidad.

#### **REDUCCIÓN DEL PESO A TRAVÉS DE MENOR USO DE MATERIALES**

Desarrollo y ensayo con nuevos perfiles aerodinámicos y de nuevos componentes estructurales.

### **05. REDUCCIÓN DEL LCOE EN UN 2%**

#### **NUEVOS DISEÑOS DE PALA CON MATERIALES DE BAJO COSTE**

Desarrollo de nuevos materiales adhesivos y técnicas de unión.

#### **NUEVOS MATERIALES PARA EL "COATING" DE LAS PALAS**

Desarrollo de recubrimientos anti-erosión.

### **06. MANTENER LA DISPONIBILIDAD DE LA MÁQUINA Y ALARGAR LA VIDA ÚTIL**

#### **NUEVOS MATERIALES DE ALTA DURABILIDAD**

Desarrollo de nuevos materiales y ensayos en laboratorio de envejecimiento prematuro.

### **07. REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE MATERIALES COMPUESTOS**

#### **DESARROLLO DE PROCESOS DE REUTILIZACIÓN DE FIBRAS Y OTROS COMPONENTES**

Procesos de separación de los materiales y nuevas aplicaciones de fibra corta.

### **08. REDUCCIÓN DEL LCOE EN UN 3%**

#### **MATERIALES DE TORRE**

Desarrollo de materiales de alta resistencia y alta tenacidad a baja temperatura.

Desarrollo de técnicas de fabricación in-situ de alta eficiencia (soldaduras).

### **09. REDUCIR LA CARGA DE MANTENIMIENTO Y EVITAR GRANDES CORRECTIVOS**

#### **MATERIALES DE TORRE**

Desarrollo de recubrimientos de alta durabilidad.



## OCEÁNICA MARINA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. REDUCCIÓN DE COSTES EN ENERGÍA OCEÁNICA DE MAREAS Y CORRIENTES<sup>37</sup>

##### COMPONENTES Y SUB-SISTEMAS (ANCLAJES, CABLEADO,...)

Desarrollo de materiales resistentes a ambientes marinos, a la fatiga y a cargas cíclicas.

Desarrollo de recubrimientos con características anti-fouling (corrosión por microorganismos).

##### PALAS RESISTENTES

Desarrollo de materiales ligeros y resistentes al desgaste.

##### MEMBRANAS PARA GRADIENTES SALINOS

Desarrollo de membranas con buena resistencia a altas cargas (ósmosis), y baja resistencia eléctrica (electrodialisis reversible).

##### TUBOS DE ENFRIAMIENTO PARA PLANTAS OTEC (OFF-SHORE THERMAL ENERGY CONVERSION)

Desarrollo de materiales y uniones resistentes a la fatiga.

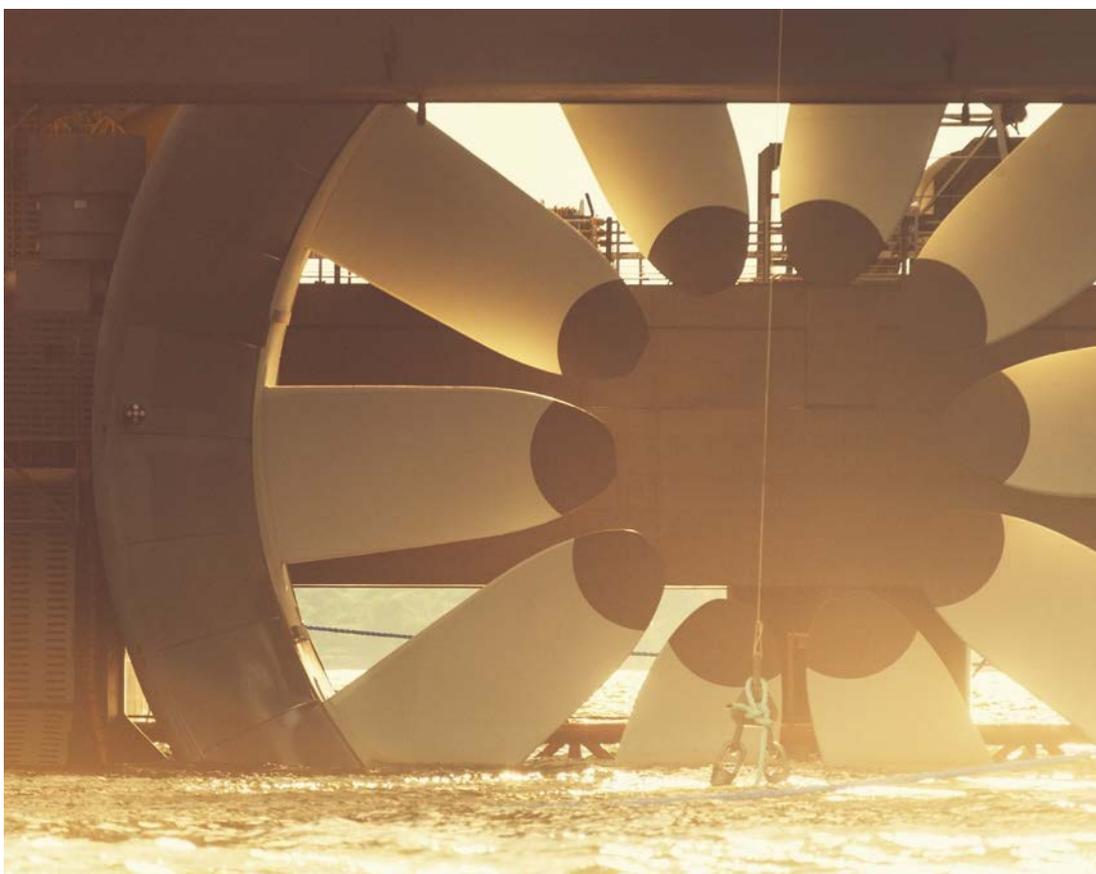
Desarrollo de materiales flexibles para reducir tensiones en uniones.

##### INTERCAMBIADORES DE CALOR EN PLANTAS OTEC (OFF-SHORE THERMAL ENERGY CONVERSION)

Aumento de la eficiencia del intercambiador (pequeñas diferencias de temperatura entre las aguas superficiales y las profundas).

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Falta de ensayos que simulen las condiciones reales y de estandarización.



<sup>37</sup> Como mínimo a 15 ct€/kwh en 2025 y a 10 ct€/kwh en 2030. Para la energía oceánica de olas, 20 ct€/kwh en 2025, a 15 ct€/kwh en 2030 y a 10 ct€/kwh en 2030.



## GEOTÉRMICA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. MEJORA EN LA INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS

##### DESARROLLO DE MATERIALES EFICIENTES IMPLICADOS CON LA INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS GEOTÉRMICOS

Desarrollo de materiales que contribuyan a una mejora en la tecnología y costes de los métodos de perforación.

Desarrollo de materiales que contribuyan a una mejora en el proceso de estimulación y en los mecanismos de generación focal de microsismos.

Desarrollo de instrumentación y materiales para prospección con microsismicidad pasiva.

#### 02. REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE EJECUCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE INTERCAMBIO GEOTÉRMICO

##### DESARROLLO DE MATERIALES EFICIENTES PARA LAS TECNOLOGÍAS DE PERFORACIÓN

Mejora en la estructura de rendimiento y costes actuales.

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES EN LA FABRICACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE LOS INTERCAMBIADORES DE INTERCAMBIO GEOTÉRMICO

Desarrollo de nuevos polímeros para la fabricación de conducciones con mejores propiedades térmicas.

Desarrollo de otras sondas nuevas o modificadas (nuevos modelos de coaxiales, sondas en formato helicoidal, etc.).

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES DE RELLENO CON PROPIEDADES ÓPTIMAS PARA EL INTERCAMBIO TÉRMICO

Investigación de nuevos productos y materiales.

El uso de áridos y productos locales puede reducir los costes del relleno de manera importante, garantizando conductividades térmicas superiores a las de la formación aprovechada.

##### DESARROLLO DE MATERIALES COMPATIBLES CON LOS FLUIDOS CALOPORTADORES

Materiales resistentes a altas temperaturas y altas presiones.

Materiales resistentes a corrosión química y microbiológica en condiciones adversas.

Materiales resistentes al desgaste en condiciones adversas.

Nuevos fluidos caloportadores con un alto calor latente basados en materiales de cambio de fase para mejorar el intercambio térmico.

Diseños de circuitos más eficientes que permitan generalizar el uso del agua como caloportador.

#### 03. DESARROLLO DE SISTEMAS DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS QUE PERMITAN LA EVOLUCIÓN DE LOS CONJUNTOS CALDERA INDIVIDUAL-RADIADOR DE ALTA TEMPERATURA A SISTEMAS BASADOS EN GEOTERMIA SOMERA

##### DESARROLLO DE MATERIALES ADAPTADOS A LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN CON GEOTERMIA SOMERA EN LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS

Desarrollo de nuevos materiales adaptados a los sistemas perforación, equipos auxiliares y evacuación de detritus a la aplicación en vivienda ya construida.

Desarrollo de materiales eficientes para la fabricación de maquinaria de perforación de menor tamaño y mayor compacidad y movilidad.

## 04. MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN TÉRMICA CON GEOTERMIA

### DESARROLLO DE MATERIALES MÁS EFICIENTES EN LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN TÉRMICA CON GEOTERMIA

Desarrollo de materiales que contribuyan a un aumento de la eficiencia de los equipos de generación térmica.

Desarrollo de materiales eficientes en los sistemas emisores de baja temperatura competitivos.



## 05. OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN SUPERFICIE: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y SUMINISTRO DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN SUPERFICIE A LOS USUARIOS FINALES

### DESARROLLO DE MATERIALES QUE OPTIMICEN LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN SUPERFICIE

Desarrollo de materiales que mejoren la eficiencia de ciclos termodinámicos.

Desarrollo de materiales que mejoren los métodos de refrigeración.

Desarrollo de materiales eficientes para la generación de frío por absorción de calor a partir de recursos geotérmicos de baja temperatura.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Gestión del riesgo financiero.

Alto coste de inversión inicial.

Elevado coste de investigación, desarrollo y ejecución de los proyectos.

Falta de cobertura del "riesgo geológico".

Altos costes de perforación y falta de equipos.

No existe legislación específica en materia de energía geotérmica.

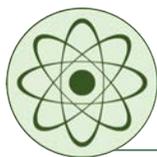
Falta de ayudas económicas para los estudios de viabilidad.

Carencia de especialistas cualificados en el sector. Bajo nivel de formación y cualificación en el sector.

Falta de experiencia en el campo de la geotermia profunda.

Falta de seguros para geotermia profunda / financiación del riesgo.

Falta de concienciación social sobre los beneficios económicos, sociales y ambientales que este tipo de tecnología.



## NUCLEAR DE FUSIÓN

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. REACTOR EXPERIMENTAL DE FUSIÓN: CONSTRUCCIÓN DE ITER

##### DESARROLLO, SELECCIÓN Y CUALIFICACIÓN DE MATERIALES QUE SOPORTEN LAS CONDICIONES DE TRABAJO

- Cualificación de aceros de activación reducida.
- Cualificación de nuevos procesos de fabricación y unión.
- Estudios de los efectos del He y sus sinergias con el H en la degradación de materiales.
- Mejorar la resistencia a irradiación de los aislantes eléctricos para el transporte de la señal de los medidores de campo magnético, detectores de neutrones, bolómetros, etc.
- Mejorar la resistencia a radiación de la fibra óptica.
- Mejorar la resistencia a la erosión de los espejos y su facilidad de limpieza.
- Mejorar la resistencia a la radiación de las ventanas de cuarzo para luz visible y ultravioleta.
- Substrato de bolómetros más resistente a radiación.
- Desarrollo de detectores de neutrones capaces de operar a alta temperatura a base de diamante.
- Ampliación de la base de datos de experiencia con aceros inoxidables de baja activación (martensíticos) para ser aceptados en códigos de diseño.
- Mejora de la soldabilidad de los aceros inoxidables en presencia de alto contenido de gases.
- Mejora de la comprensión de los fenómenos de degradación, especialmente con alta tasa de generación de gas.
- Simulación de procesos críticos en fabricación.

#### 02. REACTOR DE DEMOSTRACIÓN DE FUSIÓN: CONSTRUCCIÓN DE DEMO

##### DESARROLLO, SELECCIÓN Y CUALIFICACIÓN DE MATERIALES QUE SOPORTEN LAS CONDICIONES DE TRABAJO

- Ampliar experiencia con materiales compuestos a base de carburo de silicio para alta temperatura y compatibilidad con plomo fundido.
- Ampliación de la ventana de temperaturas de las aleaciones de wolframio para reducir fragilización por baja temperatura o por recristalización.
- Prueba de aleaciones de vanadio como alternativa a los aceros.
- Mejora de la resistencia a radiación de las fibras superconductoras de alta temperatura actuales y desarrollo de otras que permitan operar a la temperatura del nitrógeno líquido.
- Mejora de la resistencia a aplastamiento y sinterizado de los compuestos de litio en forma de bolitas.
- Desarrollo de espumas de litio.
- Mejora de la reactividad química y del comportamiento mecánico de los compuestos de berilio.
- Desarrollo de materiales líquidos para primera pared (Li, Sn).
- Desarrollo de fabricación aditiva de precisión en grandes piezas para el reactor experimental tipo "stellarator".

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

- Viabilidad para producción de electricidad aún no demostrada por dificultades tecnológicas en la evacuación del calor del plasma, la reproducción efectiva del tritio y el grado de disponibilidad.
- Cliente único (ITER y F4E) al menos hasta 2050.
- Venta del prototipo, sin series de producción.
- Retrasos en la operación con tritio de ITER (2035) y lejanía de la construcción del DEMO (2045).
- No existe una fuente de irradiación de neutrón de 14 MeV para evaluar los efectos de la irradiación en condiciones de fusión.



## NUCLEAR DE FISIÓN

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. MANTENER O INCREMENTAR EL NIVEL DE SEGURIDAD EN PLANTAS EN OPERACIÓN: OPERACIÓN A LARGO PLAZO, ALMACENAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS

##### OPERACIÓN SEGURA A LARGO PLAZO DE LAS CENTRALES NUCLEARES EN OPERACIÓN

Mejora del conocimiento de los fenómenos degradatorios en operación a largo plazo de materiales de vasija e internos como la fragilización por irradiación, corrosión bajo tensión, fatiga asistida por el ambiente, entre otros.

Desarrollo y validación de modelos de envejecimiento (modelización multiescala), y herramientas de evaluación de la integridad estructural, incluyendo el efecto de ambiente.

Análisis de aplicabilidad de materiales avanzados y nanomateriales para la resolución o mejora de problemas de envejecimiento u obsolescencia en centrales nucleares.

##### APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS A LAS CENTRALES NUCLEARES EN OPERACIÓN

Desarrollo de nuevas técnicas de evaluación del daño mediante ensayos no destructivos.

Desarrollo de nuevas técnicas de fabricación de componentes.

Análisis de aplicabilidad de materiales avanzados en la fabricación de combustibles avanzados (combustibles tolerantes al accidente).

##### GESTIÓN SEGURA DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO Y DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS GENERADOS EN LA OPERACIÓN

Desarrollo y validación de modelos de envejecimiento (modelización multiescala), y herramientas de evaluación de la integridad del combustible.

Estudios para la caracterización del combustible irradiado y su clasificación como combustible dañado o no dañado, de cara al almacenamiento en seco.

Profundización en los estudios del comportamiento del combustible en condiciones de almacenamiento en seco y transporte.

Estudios de corrosión y lixiviación del combustible y otros residuos radiactivos en las condiciones del repositorio.

Estudios de caracterización geoquímica de componentes de las instalaciones de almacenamiento final y de materiales de suelo y subsuelo.

Estudios de comportamiento a muy largo plazo de materiales para las instalaciones de almacenamiento definitivo.

Análisis de aplicabilidad de materiales avanzados y nanomateriales (en especial, grafeno) para todos los aspectos de la gestión de residuos radiactivos, incluyendo la fabricación de contenedores de almacenamiento y transporte; en actividades de reproceso, reutilización, partición y transmutación y en nuevas infraestructuras de investigación de combustible irradiado y residuos de alta actividad (celdas calientes).

#### 02. REACTORES INNOVADORES DE FISIÓN: LICENCIAMIENTO DEL SMALL MODULAR REACTOR EN 2025 Y AL MENOS UN DEMOSTRADOR DE IV GENERACIÓN EN 2030

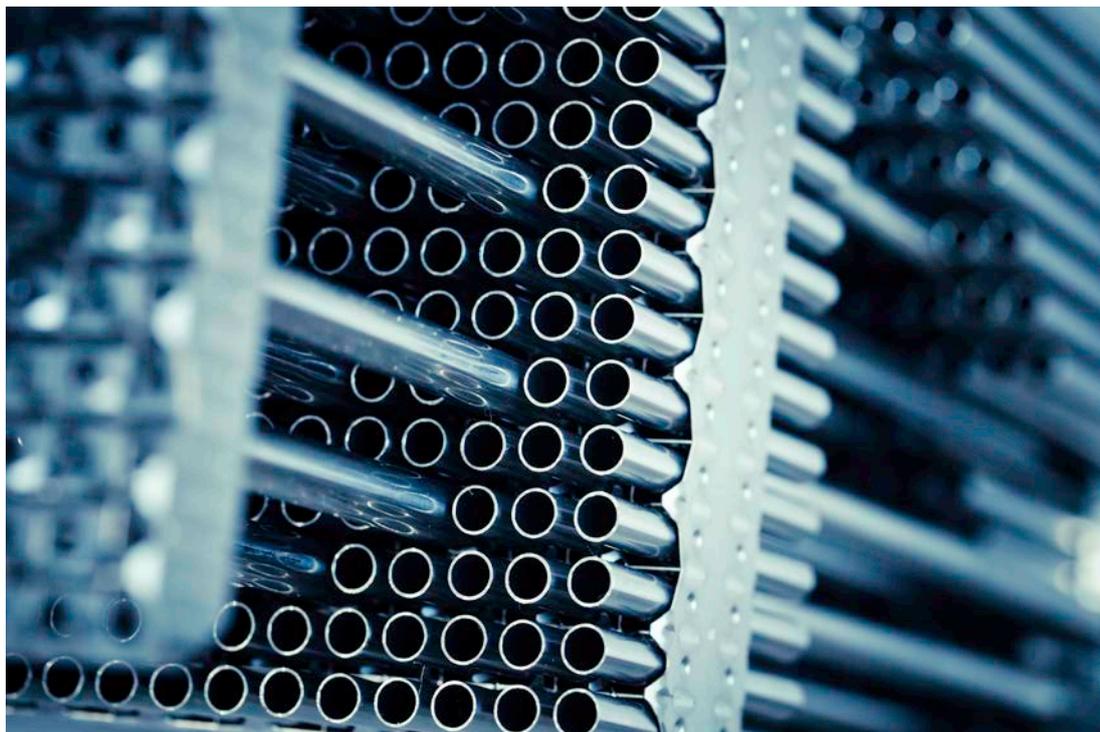
##### DESARROLLO, LICENCIAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE REACTORES NUCLEARES DE GENERACIÓN IV Y DE OTROS PROYECTOS INNOVADORES

Investigación pre-normativa para incluir en los códigos de diseño existentes nuevos materiales (e.g. aceros F/M) y nuevos modos de fallo (e.g. *creep*, *creep-fatiga*, fragilización por metales líquidos).

Desarrollo de nuevos materiales capaces de operar bajo fluencias neutrónicas elevadas (e.g. nuevos materiales de vaina de combustible).

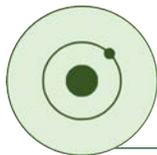
Desarrollo y cualificación de materiales metálicos y no-metálicos capaces de operar a alta temperatura.

Desarrollo y cualificación de métodos de mitigación de la corrosión por metales líquidos (e.g. recubrimientos, nuevos materiales,..).



### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.  
No hay previsiones de construcción de nuevos reactores en España a corto o medio plazo.  
Dificultad de manejo de material altamente irradiado.  
Barreras regulatorias/administrativas.  
Dificultad de aceptación empresarial/social.  
Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc.) con experiencia y medios.  
Carencia de normalización.



## H<sub>2</sub> Y PILAS DE COMBUSTIBLE

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE HIDRÓGENO (GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN EN ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA)

##### OPTIMIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Mejora del comportamiento y procesos para fabricación de las membranas de intercambio protónico, catiónico y aniónico.

Reducción de la cantidad de catalizadores utilizados en los sistemas para almacenamiento de hidrógeno en forma de amoníaco o metanol o en la estructura de líquidos orgánicos.

Reducción de la cantidad de fibra de carbono, fibra de vidrio y resinas utilizados para la fabricación de los tanques para almacenar hidrógeno a presión.

##### DESARROLLO DE NUEVAS MEMBRANAS PARA PILAS DE COMBUSTIBLE Y ELECTROLIZADORES

Investigación en nuevos materiales para la fabricación de membranas de intercambio protónico, catiónico y aniónico diferentes a los actuales, que sean más económicos y que optimicen el intercambio protónico, aniónico y catiónico.

Desarrollo de procesos productivos de fabricación de membranas completamente automatizado, optimizando los costes, la materia prima utilizada y reduciendo al máximo el material sobrante.

##### DESARROLLO DE NUEVOS CATALIZADORES QUE SUSTITUYAN PARCIAL O TOTALMENTE AL PLATINO

Investigación en nuevos catalizadores más económicos y con eficiencias elevadas para sustituir parcialmente o totalmente al platino que se utiliza en la actualidad como catalizador en la mayor parte de equipos de generación y transformación de hidrógeno.

Desarrollo de procesos de síntesis de catalizadores menos costosos y más eficientes, así como de la deposición de los catalizadores en las membranas de intercambio protónico, catiónico o aniónico.

##### DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES PARA LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO

Investigación y desarrollo de sistemas de almacenamiento de hidrógeno con mayor densidad de energía y mayor energía específica.

Mejora de polímeros y materiales compuestos para el almacenamiento de hidrógeno comprimido en depósitos tipo IV y V.

Desarrollo y estudio de las técnicas de almacenamiento de hidrógeno en materiales (hidruros metálicos, hidrógeno químico, adsorbentes).

Investigación de hidruros metálicos con mayores ratios de almacenamiento de hidrógeno.

Estudio de la estabilidad química de hidruros metálicos.

Investigación y desarrollo en nuevos materiales para ser utilizados como *liner* de los recipientes de almacenamiento de hidrógeno de alta presión en sustitución parcial o total de la poliamida 6 o del polietileno de alta densidad, que confieran mejores propiedades mecánicas y de permeación, además de ser más económicos.

Investigación y desarrollo en el uso de nanomateriales sustituyendo total o parcialmente a la fibra de carbono y fibra de vidrio que se utilizan en la actualidad, pudiendo de esta forma reducir la cantidad de material utilizado y finalmente el coste de producción.

Investigación y desarrollo de nuevos reactores y catalizadores para la síntesis del amoníaco y del metanol como forma de almacenar hidrógeno en su estructura (nitrógeno con hidrógeno produciría amoníaco y dióxido de carbono e hidrógeno produciría metanol), que sean más económicos, manteniendo o aumentando la eficiencia de los actuales.

Investigación y desarrollo de nuevos reactores y catalizadores para la hidrogenación y deshidrogenación del hidrógeno en los líquidos orgánicos tipo tolueno o dibenciltolueno, reduciendo costes y manteniendo o aumentando la eficiencia.

##### ESTUDIOS DE CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES

Estudios de fatiga de los materiales de los depósitos de hidrógeno comprimido, criogénicos y crio-comprimidos.

Métodos de reciclaje de los materiales empleados en el almacenamiento (hidruros metálicos, polímeros).

Desarrollo de modelos predictivos del comportamiento de los materiales.

## 02. TRANSPORTE DE HIDRÓGENO

### MATERIALES IMPLICADOS EN EL TRANSPORTE DE HIDRÓGENO

Estudio de fragilización por hidrógeno de los materiales.

Desarrollo de recubrimientos poliméricos y no poliméricos para adaptar la red de gasoductos existentes al transporte de hidrógeno.

Estudio sobre la cantidad de hidrógeno que puede inyectarse a la red de gasoductos actual de forma segura.

## 03. PILAS DE COMBUSTIBLE

### PLACAS BIPOLARES

Desarrollo de recubrimientos para materiales metálicos que permitan alargar su vida en las exigentes condiciones a las que están expuestos en las placas bipolares.

Estudio de nuevos materiales poliméricos conductores que permitan reducir la masa del dispositivo.

Estudios de degradación de los materiales empleados en placas bipolares.

Desarrollo de materiales para placas bipolares de pilas de alta temperatura cuyo coeficiente de dilatación térmico sea similar al del resto de componentes.

Desarrollo de nuevos materiales más ligeros, compactos y económicos para placas bipolares que permitan una mayor versatilidad en la aplicación de las pilas de combustible, tales como vehículos aéreos no tripulados o vehículos submarinos autónomos.

Técnicas a nivel industrial de fabricación de placas bipolares.

### ELECTRODOS

Nuevos catalizadores y técnicas de fabricación para reducir la carga de metales preciosos y su coste.

Estudios sobre el envenenamiento y la degradación de los catalizadores en pilas de combustible de baja temperatura.

### MEMBRANAS

Desarrollo de nuevas membranas poliméricas conductoras de iones cuya conductividad no dependa del contenido en agua, para así poder aumentar la temperatura de operación.

En pilas de combustible de hidrógeno de alta temperatura, desarrollo de nuevas membranas cerámicas más económicas.

Desarrollo de membranas que reduzcan el cross-over en pilas de combustible de metanol.

## 04. AUMENTAR LA DURABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HIDRÓGENO

### AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL DE LOS STACKS DE ELECTROLISIS

Desarrollo de membranas menos sensibles a las impurezas del agua, que permitan mantener la vida útil y obtener mayores eficiencias en el proceso de generación de hidrógeno en general.

### AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL DE LOS STACKS DE PILAS DE COMBUSTIBLE

Desarrollo de membranas que tengan una menor degradación a lo largo del tiempo para permitir que en aplicaciones estacionarias se puedan llegar a durabilidades de hasta 80.000 horas de funcionamiento.

Desarrollo de membranas más tolerantes a los contaminantes que puede llevar el hidrógeno, de forma que no sea necesario aumentar un hidrógeno del 99,999% de pureza, permitiendo reducir costes en toda la cadena de valor del hidrógeno.

### AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL DE LOS CATALIZADORES DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO DIFERENTES AL HIDRÓGENO A PRESIÓN E HIDRÓGENO CRIOGÉNICO

Desarrollo de un proceso catalítico a escala industrial, válido en diferentes rangos de presiones y temperaturas, para hidrogenar líquidos orgánicos o para sintetizar metanol o amoníaco.

Desarrollo de un proceso catalítico a escala industrial, válido en diferentes rangos de presiones y temperaturas, para deshidrogenar líquidos orgánicos, metanol o amoníaco.

Desarrollo de catalizadores de mayor vida útil: al menos 80.000 horas frente al máximo de 40.000 horas de que se dispone actualmente.

## 05. DEMOSTRAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA

### DESARROLLO DE PROCESOS QUE REQUIERAN BAJA INVERSIÓN INICIAL Y MINIMIZACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y DE MATERIALES

Reducción en el uso de materiales, aumento de reciclabilidad.

Desarrollo de equipos de alta productividad.

### TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN EN LÍNEA PARA CONTROL DE CALIDAD

Desarrollo de técnicas para caracterización en línea de los nuevos materiales y procesos de fabricación.

Incorporación de BIG Data al control de calidad.



## 06. REDUCCION DE COSTES EN LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE HIDRÓGENO EN ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA

### OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES

Reducción de la cantidad de catalizador utilizado en la fabricación de membranas de pilas de combustibles y electrolizadores.

Reducción de la cantidad de fibra de carbono utilizada en los procesos de fabricación de los recipientes de almacenamiento de hidrógeno a alta presión.

Reducción de la cantidad de catalizador utilizado en los reactores de hidrogenación o síntesis y de deshidrogenación de los sistemas de almacenamiento de hidrógeno basados en líquidos orgánicos, metanol y amoníaco.

### OPTIMIZACIÓN DEL BALANCE DE PLANTA

Optimización de los diferentes componentes que forman parte del balance de planta tanto de los equipos de pilas de combustible y electrolizadores como de los de los equipos de hidrogenación y deshidrogenación para los sistemas de almacenamiento basados en líquidos orgánicos, metanol o amoníaco.

### INTRODUCCIÓN DE LÍNEAS DE PRODUCCION AUTOMÁTICAS EN PROCESOS DE FABRICACIÓN

Introducción de las líneas de producción automáticas de equipos relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible para reducción de costes.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Barreras regulatorias/administrativas.

Carencia de normalización.

Necesidad de mayor conocimiento de la sociedad española del uso del H<sub>2</sub> y en sus tecnologías.

Escasez de empresas españolas de fabricación de tecnologías relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustible.

No existe apoyo para sistemas con emisiones de CO<sub>2</sub> extremadamente bajas.

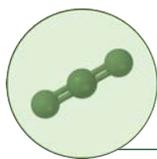
Carencia de implicación/apuesta política hacia el desarrollo de la tecnología, igual que ocurre en otros países de la Unión Europea, que son ya punteros en esta tecnología.

Falta de actividad en el uso de mezclas de hidrógeno con gas natural, destacando que actualmente se están llevando a cabo legislaciones que ponen trabas al uso de este tipo de mezclas.

En contraste con el impacto de la crisis mundial en las tecnologías energéticas que hoy más se comercializan, se puede afirmar con certeza que estamos viviendo un cambio de enorme trascendencia para la transición hacia una economía del hidrógeno, tanto a nivel mundial (Toyota, Honda, General Motors o Hyundai confirmaron el inicio de la comercialización de vehículos de hidrógeno en 2015) como en el ámbito europeo, donde países como Alemania, Francia, Reino Unido, y los países nórdicos, trabajan activamente en su estrategia para el despliegue del hidrógeno como combustible para el transporte.

Muchos gobiernos y empresas consideran que la tecnología del hidrógeno y de las pilas de combustible va a protagonizar un cambio drástico, tanto energético como económico, permitiendo eficiencias muy superiores a las actuales, reducción de emisiones contaminantes, y que facilitará el uso de fuentes de energía renovable. Los avances tanto técnicos como de reducción de costes y de aumento de cifras de negocio de los últimos años son palpables: en EEUU se registran tantas patentes sobre esta tecnología como sobre la suma de todas las demás tecnologías limpias (renovables y vehículo híbrido/eléctrico), y la cifra de negocios global ha sido ya de más de 2.000 millones de dólares en 2013.

La posición de España respecto al futuro mercado de las tecnologías del hidrógeno se considera muy favorable, debido a la gran capacidad del sector de las energías renovables y en el de fabricación de automóviles y sus componentes. No obstante, existen todavía barreras, sobre todo económicas e institucionales: se necesitan economías de escala así como un importante apoyo público y político (tanto en la promoción de infraestructuras como en los desarrollos tecnológicos en I+D+i). Superar estas barreras resulta por tanto crucial para el impacto de estas tecnologías en la economía nacional y en particular sobre el empleo: la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE HPC) ha estimado que con las medidas de apoyo adecuadas se podrían crear en España más de 200.000 puestos de trabajo, mientras que podríamos sufrir la pérdida de más de 800.000 empleos en 2035 si las decisiones en el corto plazo no son las correctas.



## CAPTURA, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y USOS Y TRANSFORMACIÓN DEL CO<sub>2</sub>

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. CAPTURA DE CO<sub>2</sub> - AUMENTO DE ESCALA Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub>

##### DESARROLLO DE MATERIALES TRANSPORTADORES DE OXÍGENO (ÓXIDOS METÁLICOS CAPACES DE PRODUCIR REACCIONES REDOX O LIBERAR OXÍGENO GAS)

Mejora de la vida media de los materiales y resistencia frente a la atrición en lechos fluidizados a alta temperatura.

##### DESARROLLO DE MATERIALES RESISTENTES A COMPUESTOS QUÍMICOS (AMINAS, ETC.) UTILIZADOS EN PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS (ABSORCIÓN, ADSORCIÓN, ETC.) DE SEPARACIÓN DE CO<sub>2</sub>

Mejora de resistencia de materiales en procesos de pre y post-combustión.

##### DESARROLLO DE MEMBRANAS PARA SEPARACIÓN DE O<sub>2</sub>, PARA SEPARACIÓN DE H<sub>2</sub>, Y PARA SEPARACIÓN DE C

Mejora y escalado de la producción de membranas selectivas.

##### DESARROLLO DE MATERIALES RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS EN ATMÓSFERAS OXIDANTES Y REDUCTORAS EN SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE CALOR EN CALDERAS

Mejora de resistencia de materiales utilizados en sistemas de extracción de calor en calderas, especialmente en sistemas de procesos de oxicomcombustión.

##### DESARROLLO DE MATERIALES HÍBRIDOS PARA LA CAPTURA DE CO<sub>2</sub>

Mejora y escalado de la producción de sistemas híbridos MOF/grafeno para sistemas de captura basados en TSA y/o VTSA.

##### CAPTURA DE CO<sub>2</sub> CON MICROALGAS

Fotobioreactores flexibles para el cultivo de microalgas en tierra o mar.



## 02. TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub> - DESARROLLO DE MATERIALES ADECUADOS PARA LOS CEODUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub> CON IMPUREZAS

### MATERIALES PARA CEODUCTOS RESISTENTES A LA CORROSIÓN, PROPAGACIÓN DE FRACTURAS, FORMACIÓN DE HIDRATOS Y OTROS

Conocimiento de la influencia de las impurezas en la corriente de CO<sub>2</sub> sobre los materiales de las tuberías. Existen estudios teóricos pero es necesario ver los efectos en instalaciones reales.

### DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE CEODUCTOS PARA EL TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA DE CO<sub>2</sub>. ESTACIONES DE BOMBEO Y/O COMPRESIÓN, DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS, ENERGÍA EXTERNA NECESARIA

Herramientas de análisis y planificación de redes para el estudio de las diferentes alternativas de implantación de las grandes redes de ceoductos.

Desarrollo de modelos técnico-económicos.

## 03. USOS DE CO<sub>2</sub>

### DESARROLLO DE MATERIALES (CATALIZADORES) QUE PERMITAN REALIZAR DE UNA MANERA EFICIENTE Y SELECTIVA DIFERENTES PROCESOS RELACIONADOS CON LOS USOS DEL CO<sub>2</sub>. ESTOS MATERIALES DEBERÁN TENER UNAS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS EN FUNCIÓN DE LA TECNOLOGÍA, DEL PRODUCTO (COMBUSTIBLES, PRODUCTOS QUÍMICOS, PLÁSTICOS, MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN) Y DE LA FUENTE DE ENERGÍA UTILIZADA (TÉRMICA, ELÉCTRICA, LUMÍNICA...)

Además de los materiales es necesaria la creación de infraestructuras que permitan su desarrollo, así como de aquellas que permitan llevar a cabo estos procesos a escalas de TRL altos.

Bio-plásticos a partir de CO<sub>2</sub>.

---

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.  
Económicas para el desarrollo de investigación.



## ALMACENAMIENTO

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. BATERÍAS AVANZADAS DE ION LITIO PARA ELECTROMOVILIDAD

##### MEJORAR CAPACIDAD ESPECÍFICA, CICLABILIDAD Y SEGURIDAD

Materiales catódicos avanzados de alta capacidad / alto voltaje (p.ej. Ni-rich NMC, espinelas o fosfatos); Ánodos de alta capacidad (p.ej. composites grafito-silicio, litio metálico); Electrolitos sólidos avanzados (poliméricos, cerámicos o híbridos).

##### PROTOTIPADO Y VALIDACIÓN EN CONDICIONES PREINDUSTRIALES

Escalado de materiales (su síntesis, y la fabricación de electrodos y otros componentes de celda basados en ellos).

#### 02. INFLUENCIA DE LA CARGA RÁPIDA Y ULTRARÁPIDA EN LA DEGRADACIÓN DE LAS BATERÍAS DE ION LITIO

##### IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE DEGRADACIÓN DE LAS BATERÍAS ANTE UNA CARGA RÁPIDA

Investigación sobre los efectos de la carga rápida en la degradación de las baterías, tanto a nivel de materiales como a nivel de electrodo/electrolito.

##### MINIMIZAR FACTORES DE DEGRADACIÓN DE LAS BATERÍAS ANTE UNA CARGA RÁPIDA

Propuesta de estrategias de mitigación de la degradación: ingeniería de materiales, gestión térmica.



#### 03. BATERÍAS AVANZADAS PARA ALMACENAMIENTO ESTACIONARIO DE ENERGÍA

##### OPTIMIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE BATERÍAS BASADAS EN ION LITIO: DISMINUCIÓN DE COSTE Y AUMENTO DE CICLABILIDAD Y SEGURIDAD

Ánodos, cátodos, electrolitos y otros componentes de bajo coste capaces de mantener elevada ciclabilidad y seguridad, incluyendo baterías de electrolito sólido.

##### INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE BATERÍAS ALTERNATIVAS A LAS DE ION LITIO CONVENCIONAL CON BAJO COSTE Y ALTA CICLABILIDAD

Desarrollo de tecnologías de baterías alternativas: metal-aire (aluminio, litio u otros), iones alternativos (Al, Na, Mg, Zn), flujo redox, alta temperatura, etc., en general en TRL bajo en la actualidad y con grandes implicaciones en ciencia de materiales, diferentes según la tecnología.

## 04. TECNOLOGÍAS POST-ION LITIO PARA ELECTROMOVILIDAD

### TECNOLOGÍAS DE BATERÍAS CON ELEVADA CAPACIDAD ESPECÍFICA MÁS ALLÁ DEL IÓN LITIO

Desarrollo de tecnologías de baterías alternativas como litio-azufre, ion sodio, metal aire (Li, Fe o Zn): en general en TRL bajo en la actualidad y con grandes implicaciones en ciencia de materiales, diferentes según la tecnología.

### PROTOTIPADO Y VALIDACIÓN EN CONDICIONES PREINDUSTRIALES

Escalado de materiales (su síntesis, y la fabricación de electrodos y otros componentes de celda basados en ellos).

## 05. RECICLADO DE BATERÍAS (ION LITIO Y POST-ION LITIO)

### DESARROLLO DE PROCESOS DE RECICLADO DE BATERÍAS TÉCNICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLES

Procesos metalúrgicos o químicos para recuperación de materias primas de valor añadido (metales, electrolitos volátiles orgánicos, materiales inorgánicos).

## 06. SISTEMAS HÍBRIDOS DE BATERÍAS PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

### SOLUCIONES INTEGRADAS CON CARACTERÍSTICAS SIMULTÁNEAS DE ENERGÍA Y POTENCIA ESPECÍFICAS

Nuevos conceptos de materiales de cara al desarrollo de sistemas híbridos “internos” a nivel de celda, p.ej. Supercondensadores híbridos con una componente faradaica de batería.

---

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Limitada demanda industrial nacional.

Oportunidad de generación y gestión de IPR a nivel supranacional.



## BIOENERGÍA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. UTILIZACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS MEDIANTE COMBUSTIÓN DIRECTA

##### DESARROLLO DE MATERIALES PARA INSTALACIONES QUE PERMITAN LA COMBUSTIÓN DE MULTICOMBUSTIBLES BIOMÁSICOS

Optimización de los costes de la biomasa para asegurar el suministro, principalmente de grandes plantas de combustión.

##### DESARROLLO DE MATERIALES MÁS EFICACES EN LOS EQUIPOS DE COMBUSTIÓN

Reducción de emisiones.

Reducción de la sintonización y corrosión.

##### DESARROLLO DE MATERIALES PARA CALDERAS Y EQUIPOS DE COMBUSTIÓN DE BIOMASAS HERBÁCEAS Y BIOMASAS LEÑOSAS

Reducción del contenido medio-alto de cenizas como consecuencia de la combustión.

##### DESARROLLO DE MATERIALES ADECUADOS EN LOS CICLOS DE ABSORCIÓN

Mayores rendimientos en el proceso de refrigeración a partir de biomasa.

#### 02. PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS PARA GASIFICACIÓN

##### DESARROLLO DE MATERIALES EFICIENTES EN LA TECNOLOGÍA DE GASIFICACIÓN

Desarrollo de materiales eficientes en los sistemas de limpieza del gas de gasificación.

Desarrollo de materiales para gasificadores que permitan la gasificación de multicombustibles biomásicos.

Desarrollo de materiales que mejoren los sistemas de parrilla.

Desarrollo de materiales que incrementen la fiabilidad de la tecnología de gasificación para generación eléctrica.

#### 03. PRODUCCIÓN Y USO DEL BIOGÁS

##### DESARROLLO DE MATERIALES EFICIENTES EN LAS TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL BIOGÁS

Desarrollo de materiales que optimicen el diseño y operación de los digestores.

Desarrollo de materiales para sistemas de acondicionamiento del biogás para su inyección a red (biometano).

#### 04. CONVERSIÓN DE AZÚCARES Y ALMIDÓN EN BIOETANOL

##### OPTIMIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE AZÚCARES Y ALMIDÓN

Desarrollo de materiales que permitan optimizar el proceso y aumentar la eficiencia energética.

Mejora de las emisiones del ciclo de vida del producto.

#### 05. CONVERSIÓN DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA POR PROCESOS BIOQUÍMICOS EN ALCOHOLES

##### DESARROLLO DE MATERIALES QUE OPTIMICEN LOS SISTEMAS DE PRETRATAMIENTO Y FRACCIONAMIENTO DE LA BIOMASA

Mejora en la eficiencia de los procesos bioquímicos.

Mejora en la calidad de la lignina y en la eficiencia de las fermentaciones.

## 06. GASIFICACIÓN DE BIOMASA Y CONVERSIÓN CATALÍTICA O BIOQUÍMICA EN BIOCOMBUSTIBLES

### GENERACIÓN, A PARTIR DE RECURSOS BIOMÁSICOS, DE UN GAS DE SÍNTESIS EN LAS MISMAS CONDICIONES QUE EL OBTENIDO EN LA INDUSTRIA

Desarrollo de materiales para la fabricación de sistemas de purificación, limpieza y acondicionamiento del gas de síntesis.

Desarrollo de materiales que optimicen el diseño y operación de los catalizadores.

### DESARROLLO DE NUEVOS CATALIZADORES MÁS EFICIENTES

Desarrollo de materiales que optimicen el diseño y operación de los catalizadores.

## 07. DIGESTIÓN DE BIOMASA PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS

### MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y POSTERIOR EMPLEO COMO BIOCOMBUSTIBLE EN EL SECTOR TRANSPORTE

Desarrollo de materiales que optimicen el diseño y operación de los digestores.

Desarrollo de materiales para la fabricación de sistemas de acondicionamiento del biogás.



## 08. CONVERSIÓN PIROLÍTICA TÉRMICA Y CATALÍTICA DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA Y UPGRADING

### MEJORA DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO

Desarrollo de nuevos catalizadores que permitan aumentar el rendimiento del proceso.

### DESARROLLO DE MATERIALES EN LOS PROCESOS DE PIROLISIS DE RESIDUOS LIMITADOS PARA SU COMBUSTIÓN

Otras posibilidades de valorización de estos residuos.

## 09. CONVERSIÓN CATALÍTICA DE AZÚCARES EN COMBUSTIBLES Y QUÍMICOS

### MEJORA DE LAS TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN Y PURIFICACIÓN DE LAS CORRIENTES DE AZÚCARES HASTA UNA CALIDAD SUFICIENTE PARA QUE PUEDAN SER PROCESADOS

Desarrollo de materiales eficientes en los procesos asociados para extracción de componentes.

Desarrollo materiales eficientes en los procesos de purificación de las corrientes para llevar a cabo las conversiones.

## 10. PLATAFORMA ACEITES (CONVERSIÓN CONVENCIONAL + HIDROTRATAMIENTO + PIRÓLISIS + TRATAMIENTO EN OTRAS UNIDADES DE REFINERÍA SOLO O CONJUNTAMENTE CON EL COMBUSTIBLE FÓSIL)

### DESARROLLO DE MATERIALES QUE OPTIMICEN EL SISTEMA CATALÍTICO

Mejora de la viabilidad técnica del proceso.

### DESARROLLO DE MATERIALES EFICIENTES EN LOS PROCESOS DE TRASFORMACIÓN A BIOCARBURANTES

Mejora en el diseño de procesos adaptados a la gran variedad de materias primas posibles y de productos a obtener.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de normalización (para otros posibles usos del biogás, no únicamente la generación de energía: inyección del biogás a la red de distribución, uso del biogás en el transporte).

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Tanto a nivel de preparación de los biocombustibles sólidos como de los equipos y sistemas de producción térmica y eléctrica existentes, se requiere de un desarrollo tecnológico para la reducción de los costes energéticos y el aumento de la eficiencia de la producción energética y la calidad de los biocombustibles.

Necesidad de desarrollo tecnológico para conseguir la viabilidad del uso de nuevas biomasas potenciales, tanto bajo el punto de vista tecno-económico como medioambiental.

Escaso apoyo al desarrollo tecnológico en el área de la producción de biocombustibles.

Barreras económicas en el desarrollo e investigación. Dificultad de financiación.

## ENTIDADES COLABORADORAS





## MATERIAS PRIMAS

Aunque el Reto de la Sociedad identificado por la Comisión Europea, lleva el título de *Climate action, environment, resource efficiency and raw materials*,<sup>38</sup> el enfoque del Grupo de Innovación de Materias Primas de **MATERPLAT** alineado con este reto es diferente y se centra en las propias materias primas y su efecto transversal en prácticamente todos los sectores productivos de la sociedad, y en cómo la I+D+i en este campo puede permitir abordar una serie de dificultades o retos, como la escasez y dificultad de abastecimiento de materias primas críticas,<sup>39,40</sup> que deben ser solventados mediante desarrollos innovadores que limiten la dependencia europea de estas sustancias, y la adopción de medidas relacionadas con la Economía Circular, que permitan un uso responsable y sostenible de materias primas.

### ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES INICIATIVAS EUROPEAS Y ESPAÑOLAS DE I+D+i

Para dar respuesta a los retos asociados a la gran dependencia que tiene Europa en cuanto a la importación de materias primas y a la dificultad de asegurar su abastecimiento (30 millones de puestos de empleo dependen de esto en Europa), la Comisión Europea dio lugar a la **Raw Materials Initiative**<sup>41</sup> y a la **European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials**,<sup>42</sup> la mayor iniciativa de la Unión Europea, encargada de aplicar la **Raw Materials Initiative**.

Por otro lado, con el objetivo de fomentar la I+D en nanomateriales y materiales avanzados, la Comisión Europea cuenta, dentro del pilar de Liderazgo Industrial, con el ya mencionado programa **NMBP “Nanotechnologies, Advanced Materials, Advanced Manufacturing and Processing, and Biotechnology”**,<sup>29</sup> y también con el **RCFS “Research Fund for Coal and Steel”**,<sup>43</sup> programa que pone anualmente alrededor de 55 millones de euros a disposición de universidades, centros de investigación y tecnológicos y empresas para realizar I+D en los sectores del carbón y el acero.

Completamente orientada hacia el grafeno, se enmarca la **Flagship del Grafeno**,<sup>44</sup> la mayor iniciativa europea de investigación, enmarcada dentro del programa **FET (Tecnologías Emergentes Futuras)** y lanzada en 2013 con un presupuesto planteado inicialmente de 1.000 millones de €, cuyo objetivo era unir la investigación académica con el desembarco en el mercado de productos basados en grafeno en el plazo máximo de 10 años, de manera que Europa se convirtiese en la mayor potencia a nivel mundial en este sector.

Aunque no completamente centradas en los materiales, los programas público-privados **Sustainable Process Industry (SPIRE)**,<sup>45</sup> **Factories of the Future (FoF)**<sup>46</sup> y **Energy-efficient Buildings (EeB)**,<sup>47</sup> sí se ocupan de diversos problemas relacionados con la producción a escala industrial, de entre otras cosas, materiales. Así, por ejemplo, **SPIRE** surge de la alianza de 8 sectores industriales europeos,<sup>48</sup> y su objetivo es desarrollar una industria de procesado más sostenible y competitiva a través de mejoras en la eficiencia energética y de consumo de recursos. Por otro lado, **FoF** busca financiar proyectos que den lugar a tecnologías de fabricación con valor añadido, que den lugar en Europa a las fábricas del futuro y **EeB** tiene como objetivo lograr edificios eficientes desde un punto de vista energético.

<sup>38</sup> <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/climate-action-environment-resource-efficiency-and-raw-materials>

<sup>39</sup> <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/raw-materials>

<sup>40</sup> [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en)

<sup>41</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52008DC0699>

<sup>42</sup> <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/content/european-innovation-partnership-eip-raw-materials>

<sup>43</sup> [http://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/rfcs\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/rfcs_en.html)

<sup>44</sup> <http://graphene-flagship.eu>

<sup>45</sup> [http://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/sustainable-process-industry\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/sustainable-process-industry_en.html)

<sup>46</sup> [http://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/factories-of-the-future\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/factories-of-the-future_en.html)

<sup>47</sup> [http://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/energy-efficient-buildings\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/energy-efficient-buildings_en.html)

<sup>48</sup> Cemento, cerámica, química, ingeniería, minerales y oro, metales no-férricos, acero y agua.

Nuevamente, el Plan Nacional de Investigación no recoge ninguna iniciativa temática orientada al desarrollo e investigación en nuevos materiales, pero sí que a través del CDTI, el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y también de agencias financiadoras regionales, España ha venido participando en diversas ERA-NETs:

- **M-era.Net:**<sup>49</sup> pretende apoyar e incrementar la coordinación de los programas de investigación Europeos de ciencia e ingeniería de materiales.
- **ERA-MIN2:**<sup>50</sup> promueve la I+D en materias primas para acelerar el desarrollo de la Economía Circular.
- **FLAG-ERA:**<sup>51</sup> que tiene como objetivo contribuir al desarrollo de las dos iniciativas emblemáticas de Tecnologías Emergentes de Futuro (FET), entre las que se encuentra la **Flagship del Grafeno**.

El Grupo de Innovación de Materias Primas representa a **MATERPLAT** en el Grupo Interplataformas de Economía Circular, y este es precisamente uno de sus principales ámbitos de actuación y uno de los focos en que se centraron los miembros de este Grupo de Innovación a la hora de exponer las principales Necesidades de I+D asociadas a los distintos tipos de materiales seleccionados. Estos distintos materiales, que en esta sección del documento coincidirán con las áreas sobre las que trabajó el Grupo de Innovación de Materias Primas, son especialmente importantes en España tanto desde un punto de vista industrial, ya que constituyen una gran sección del tejido industrial del país, como desde el punto de vista de la I+D, puntera a nivel mundial en sectores como los metales y sus aleaciones, los nanomateriales o el grafeno.

---

<sup>49</sup> <https://m-era.net>

<sup>50</sup> <https://www.era-min.eu>

<sup>51</sup> <https://www.flagera.eu>

## ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS, RETOS TECNOLÓGICOS, NECESIDADES DE I+D Y BARRERAS DE LAS ÁREAS IDENTIFICADAS EN MATERIAS PRIMAS



### POLÍMEROS Y COMPOSITOS

01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
02. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)
03. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)
04. AMPLIACIÓN DEL CAMPO DE APLICACIÓN
05. ESTRATEGIAS DE SIMULACIÓN Y PREDICCIÓN DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES COMPUESTOS / POLÍMEROS



### METALES

01. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)
02. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)
03. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS



### CERÁMICOS

01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
02. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)
03. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)



### MINERALES INDUSTRIALES

01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
02. PROCESADO DE MINERALES
03. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)
04. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)
05. RESPUESTA A LOS RETOS DE LAS NUEVAS REGULACIONES



### CEMENTOS

01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
02. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)
03. REDUCIR HUELLA DE CARBONO



## MATERIALES DE ORIGEN NATURAL (BIO)

01. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)
02. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
03. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)
04. EQUILIBRIO ENTRE CONSERVACIÓN Y USO INDUSTRIAL
05. MEJORAS LOGÍSTICAS



## CAUCHO

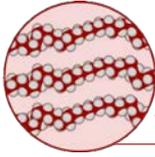
01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
02. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)
03. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)
04. ESTRATEGIAS DE CARACTERIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE COMPORTAMIENTO DE CAUCHOS
05. DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES ELASTÓMEROS



## NANOMATERIALES

01. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIA PRIMA PARA CUALQUIER APLICACIÓN)
02. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
03. MEJORA DE ASPECTOS RELACIONADOS CON LA NANOSEGURIDAD

Figura 9. Resumen de los objetivos globales identificados en las áreas de Materias Primas



## POLÍMEROS Y COMPOSITES

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

##### BÚSQUEDA DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas alternativas que cubran los requisitos.  
Adaptación de los materiales alternativos.  
Conocimiento del comportamiento y caracterización de los materiales.  
Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas a partir de residuos y subproductos.  
Líneas de investigación focalizadas a la unión de materiales disimilares.

##### ESCALADO DE PROCESOS INDUSTRIALES

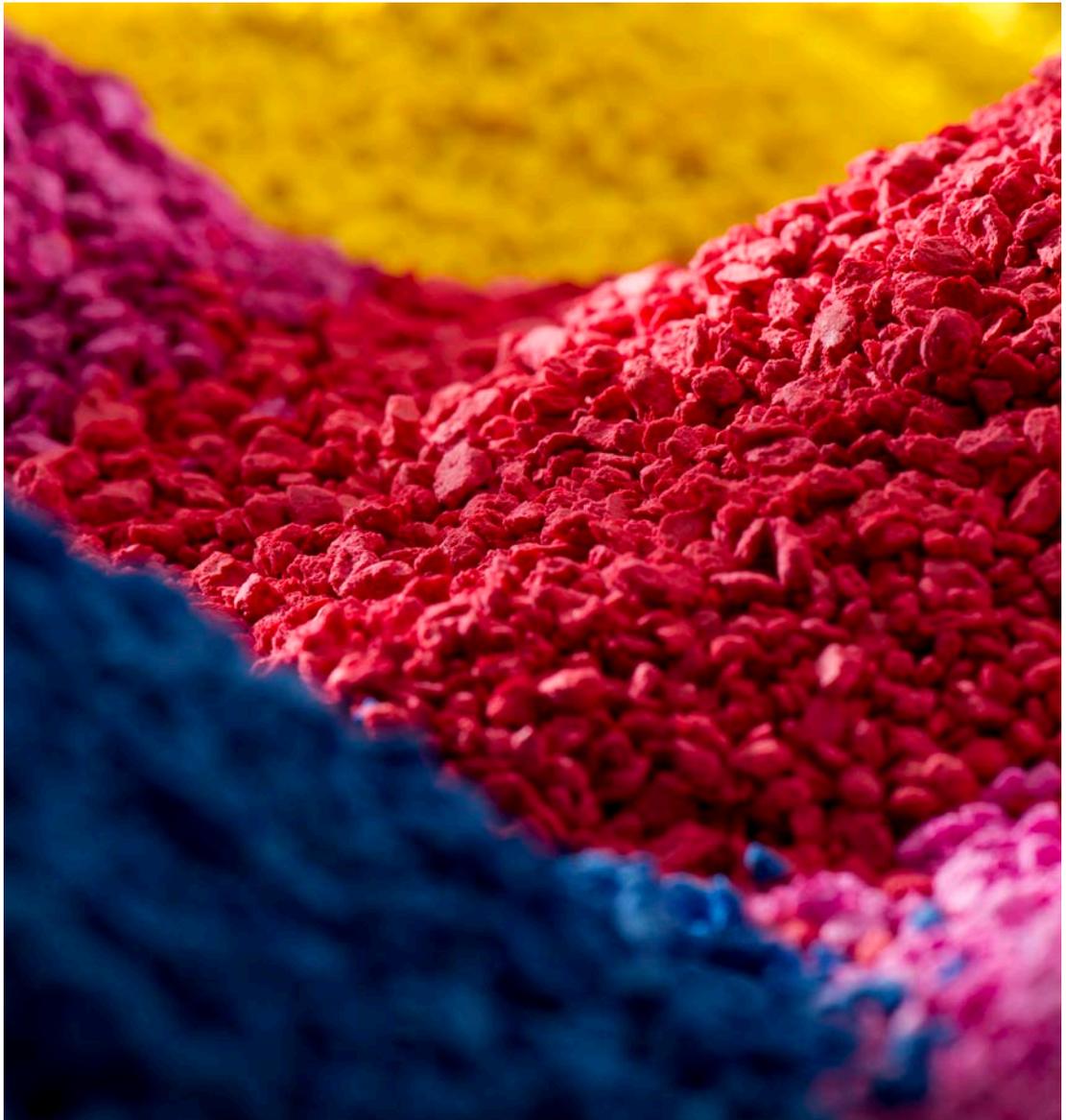
Desarrollo de procesos más eficientes.

##### PROCESO EN UNA ÚNICA ETAPA

Desarrollo de procesos más eficientes.

##### COSTE COMPARATIVO DE LAS MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Optimización materiales/procesos.



## **02. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)**

### **ADAPTACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS A LOS REQUERIMIENTOS DE LAS APLICACIONES**

Optimización de materiales/procesos.  
Proyectos piloto demostradores de materiales y procesos.

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES NOVEDOSOS PARA LOGRAR CONTROLES DE CALIDAD EFICIENTES ON-LINE (DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN) Y OFF-LINE (DURANTE LA VIDA DEL COMPONENTE FABRICADO)**

Líneas de investigación cooperativas desde el diseño de materiales, ingeniería de diseño y el control de calidad, asegurando la aplicabilidad de los Ensayos no Destructivos en control de piezas.

### **MEJORA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROPIEDADES ELECTRÓNICAS EN MATERIALES POLIMÉRICOS**

Líneas de investigación dedicadas a integrar aditivos que confieran propiedades electrónicas a polímeros. Plastrónica.

### **IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONALIDAD EN POLÍMEROS**

Ampliación abanico de propiedades de conductividad eléctricas.  
Ampliación abanico de propiedades térmicas.  
Ampliación abanico de propiedades *smart*.  
Materiales para sensórica. Industria 4.0.  
Materias primas sensibles a campo eléctrico.  
Materias primas sensibles a stress.  
Materias primas sensibles a campo magnético.  
Materias primas sensibles a cambio de forma.  
Materias primas autorreparables.  
Materiales con propiedades de tratamiento de superficies.

### **ADAPTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS A REQUERIMIENTOS DE LA INDUSTRIA 4.0**

Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas alternativas que cubran los requisitos.

### **ADAPTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO**

Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas alternativas que cubran los requisitos.

### **DESARROLLO DE MATERIAS PRIMAS CON ÓPTIMAS PRESTACIONES QUE PERMITAN LA REDUCCIÓN DE PESO**

Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas alternativas que cubran los requisitos.

### **AMPLIACIÓN DEL ABANICO DE PROPIEDADES EN ADHESIVOS Y RANGOS DE APLICACIÓN**

Conocimiento en caracterización de adhesivos para uniones con materiales compuestos/polímeros para estudio de procesos: cinética de curado, reología, permeabilidad y compresibilidad de tejidos.  
Adhesivos con propiedades mecánicas mejoradas, adhesivos multifuncionales o con características *smart*.

### **DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES POLIMÉRICOS**

Integración de MOF's (*Metal Organic Framework*) en polímeros para la creación de membranas de gases.  
Desarrollo de polímeros bio basados como alternativa a los actuales, focalizados en el desarrollo de los mismos cumpliendo requisitos.

### **DESARROLLO DE MATERIALES DE UNIÓN ENTRE SUSTRATOS DE NATURALEZA DIFERENTE**

Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas alternativas que cubran los requisitos.

### 03. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)

#### RECICLABILIDAD DE LOS MATERIALES ALTERNATIVOS

Procesos de reciclado apropiados (y optimizados) para los materiales alternativos.

#### VALORIZACIÓN DE RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS

Línea de I+D para encontrar metodologías de valorización de materias primas.

#### IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONALIDAD EN POLÍMEROS

Ampliación abanico de propiedades sostenibles.

#### SISTEMAS APROPIADOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LAS MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Analizar si los sistemas actuales de gestión de residuos actuales son adecuados para las materias primas alternativas identificadas.

#### REDUCCIÓN DE COSTES DE LAS NUEVAS MMPP OBTENIDAS A PARTIR DE RESIDUOS

Desarrollo de procesos que permitan la utilización de residuos como materias primas.  
Procesos de segregación de materiales que permitan su re-introducción a procesos/ industriales.

#### ADAPTACIÓN INTERSECTORIAL: DE RESIDUOS DE SECTOR A APLICACIONES FINALES DEL SECTOR B

Desarrollo de tecnologías que permitan incorporar residuos de un sector como materias primas en otro.

#### VALORIZACIÓN DE CO<sub>2</sub> COMO MATERIA PRIMA PARA POLÍMEROS

Desarrollo de poliuretanos a partir de CO<sub>2</sub>.

### 04. AMPLIACIÓN DEL CAMPO DE APLICACIÓN

#### MATERIALES COMPUESTOS FABRICADOS MEDIANTE TÉCNICAS DE “FABRICACIÓN ADITIVA” PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

Identificación de materias primas, caracterización, simulación, ...

#### TECNOLOGÍAS DE UNIÓN ENTRE MATERIALES DISÍMILES

Desarrollos tanto a nivel de procesos, caracterización y simulación.

#### TECNOLOGÍAS DE UNIÓN PARA “FUNCTIONALLY GRADED ADHESIVE JOINT” Y SOLUCIONES MULTIADHESIVAS

Metodologías de diseño de este tipo de soluciones (optimización topológica, optimización del *grading* de propiedades)  
Tecnologías de fabricación.

#### CONOCIMIENTO DE COMPORTAMIENTOS COMPLEJOS DESDE EL PUNTO DE VISTA MECÁNICO ANTE DISTINTAS CONDICIONES DE USO

Desarrollos en caracterización y modelado cubriendo diversos tipos de sollicitaciones y comportamientos (fatiga, *creep*, temperatura, impacto o cargas a altas velocidades, envejecimiento, fractura, ...)

#### DESARROLLO DE METODOLOGÍAS DE DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y PREDICCIÓN ROBUSTAS

Proyectos piloto demostradores.

#### REDUCCIÓN DE COSTES Y AMPLIACIÓN DE ABANICO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

Simulación y caracterización de procesos de fabricación  
Proyectos piloto demostradores de materiales y procesos. Ej. fabricación de piezas con refuerzos integrados mediante RTM, fabricación de estructuras híbridas metal-composite mediante técnicas que permitan la integración directa durante el conformado del compuesto, nuevos desarrollos relacionados con el procesado de materiales compuestos con matriz termoestable por vía líquida, ...).

## 05. ESTRATEGIAS DE SIMULACIÓN Y PREDICCIÓN DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES COMPUESTOS/POLÍMEROS

### PREDICCIÓN DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES (PROPIEDADES) Y DE ESTRUCTURAS (UNIONES) MEDIANTE SIMULACIÓN NUMÉRICA

Estudio de relaciones proceso-propiedades-función.

Desarrollo de modelos de predicción de comportamiento del material durante el proceso (rotura de fibras, ...).

Desarrollo de modelos de predicción con dependencias complejas (temperatura, viscoelasticidad, ...).

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc.) con experiencia y medios.

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.

Carencia de patentes ligadas a materiales y equipos.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de infraestructuras para la gestión de residuos.

Poca confianza del mercado en materiales reciclados.

Baja automatización de los procesos. La automatización de los procesos facilita la extensión de los *composites* a todos los sectores industriales y combate la deslocalización asociada a los bajos costes laborales.

Costes de amortización y actualización de equipamientos.

Carencia de normalización.

Carencia de infraestructuras para la gestión de residuos.

Coste de partida de las materias primas.

Acceso al conocimiento de proveedores de tecnologías de proceso.

Robustez de equipos demostradores.

Accesos en piezas, inspeccionabilidad de materiales asociada a sus propiedades.

Alto coste I+D+i y la dificultad de integración de la tecnología con la aplicación final.

Si las actuales tecnologías de reciclado no son adecuadas para los materiales alternativos, será necesario desarrollar y optimizar tecnologías.

Necesidad de asegurar que las actuales infraestructuras para la gestión de residuos son adecuadas para los materiales alternativos.

Resulta fundamental para el desarrollo de la estrategia de materiales poliméricos y compuestos el poder contar con financiación para la creación de infraestructuras que permitan dar respuesta de un lado a las necesidades de caracterización, de plantas piloto escalables y que dote tanto a Centros de Investigación, OPIs y empresa de los medios necesarios



## METALES

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)

##### CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES NOVEDOSOS PARA LOGRAR CONTROLES DE CALIDAD EFICIENTES ON LINE (DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN) Y OFF LINE (DURANTE LA VIDA DEL COMPONENTE FABRICADO)

Líneas de investigación cooperativas desde el diseño de materiales, ingeniería de diseño y el control de calidad, asegurando la aplicabilidad de los Ensayos no Destructivos en control de piezas.

##### FABRICACIÓN ADITIVA

Desarrollo de polvos metálicos para tecnologías de iluminación completa de la cama de polvo.  
Desarrollo de materiales híbridos (varios componentes) con propiedades complementarias.  
Desarrollo de nuevas calidades de polvos metálicos.

##### MEJORA DEL PROCESADO DE MATERIALES DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO (CORTE, CONFORMADO)

Investigación en mejorar o desarrollar procesos de primera transformación de materiales metálicos de alto límite elástico.

##### INCORPORACIÓN DE NANOMATERIALES EN METALES PARA AÑADIR NUEVAS FUNCIONALIDADES Y VALOR AÑADIDO

Potenciar el valor añadido en materiales metálicos mediante nanomateriales.

##### ADAPTAR LOS MATERIALES METÁLICOS A LAS TECNOLOGÍAS DE IMPRESIÓN FUNCIONAL

Potenciar el valor añadido en materiales metálicos mediante impresión funcional.

##### NUEVOS RECUBRIMIENTOS Y PROCESOS PARA RECUBRIR ACERO DE FORMA SOSTENIBLE Y EFICIENTE

Reducción de las necesidades energéticas requeridas en estos procesos (galvanizado).  
Optimización y mejora de los procesos de pintura y galvanizado.

##### CONFORMADO EN CALIENTE DE ALUMINIO

Mejora de las propiedades del aluminio.  
Mejora de los tratamientos térmicos y post-procesado.

##### ESTAMPACIÓN EN CALIENTE DE ACERO: DESARROLLO DE MATERIALES Y PROCESOS

Mejora de la eficiencia energética del proceso.  
Reducción de tiempos de ciclo en tratamientos térmicos según las propiedades de cada material.

##### ELIMINACIÓN DE RECUBRIMIENTOS EN ACEROS PARA ESTAMPACIÓN EN CALIENTE QUE DIFICULTEN SU PROCESADO

Investigar en nuevos recubrimientos de protección oxidativa del acero para facilitar su procesado en corte de formatos y manipulación en caliente.

##### AUMENTO DE LA VIDA DE TROQUELES Y MATRICES PARA AUMENTAR EFICIENCIA DE LOS PROCESOS (ACEROS ALTO LÍMITE ELÁSTICO)

Nuevos materiales para troqueles y matrices de estampación.

##### DESARROLLO DE MATERIALES HÍBRIDOS TIPO METAL/PLÁSTICO

Investigación en nuevas tecnologías y procesos de unión de materiales disimilares.  
Procesado de materiales híbridos con diferentes propiedades de cada componente y su procesabilidad.

##### DISEÑO DE NUEVOS GRADOS DE ACERO CON PROPIEDADES MEJORADAS (CREEP, FATIGA, CORROSIÓN, ELONGACIÓN, ...)

Diseño teórico y experimental de nuevas composiciones químicas. Procesos termo-mecánicos para la mejora de propiedades.



## 02. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)

### REDUCIR EL TIEMPO DE ENTREGA DEL UTILLAJE

Desarrollo de materiales, tecnologías y procesos para el “rapid tooling”.

## 03. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

### SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS ESCASOS Y/O CAROS POR OTROS, MANTENIENDO LAS MISMAS PROPIEDADES DEL MATERIAL

Desarrollo de materiales, tecnologías y procesos para el “rapid tooling”. Diseño teórico y experimental de nuevas composiciones químicas. Procesos de fabricación con los nuevos elementos.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.  
Posible necesidad de desarrollo de un precursor o catalizador específico.  
Accesos en piezas, inspeccionabilidad de materiales asociada a sus propiedades.  
Falta de personal especializado (titulaciones no alineadas con necesidades industriales).  
Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.  
Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc.) con experiencia y medios.  
Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.



## CERÁMICOS

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

##### IDENTIFICACIÓN DE PROVEEDORES FIABLES

Desarrollos orientados a los requerimientos actuales de calidad.

##### BÚSQUEDA DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Desarrollo de materias primas alternativas y determinación del grado de sustitución.

Desarrollos orientados a los requerimientos actuales de calidad.

Líneas de I+D+i para adaptar los procesos industriales a las materias primas alternativas.

##### INCREMENTAR EL RECICLAJE INTERNO

Desarrollo de materiales y procesos que permitan un mayor reciclado.

##### UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE OTROS SECTORES INDUSTRIALES

Desarrollo de sistemas de tratamiento de residuos para su utilización en cerámica.

##### SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS ESCASOS Y/O DE USO RESTRINGIDO POR LA LEGISLACIÓN EUROPEA O INTERNACIONAL EN CERÁMICAS AVANZADAS (POR EJEMPLO, Pb)

Desarrollo de nuevas composiciones y procesos de fabricación de cerámicas libres de elementos escasos y/o de uso restringido debido a su toxicidad o impacto medioambiental adverso.

##### UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE OTROS SECTORES INDUSTRIALES

Desarrollo de sistemas de tratamiento de residuos para su utilización en cerámica.

#### 02. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)

##### DISPONER DE SISTEMAS PARA LA RECUPERACIÓN DEL PRODUCTO AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL

Diseño de sistemas que permitan recuperar los materiales cerámicos.

Desarrollo de nuevos productos basados en los productos ya usados y recuperados.

##### SISTEMAS APROPIADOS PARA LA BÚSQUEDA DE MATERIALES VALORIZADOS/RECICLADOS Y CONOCER SU DISPONIBILIDAD

Desarrollo de nuevas herramientas para detectar materiales valorizados/reciclados susceptibles de su utilización en el sector.

##### FUENTES DE SUMINISTRO CONTINUADAS Y HOMOGÉNEAS EN COMPOSICIÓN

Procesos de reciclado apropiados (y optimizados).

##### PROCESOS DE VALORIZACIÓN ADAPTADOS A LOS REQUERIMIENTOS DE LAS APLICACIONES

Líneas de I+D+i para adaptar los materiales valorizados a los requerimientos actuales o requisitos de las aplicaciones.

##### ADAPTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS A MÉTODOS DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICAMENTE MÁS EFICIENTES

Estudio de materias primas adaptadas a nuevos métodos de procesamiento energéticamente eficientes, como puede ser la sinterización con microondas.

Desarrollo y validación de materias primas (naturales o secundarias) para consolidación en frío mediante cementación alcalina (geo-polimerización) con objeto de reducir la huella energética del proceso de producción cerámico.



### 03. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)

#### ADAPTACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS A LOS REQUERIMIENTOS DE LAS APLICACIONES

Desarrollo de procesos para la purificación y enriquecimiento de materias primas.

Líneas de I+D+i para adaptar los procesos industriales a las materias primas mejoradas.

#### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.

Coste de partida de las materias primas.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de infraestructuras para la gestión de residuos.

Dificultad de aceptación empresarial/social.

Barreras regulatorias/administrativas.



## MINERALES INDUSTRIALES

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

##### MEJOR CONOCIMIENTO DE LAS RESERVAS MINERAS ACTUALES

Nuevas técnicas análisis de yacimientos, rápidas y económicas.

##### ACCESO A INFORMACIÓN DE VALOR DE LAS RESERVAS MINERALES FUERA DE ESPAÑA

Red internacional de información sobre recursos minerales no metálicos.

##### MEJORAR LAS TÉCNICAS PARA ENCONTRAR NUEVOS YACIMIENTOS O HACER RENTABLE LA EXTRACCIÓN DE LOS CONOCIDOS, NO EXPLOTADOS

Nuevas técnicas de extracción de bajo coste.

Nuevas técnicas de exploración.



#### 02. PROCESADO DE MINERALES

##### NUEVOS MÉTODOS O TECNOLOGÍAS DE PROCESADO A ESCALA INDUSTRIAL CON MÍNIMO CONSUMO ENERGÉTICO

Nuevas técnicas de procesado de minerales micronizados.

Nuevas técnicas de procesado de minerales a escala nano.

##### TECNOLOGÍAS DE PROCESADO DE MINERALES INDUSTRIALES AUTOMATIZABLES Y SENSORIZABLES

Implantación de las tecnologías “industria 4.0” para el control y optimización de procesos.

Sensorización y análisis de datos en el procesado de minerales.

##### DISEÑO DE LÍNEAS DE PROCESADO DE MINERALES INDUSTRIALES FLEXIBLES, MULTIMATERIALES

Nuevos diseños productivos flexibles que permitan la incorporación de diferentes materias primas de partida.

### 03. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)

#### REUTILIZACIÓN DE FINOS DE PROCESO

Nuevas aplicaciones para deshechos de proceso.

#### RECICLADO DE MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL

Uso de minerales industriales en procesos de reciclado de materiales (plásticos por ej.).

### 04. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)

#### MAYOR CAPACIDAD DE INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS BASADOS EN MINERALES INDUSTRIALES

Desarrollo de plantas piloto flexibles e innovadoras para el desarrollo de procesos: tratamiento de minerales, combinaciones de minerales y tratamientos superficiales.

#### MATERIAS PRIMAS INNOVADORAS PARA MERCADOS DE ALTO POTENCIAL DE CRECIMIENTO

Investigación del uso de minerales industriales en nuevas aplicaciones.

### 05. RESPUESTA A LOS RETOS DE LAS NUEVAS REGULACIONES

#### REGULACIÓN DE PRODUCTOS CARCINOGENICOS

Procesos para el control de la sílice cristalina respirable en ambientes ocupacionales.

Métodos de análisis detallado del contenido de  $\text{TiO}_2$  <0,1%.

Eliminación o sustitución de  $\text{TiO}_2$  en aplicaciones finales.



## CEMENTOS

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

##### BÚSQUEDA DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas alternativas que cubran los requisitos para ser sustituciones y cementos (*binders*) alternativos.

Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas a partir de residuos y subproductos.

Líneas de investigación focalizadas a la unión de materiales disimilares.

##### ACONDICIONAMIENTO/CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Adaptación de los materiales alternativos.

Conocimiento del comportamiento y caracterización de los materiales.

Estudio de la reactividad de los materiales alternativos

Desarrollo de técnicas que permitan establecer la compatibilidad entre materias primas alternativas y componentes de materiales base cemento, incluyendo armaduras del hormigón armado: cemento, aditivos, áridos de distinto tipo, acero.

#### 02. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)

##### DESCONTAMINACIÓN DE MATERIALES PARA SU POSTERIOR VALORIZACIÓN EN MATERIALES BASE CEMENTO

Desarrollo de técnicas que permitan descontaminar suelos y sedimentos dragados, entre otros, para su reutilización.

Aseguramiento de materiales de construcción que no emitan sustancias nocivas al aire interior.

##### DESARROLLO DE ADITIVOS QUE PERMITAN INTEGRAR MATERIA PRIMA ALTERNATIVA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS MANTENIENDO PRESTACIONES

Nuevos superplastificantes, retardadores, aceleradores, antiespumantes, aditivos para impresión 3D...

##### INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS Y FORMULACIONES PARA AUMENTAR LA DURABILIDAD

Desarrollo de tecnologías de ensayos no destructivos.

Desarrollo de nuevos hormigones con prestaciones mejoradas con materias primas alternativas.

Materiales con propiedades autorreparables.

Desarrollo de hormigones para condiciones extremas.

Materiales anticorrosión.

##### ADAPTACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS A LOS REQUERIMIENTOS DE LAS APLICACIONES

Optimización materiales/procesos.

Industrialización de la construcción.

##### FUNCIONALIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Materiales fotocatalíticos, termocrómicos, de cambio de fase, recubrimientos especiales, acumuladores de energía.

##### SENSORIZACIÓN/ACTUACIÓN

Implementar funcionalidad que permita identificar cambios de temperatura, defectos estructurales, etc.

Desarrollo de sensores que avisen antes de que se produzca el fallo en estructuras.

##### OPTIMIZACIÓN PARA EL USO DE HORMIGONES ARMADOS DURANTE LARGOS PERIODOS DE TIEMPO (>40 AÑOS) MANTENIENDO SUS PROPIEDADES ESTRUCTURALES

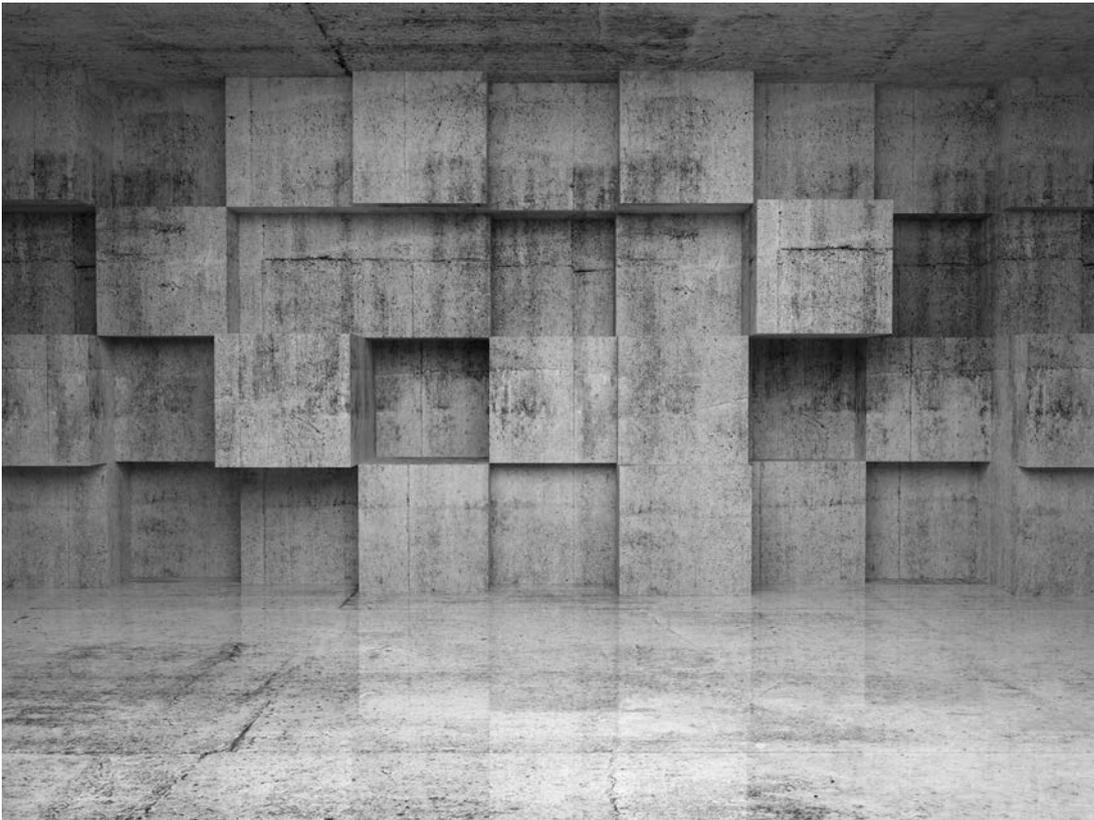
Desarrollo de tecnologías de Ensayos No destructivos para verificar la calidad de la estructura.

##### ADAPTACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS A LOS REQUERIMIENTOS DE LAS APLICACIONES

Optimización materiales/procesos.

##### EXTENDER EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Cementos con propiedades autorreparables.



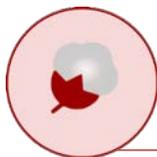
### 03. REDUCIR HUELLA DE CARBONO

#### BÚSQUEDA DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

- Líneas de investigación focalizadas al desarrollo de materias primas alternativas que cubran los requisitos.
- Materiales en cuya producción no se produzca la descarbonatación de calcita.
- Materiales que absorban CO<sub>2</sub> de forma estable.
- Materiales que incorporen residuos.
- Dematerialización: Menos cantidad de material para iguales prestaciones.

#### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

- Baja inversión en I+D+i en este campo.
- Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.
- Barreras regulatorias/administrativas.
- Sector de la construcción muy tradicional.
- Infraestructuras para la gestión de residuos no suficientemente desarrolladas.
- Poca confianza del mercado en materiales fabricados con productos reciclados.
- Baja automatización de los procesos.
- Dificultad de integración de la tecnología con la aplicación final.
- Carencia de normalización.



## MATERIALES DE ORIGEN NATURAL (BIO)

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)

##### ALCANZAR PRESTACIONES ADECUADAS PARA DIFERENTES USOS

Incremento de resistencias mecánicas y de estabilidad dimensional, mediante diferentes procesos, físicos y químicos.

##### CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES APTAS PARA PEGADO Y ACABADO

Investigar características superficiales y procesos de mejora para que la materia sea apta para los procesos habituales de pegado y acabado.

##### INCREMENTO DEL USO DE MATERIALES DE ORIGEN NATURAL EN LA CONSTRUCCIÓN

Mejorar resistencias mecánicas y de biodegradabilidad, investigando en principios activos y procesos (densificación, impregnación, ...).

##### INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICOS ESPECIALMENTE PARA SU USO COMO ENVASE ALIMENTARIO: ENVASADO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

Desarrollo de nuevos bioplásticos competitivos en precio con propiedades mejoradas, más sostenibles y económicamente viables, que a su vez sigan cumpliendo con los requerimientos necesarios para realizar la función básica del envase: contener, proteger y conservar.

##### ENCONTRAR USOS ESPECÍFICOS CON ALTO VALOR AÑADIDO Y QUE INCREMENTEN LA SOSTENIBILIDAD DEL PRODUCTO FINAL

Biomimética: investigar posibilidad de que la materia prima ejerza en productos industriales el mismo efecto que en la naturaleza.

##### MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA BIODEGRADACIÓN

Mejorar el comportamiento de los productos fabricados con las materias naturales, especialmente en ambiente de exterior.

##### UTILIZACIÓN DE MATERIALES NATURALES, FIBRAS, CELULOSA, COMO REFUERZO EN MATERIALES INDUSTRIALES, APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE OTRAS INDUSTRIAS PARA EL REFUERZO DE VALOR AÑADIDO

Incorporación de materiales de procedencia natural como refuerzo en materiales poliméricos - análisis de modificaciones químicas, mejora de propiedades del material final, ...

##### SINTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE ORIGEN VEGETAL

Empleo de nanopartículas bio en remediación de suelos y tratamiento de aguas.



## 02. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

### ENCONTRAR NUEVAS MATERIAS PRIMAS CON VALOR INDUSTRIAL (DIFERENTES APLICACIONES), EN UNA GEOGRAFÍA CERCANA Y CON RECURSOS SUFICIENTE PARA ATENDER AL MERCADO

Investigar características, formas de trabajar, rendimientos, ...

## 03. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)

### VIDA ÚTIL Y BIODEGRADACIÓN

Investigar en la vida útil de la materia, mejorándola mediante la adición de biocidas, junto con una buena biodegradabilidad.

### VALORIZACIÓN DE BIOMASA

Investigar la elaboración de nuevos productos compuestos a partir de biomásas (materias primas o residuos) y optimización de las misma para la producción de bioproductos y biomateriales de alto valor añadido.

Optimización de los residuos de origen natural para la fabricación de productos y materiales con alto valor añadido.

### VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

Búsqueda de nuevas fuentes y optimización de procesos de valorización energética de las biomásas.

### DISMINUCIÓN DE LA EMISIÓN DE FORMALDEHÍDO EN EL LIGANTE

Investigar adhesivos que sean aptos para las materias de origen natural, muchos de ellos encolados con adhesivos de condensación de formaldehído.

## 04. EQUILIBRIO ENTRE CONSERVACIÓN Y USO INDUSTRIAL

### USO DE MATERIAS ENDÉMICAS EN APLICACIONES INDUSTRIALES

Estudio del potencial, mejora de todo tipo de resistencias y desarrollo de procesos de extracción.

## 05. MEJORAS LOGÍSTICAS

### OPTIMIZAR LOS SISTEMAS LOGÍSTICOS DE APROVISIONAMIENTO DE BIOMASAS PARA FAVORECER EL USO INDUSTRIAL DE LAS MISMAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMATERIALES

Mejora del transporte, recolección, etc., y demás procesos involucrados en el transporte de materiales de baja densidad a plantas industriales para su procesamiento.

Favorecer la financiación de este tipo de plantas piloto o industriales como las biorrefinerías, en la cuales se puedan producir biomateriales a la vez que se produce bioenergía/biocombustibles.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Alto coste I+D+i y la dificultad de integración de la tecnología con la aplicación final.

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Dificultad de aceptación empresarial/social.

Carencia de normalización.

Coste de partida de las materias primas.

Barreras regulatorias/administrativas.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.



## CAUCHO

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

##### NUEVAS FUENTES NATURALES DE CAUCHO

Cultivo de árboles y plantas productoras de látex distinto del actual *Hevea brasiliensis* sin pérdida de propiedades.

##### NUEVAS FUENTES BIO DE CAUCHO (A PARTIR DE RESIDUOS)

Nuevas formulaciones de caucho con uso o reutilización de materiales reciclados y/o biodegradables sin pérdida de propiedades.

##### NUEVAS FUENTES SINTÉTICAS DE CAUCHO A PARTIR DE MATERIAS PRIMAS NO FÓSILES

Nuevas formulaciones de caucho con uso de materias primas sintéticas alternativas (no procedencia fósil) sin pérdida de propiedades.

##### DESARROLLO DE ADITIVOS Y CARGAS PARA CAUCHO Y SILICONAS EN CONTACTO CON ALIMENTOS Y AGUA POTABLE

Nuevas formulaciones de caucho y siliconas que puedan entrar en contacto con alimentos y agua potable.

##### ADITIVOS Y CARGAS MENOS PELIGROSOS PARA EL MEDIOAMBIENTE Y LA SALUD

Nuevas formulaciones de caucho sin pérdida de propiedades.

#### 02. SOSTENIBILIDAD (ASOCIADO A LA VALORIZACIÓN/GESTIÓN DE LOS MATERIALES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL)

##### NUEVAS FORMAS DE VALORIZACIÓN MATERIAL DE NFU (NEUMÁTICOS FUERA DE USO)

Nuevos productos a partir de granulado de caucho proveniente de NFU.

##### GESTIÓN DE RESIDUOS NO NEUMÁTICOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL

Valorización energética o material de residuos al final de la vida útil de artículos que contengan caucho.



### **03. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)**

#### **NUEVAS FORMULACIONES DE CAUCHO**

Uso o reutilización de materiales reciclados y/o biodegradables sin pérdida de propiedades.  
Desarrollo de materiales espumados reforzados con nanopartículas o refuerzos convencionales.

#### **USO DE LA NANOCIENCIA, MICRO O NANOENCAPSULACIÓN O CARGAS MINERALES NO CONVENCIONALES PARA MEJORAR PROPIEDADES**

Desarrollo de materiales con mejores propiedades ignífugas.  
Desarrollo de materiales espumados para reducir peso.  
Desarrollo de materiales con mejores propiedades tribológicas.  
Desarrollo de materiales con mayor resistencia térmica.  
Desarrollo de materiales con mayor conductividad eléctrica.

#### **USO DE NUEVOS SISTEMAS DE ADHESIVOS**

Desarrollo de adhesivos más específicos para el procesado del caucho.

#### **USO DE NUEVOS SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS**

Desarrollo de recubrimientos más específicos para el procesado del caucho.

#### **DESARROLLO DE UNIONES SIN ADHESIVADO**

Desarrollo de aditivos específicos en las formulaciones de los materiales a adherir.

#### **USO DE NUEVOS ANTIADHERENTES DE PROCESO**

Desarrollo de nuevas formulaciones mejoradas de antiadherentes en los procesos de fabricación del caucho.

#### **USO DE NEGROS DE NEGRO DE HUMO**

Desarrollo de nuevas formulaciones con negros de humo alternativos (bajo contenido en PAH, pirolíticos) o en sustitución del negro de humo.

#### **USO DE TERMOPLÁSTICOS**

Desarrollo de nuevas formulaciones de TPE.

### **04. ESTRATEGIAS DE CARACTERIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE COMPORTAMIENTO DE CAUCHOS**

#### **PREDICCIÓN DE COMPORTAMIENTO DE CAUCHOS MEDIANTE SIMULACIÓN NUMÉRICA**

Predicción del efecto de nanopartículas en propiedades de proceso y mecánicas (estáticas, dinámicas, fatiga, impacto, ...) de cauchos.

Caracterización y predicción de fenómenos de envejecimiento en cauchos.

Caracterización y predicción del comportamiento en proceso y de propiedades finales de materiales termoplásticos espumados.

Predicción del comportamiento dinámico de elastómeros en el dominio de la frecuencia.

Caracterización y predicción del comportamiento a fatiga del caucho.

Predicción instantánea del grado de vulcanización del caucho.

## 05. DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES ELASTÓMEROS

### MATERIALES CON PROPIEDADES DE AUTOREPARACIÓN (“SELF-HEALING MATERIALS”)

Caracterización y predicción del comportamiento en proceso y de propiedades finales.

### DESARROLLO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN

Simulación de procesos de mezcla/dispersión de partículas.

### CARACTERIZACIÓN Y PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN PROCESO Y DE PROPIEDADES FINALES

Materiales inteligentes con respuesta ante estímulos externos.

Materiales magneto-reológicos para amortiguar ruidos y vibraciones.

Elastómeros con memoria de forma.

Materiales que se autocuren.

Materiales elastoméricos avanzados para neumáticos.

Materiales y estructuras enfocadas al coche eléctrico y autónomo.

Materiales con menor peso.

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Alto coste I+D+i y la dificultad de integración de la tecnología con la aplicación final.

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.

Barreras regulatorias/administrativas.

Coste de partida de las materias primas.

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de infraestructuras para la gestión de residuos.

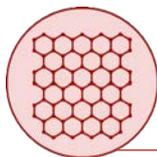
Carencia de normalización.

Dificultad de aceptación empresarial/social.

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados.

Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc.) con experiencia y medios.

Falta de personal especializado (titulaciones no alineadas con necesidades industriales).



## NANOMATERIALES

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS (MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA CUALQUIER APLICACIÓN)

##### OBTENER UN NANOMATERIAL REPRODUCIBLE Y FIABLE

Caracterización de nanomateriales (grafeno y nuevos nanomateriales).

Elaboración de protocolos de caracterización para cada nanomaterial, que especifiquen parámetros representativos, de forma que se asegure la fiabilidad del método de producción.

##### DIVERSIFICACION DE LA APLICACIÓN DE NANOMATERIALES MEDIANTE MODIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Mejora del conocimiento morfológico de la materia prima y aplicación de técnicas químicas y físicas como UV, microondas, plasma para funcionalizar la materia prima y variar su reactividad.

Desarrollo e incorporación de nanopartículas al acero líquido (fabricación de nanoacero).

Desarrollo e incorporación de nanopartículas en otros metales líquidos (por ej. Al).

Desarrollo e incorporación de nanomateriales en hormigones y morteros.

Desarrollo e incorporación de nanomateriales en *composites* poliméricos.

Desarrollo e incorporación de nanomateriales en recubrimientos y pinturas.

Desarrollo e incorporación de nanomateriales en otros materiales (p.ej. cerámicos).

##### INTEGRACIÓN DE NANOMATERIALES EN OTRAS MATRICES

Conocimiento a nivel de investigación básica de las matrices a las que se añade la nanopartícula.

Incorporación de nanopartículas de celulosa como refuerzo en materiales poliméricos - análisis de modificaciones químicas, mejora de propiedades del material final, etc...

##### ESCALADO DE PRODUCCIÓN DE NANOMATERIALES

Comprender cómo afectan los cambios en los parámetros de producción a escala laboratorio vs escala industrial en el nanomaterial.

Escalado en la aplicación final, de la producción de productos que contienen nanomateriales, con el menor impacto posible en los parámetros de proceso.

Desarrollo/Fabricación de nanomateriales para aplicaciones multisectoriales mediante tecnología supercrítica.

Fabricación (escalado) y funcionalización de nanocelulosa para aplicaciones multisectoriales.

Fabricación (escalado) de semielaborados (*buckypapers*) de nanotubos de carbono (con o sin materiales grafénicos).

Fabricación (escalado) de aerogeles.

#### 02. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

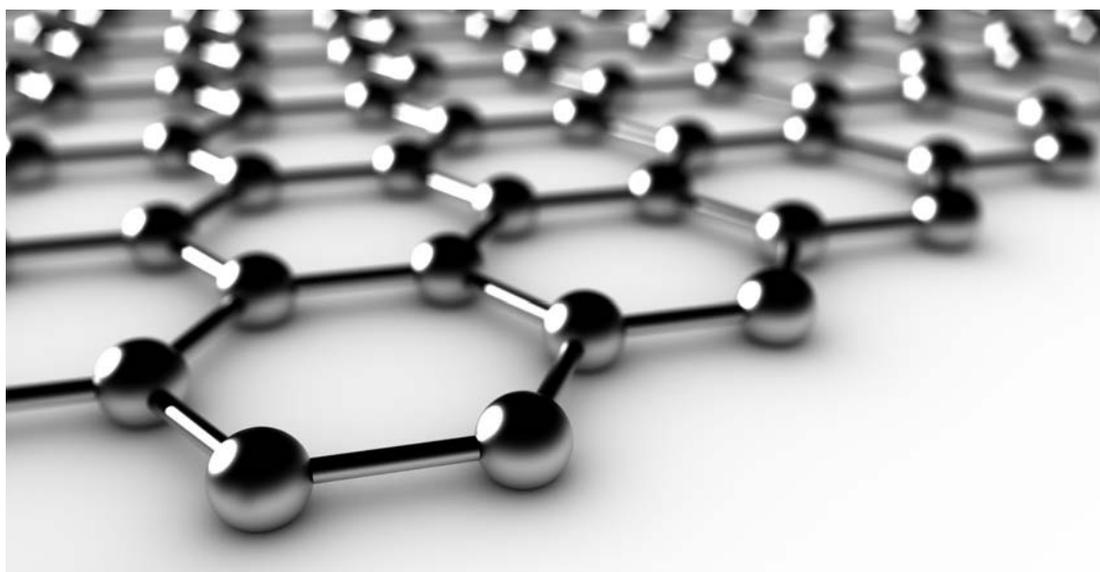
##### OBTENER UN NANOMATERIAL REPRODUCIBLE Y FIABLE

Control exhaustivo de los parámetros de producción y caracterización rigurosa del material.

Instalaciones necesarias para pruebas, posibilidades de compartir/prestar.

##### NECESIDAD DE UN ESCALADO DE LA PRODUCCIÓN PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD PRODUCTIVA Y CONSEGUIR ASÍ UN PRECIO COMPETITIVO

Necesidad de una regulación en cuanto al control de calidad de los nanomateriales así como protocolos establecidos sobre normas de uso y riesgos toxicológicos



### 03. MEJORA DE ASPECTOS RELACIONADOS CON LA NANOSEGURIDAD

#### PROGRESAR EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y USOS SEGUROS DE LOS NANOMATERIALES

Exposición ocupacional a nanomateriales (EHS): Realización de estudios de evaluación toxicológica / eco-toxicológica de nanomateriales.

Exposición ocupacional a nanomateriales (EHS): Realización de estudios de evaluación toxicológica / eco-toxicológica de productos que integran nanomateriales.

Diseño de instrumentación y procesos que permitan Fabricación "Safe by Design".

#### DIVERSIFICACION DE LA APLICACIÓN DE NANOMATERIALES

Desarrollo e incorporación de nanomateriales en otros materiales (p.ej. cerámicos) de forma segura y a escala industrial.

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de infraestructuras para la fabricación y validación de materiales avanzados (Los nanomateriales poseen una baja densidad, lo cual dificulta su manejo, dispersión y aplicación en los sistemas actuales de fabricación).

Dificultad de aceptación empresarial/social (desconfianza del consumidor final sobre la utilización de nanomateriales).

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Falta de comunicación Universidad-Empresa, tiempos largos y proyectos que no llegan a buen puerto.

Accesos en piezas, inspeccionabilidad de materiales asociada a sus propiedades

Carencia de normalización.

Dificultad y encarecimiento del escalado.

Existencia de incertidumbre en cuanto a la toxicidad de los nanomateriales sobre la salud y el medioambiente.

Dificultad en el manejo, dispersión y aplicación en sistemas actuales de fabricación debido a su baja densidad.

Carencia de certificaciones de calidad.

Desconocimiento del tiempo de vida útil, reciclaje y grado de migración de las nanopartículas en diferentes composites.

## ENTIDADES COLABORADORAS



## CIUDADES INTELIGENTES

El Grupo de Innovación de Ciudades Inteligentes no está alineado con ninguno de los Retos de la Sociedad de la CE en particular, sino que tiene un enfoque transversal y busca promover aquellas innovaciones en materiales avanzados y nanomateriales, que permitan hacer nuestras ciudades más sostenibles y eficientes desde un punto de vista energético, medioambiental, económico, social y mejorar la habitabilidad. Como ya se mencionó anteriormente, los materiales juegan un papel relevante y transversal como complemento de otras tecnologías en todos estos ámbitos. Las áreas seleccionadas en este documento son aquellas en las que el Grupo de Innovación de Ciudades Inteligentes de **MATERPLAT** ha entendido que los materiales pueden tener una mayor relevancia.

Cabe destacar en este punto que la movilidad es uno de los puntos clave de las Ciudades Inteligentes. Sin embargo, debido al solape previsto con el trabajo realizado por el Grupo de Innovación de Transporte, se decidió no trabajar sobre este punto en esta sección del documento.

Tratando de evitar solapes con la sección de Energía del documento, orientada hacia grandes métodos de producción energética a gran escala, el enfoque utilizado en la sección de Ciudades Inteligentes en el área de Energía está centrado en la eficiencia energética en edificaciones y en como determinadas tecnologías como por ejemplo la fotovoltaica, puede ser integrada en las ciudades.

### ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES INICIATIVAS EUROPEAS Y ESPAÑOLAS DE I+D+

Como se comentó en el párrafo anterior, ningún Reto de la Sociedad identificado por la CE se centra en el concepto de Ciudad Inteligente. Al ser este un sector transversal, diversas soluciones aplicables a estos modelos de ciudad pueden encontrar acogida en diferentes programas de la Comisión.

Una de las principales temáticas asociadas a las ciudades inteligentes, lograr edificios eficientes desde un punto de vista energético (los edificios utilizan un 40% de la energía consumida en Europa y producen un 36% de la emisión de gases de efecto invernadero), sí que es recogida en uno de los programas público-privados (PPP) de la CE ya mencionados anteriormente: **Energy-efficient Buildings (EeB)**. Esta iniciativa surgió con un presupuesto de 600 millones de € para realizar tareas de investigación e innovación durante el período 2014-2020.

Otras tres iniciativas europeas se solapan en este tema: la **EIP en Smart Cities and Communities**,<sup>52</sup> que busca establecer colaboraciones entre la industria y ciudades europeas para desarrollar las infraestructuras y los sistemas urbanos del futuro; la **Smart Cities Member States Initiative**,<sup>53</sup> que pretende coordinar la colaboración entre H2020 y convocatorias para proyectos transnacionales; y la **JPI Urban Europe**,<sup>54</sup> iniciativa de ámbito semi-privado (para participar en la iniciativa, es necesario que el país al que se pertenezca se constituya como miembro de la misma<sup>55</sup>), destinada a dar respuesta a los retos que plantean las ciudades inteligentes.

En el ámbito nacional, España participa a través del CDTI en la ERA-NET **Smart Cities and Communities (ENSCC)**,<sup>56</sup> que nació en el marco de la **Smart Cities Member States Initiative** y **JPI Urban Europe**, que actúa como agencia coordinadora. Esta iniciativa es una convocatoria

<sup>52</sup> <http://ec.europa.eu/eip/smartcities>

<sup>53</sup> <http://www.smartcities.at/europe/transnational-cooperations/the-smart-cities-member-states-initiative>

<sup>54</sup> <http://jpi-urbaneurope.eu>

<sup>55</sup> España solo participa como observador en la JPI Urban Europe. Puede participar en las acciones y en los distintos grupos de trabajo, pero no tiene derecho a voto en la Junta de Gobierno.

<sup>56</sup> <http://jpi-urbaneurope.eu/calls/enscc>

conjunta internacional de propuestas I+D+i dirigidas a nuevas soluciones en el ámbito urbano y de aplicación viable. Estas soluciones deben tender a la optimización de la energía y a la eficiencia de los recursos, preferentemente a través de la integración de tecnologías (energía, movilidad, TIC) en todos los ámbitos, así como a través del desarrollo y uso de nuevos modelos de negocio y nuevas tecnologías en la gestión urbana, la cohesión social, la habitabilidad y la sostenibilidad.

Además, España publicó en marzo de 2015 el **Plan Nacional de Ciudades Inteligentes**<sup>57</sup> con un presupuesto de 152,9 millones de euros. El objetivo de este Plan era impulsar y estimular a los municipios y entidades locales hacia la innovación social y la creación de “Smart cities” de calidad.

Este Plan Nacional de Ciudades Inteligentes se coordina a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información mediante la creación del Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes, conformado por la propia Secretaria de Estado, Red.es, SEGITTUR, IDEA, EOI, entidades locales y representantes de la industria.

---

### GRUPO DE TRABAJO INTERPLATAFORMAS DE CIUDADES INTELIGENTES (GICI)

---

**MATERPLAT** es una de las 21 plataformas tecnológicas españolas que integran la iniciativa **GICI (Grupo de Trabajo Interplataformas de Ciudades Inteligentes)**,<sup>4</sup> que nace en 2012 impulsado por el Ministerio de Economía y Competitividad para dar respuesta a la necesidad que existe en el campo de las Ciudades Inteligentes. Los objetivos de este Grupo Interplataformas son:

- **Confeccionar** una visión y agenda estratégica específica que permita el correcto desarrollo de la ciudad del futuro, incluyendo los contenidos de forma transversal de las plataformas con especial incidencia en las tecnologías empleadas en las ciudades.
- **Coordinar**, en la medida que se requiera, la participación en foros nacionales e internacionales sobre Smart Cities.
- **Asesorar** al Ministerio de Economía y Competitividad en las necesidades que requiera en materia de ciudades inteligentes.
- **Potenciar** el papel y la presencia española en el ámbito internacional, especialmente en Europa.

Como se comentó en la introducción, en el marco del Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes (GICI), **MATERPLAT**, junto con las otras 20 plataformas involucradas en esta iniciativa, participó en la elaboración de un documento de visión sobre las ‘Smart Cities’ a 2030, que fue publicado en 2016 y que puede descargarse desde la página web de **MATERPLAT**.<sup>5</sup>

Este documento pretende establecer el escenario de visión a 2030 de la ciudad inteligente desde un punto de vista tecnológico, de modo que a partir de la conceptualización de la ciudad desde una definición y un modelo, se describen los distintos elementos tecnológicos que influyen en la ciudad y cuyo desarrollo determina su inteligencia y, por lo tanto, la calidad de vida del ciudadano en un entorno más sostenible. El documento, en cuya elaboración han participado directamente más de 100 personas, pretende ser una guía consensuada y completa de la oferta tecnológica para la ciudad inteligente, identificando adicionalmente las barreras y oportunidades para su desarrollo.

Este documento de visión 2030 ha sido un importante punto de partida para el análisis llevado a cabo en el área de Ciudades Inteligentes del presente trabajo, habiéndose seleccionado para discusión aquellos puntos donde los materiales juegan un papel relevante que, junto con el resto de aspectos tecnológicos identificados, han sido valorados y reconocidos por los expertos que han colaborado en el estudio realizado, dando como resultado el listado que puede consultarse a continuación.

---

<sup>57</sup> <http://www.agendadigital.gob.es/planes-actuaciones/Paginas/plan-nacional-ciudades-inteligentes.aspx>

## ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS, RETOS TECNOLÓGICOS, NECESIDADES DE I+D Y BARRERAS DE LAS ÁREAS IDENTIFICADAS EN CIUDADES INTELIGENTES



### ENERGÍA

01. INCREMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
02. AUMENTO DE LA SEGURIDAD Y CALIDAD DE APROVISIONAMIENTO
03. IMPLEMENTACIÓN O ACCESIBILIDAD DE LAS ENERGÍAS DE ORIGEN RENOVABLE
04. RACIONALIZACIÓN Y MÁXIMA EFICIENCIA EN EL USO DE ENERGÍAS DE ORIGEN NO RENOVABLE
05. INFRAESTRUCTURAS QUE PERMITAN EL MOVIMIENTO DE MAYORES VOLÚMENES DE ENERGÍA
06. LOGRAR MAYOR FLEXIBILIDAD PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA
07. MINIMIZAR LA DEPENDENCIA SOBRE UNA ÚNICA FUENTE ENERGÉTICA



### MEDIO AMBIENTE

01. ASEGURAR CALIDAD AIRE (REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES,...)
02. GARANTIZAR SUMINISTRO Y CALIDAD DEL AGUA
03. EVITAR CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y REDUCIR SU SELLADO E IMPERMEABILIZACIÓN
04. COMBATIR AGOTAMIENTO DE RECURSOS NATURALES
05. REDUCIR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA



### EDIFICIOS E INFRAESTRUCTURAS URBANAS

01. INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD
02. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL
03. AUMENTO DE LA SEGURIDAD
04. MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA



### TICS

01. DESARROLLAR TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS A DISPOSICIÓN DE LAS NECESIDADES DE LAS CIUDADES Y DEL CIUDADANO, MÁS EFICIENTES Y SOSTENIBLES (AGUA, ENERGÍA, RECURSOS NATURALES, ALIMENTACIÓN, SEGURIDAD)



### SENSORES

01. INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD
02. AUMENTO DE LA SEGURIDAD
03. MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA



### SEGURIDAD

01. AUMENTAR Y ASEGURAR LA FIABILIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS URBANAS Y SUS EQUIPAMIENTOS

Figura 10. Resumen de los objetivos globales identificados en las áreas de Ciudades Inteligentes



## ENERGÍA

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. INCREMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

##### INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA URBANA EFICIENTE, CAPAZ DE GENERAR, RECIBIR, ALMACENAR Y DISTRIBUIR ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA DE FORMA INTELIGENTE

En materiales para edificaciones pasivas o de consumo casi nulo que mantienen el confort interior sin necesidad de calefacción en invierno ni aire acondicionado en verano, con un gasto energético muy bajo.

##### SISTEMAS INTELIGENTES QUE MINIMICEN EL COSTO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS-VIVIENDAS

Desarrollo de materiales inteligentes que, integrados en los edificios e infraestructuras urbanas permitan el control del consumo energético, ajustándolo de manera más precisa a los cambios ambientales (temperatura, humedad, contaminación).

Desarrollo de módulos de construcción multifuncionales y autónomos de generación de energía integrados en el edificio.

#### 02. AUMENTO DE LA SEGURIDAD Y CALIDAD DE APROVISIONAMIENTO

##### REDES INTELIGENTES

Para la gestión de las *smartgrids* y como soporte para la gestión de la demanda se requerirán sensores y materiales avanzados para equipos de control y comunicación (*smart-meetering*).

#### 03. IMPLEMENTACIÓN O ACCESIBILIDAD DE LAS ENERGÍAS DE ORIGEN RENOVABLE

##### APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN LAS CIUDADES

Aumento de la vida y fiabilidad de los componentes de aerogeneradores.

Materiales para elevada fricción/presión de contacto en componentes eólicos.

Aumento de la seguridad.

##### BIOMASA

Valorización de cenizas y escorias producidas durante la combustión.

##### ENERGÍA GEOTÉRMICA

Mejora de resistencia de los materiales a condiciones extremas de presión y temperatura, grado de ataque y corrosión de los elementos asociados a este sistema como tuberías de intercambiadores, etc.

#### 04. RACIONALIZACIÓN Y MÁXIMA EFICIENCIA EN EL USO DE ENERGÍAS DE ORIGEN NO RENOVABLE

##### BIOCOMBUSTIÓN, GLP Y GAS NATURAL PARA LA MOVILIDAD

Desarrollo de combustible ecológico para vehículos de transporte urbano a través de materias primas alternativas.

#### 05. INFRAESTRUCTURAS QUE PERMITAN EL MOVIMIENTO DE MAYORES VOLÚMENES DE ENERGÍA

##### NUEVOS COMPONENTES PARA REDES ELÉCTRICAS

Nuevos materiales conductores cuyas características permitan distribuir gran densidad de energía con muy bajas pérdidas, un volumen y un peso reducido, y muy manejable.



## 06. LOGRAR MAYOR FLEXIBILIDAD PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA

### RECUPERACIÓN DE ENERGÍA (ENERGY HARVESTING) EN LAS CIUDADES

Desarrollo de materiales eficientes para la recolección de energía (*harvesting*) de fuentes ambientales de la ciudad (gradientes de calor residual, campos electromagnéticos, vibraciones generadas por el movimiento de personas o el tráfico rodado), enfocada a la alimentación de pequeños dispositivos personales de bajo consumo energético (*wearables*) o infraestructura urbana inalámbrica (por ejemplo, redes de sensores).

## 07. MINIMIZAR LA DEPENDENCIA SOBRE UNA ÚNICA FUENTE ENERGÉTICA

### SISTEMAS INTELIGENTES QUE MINIMICEN EL COSTE ENERGÉTICO EN EDIFICIOS-VIVIENDAS

Desarrollo de materiales inteligentes que integrados en los edificios e infraestructuras urbanas permitan el control del consumo energético, ajustándolo de manera más precisa a los cambios ambientales (temperatura, humedad, contaminación).

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.  
 Carencia de suministradores o de su grado de involucración.  
 Falta de personal especializado (titulaciones no alineadas con necesidades industriales).  
 Barreras regulatorias/administrativas.  
 Carencia de normalización.  
 Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc) con experiencia y medios.



## MEDIO AMBIENTE

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. ASEGURAR CALIDAD AIRE (REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES,...)

##### CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN

Materiales para separación y purificación de gases.

Materiales para la adecuación de lugares de confinamiento o para la retención química del CO<sub>2</sub>.

#### 02. GARANTIZAR SUMINISTRO Y CALIDAD DEL AGUA

##### TRATAMIENTO, DEPURACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA

Materiales para los sistemas de eliminación de los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua.

Desarrollo de materiales avanzados para membranas.

Tratamiento específico de los denominados micro-contaminantes o contaminantes emergentes (medicamentos, cosméticos, pesticidas, etc...).

#### 03. EVITAR CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y REDUCIR SU SELLADO E IMPERMEABILIZACIÓN

##### SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE

Materiales y sistemas permeables para el aprovechamiento de las aguas de escorrentía.

#### 04. COMBATIR AGOTAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

##### OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS (ECONOMÍA CIRCULAR, 3RS, ...)

Procedimientos que transformen los materiales residuales de las ciudades en recursos para luchar contra la extracción desmesurada de materias primas.



#### 05. REDUCIR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

##### MEJORA DE LAS CONDICIONES SONORAS DE NUESTROS ENTORNOS URBANOS AFECTADAS POR EL EXCESO DE RUIDO

Materiales ligeros de última generación para la reducción de la contaminación acústica en las grandes ciudades, como por ejemplo, cerramientos ligeros multicapa y elementos flexibles como telas y membranas.

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Barreras regulatorias/administrativas.

Carencia de medios para la investigación.



## EDIFICIOS E INFRAESTRUCTURAS URBANAS

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD

##### INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Desarrollo de materiales aligerados que permitan la prefabricación y la industrialización.  
Utilización de impresión 3D.

##### SOLUCIONES ADAPTABLES Y ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES PARA LA REHABILITACIÓN DE ENVOLVENTES DE EDIFICIOS

Materiales ligeros y de alta resistencia para sistemas modulares de fachada.

##### CONSERVACIÓN DE EDIFICIOS Y CIUDADES HISTÓRICAS Y PATRIMONIALES

Desarrollo de nanomateriales para restauración de piedra, hormigón, madera...

##### CREACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS URBANAS SENCILLAS E INTEGRADAS QUE SEAN MULTIFUNCIÓN

Desarrollo de materiales multifuncionales eficientes que permitan la integración de varias funciones, por ejemplo: la sensorización y la actuación en un solo elemento.

#### 02. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

##### CONSTRUCCIÓN BIOCLIMÁTICA

Desarrollo de nuevas composiciones de materiales con muy bajo impacto ambiental.

##### MEJORA DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Desarrollo de nuevas composiciones con baja conductividad térmica y/o alta reflexión de la radiación solar.

##### ILUMINACIÓN INTELIGENTE EN ALUMBRADO PÚBLICO

Materiales para alumbrado con autonomía gracias a la capacidad de almacenamiento de energía y/o que se ajuste automáticamente a las condiciones y a la necesidad de uso.

##### SISTEMAS DE CALEFACCIÓN MÁS EFICIENTES

Desarrollos de materiales para nuevos sistemas integrados de calefacción, que incluyan la monitorización de la temperatura para mejorar su eficacia.

Desarrollo de láminas conductoras que sean capaces de incluirse dentro de un sistema domótico para mejorar el confort térmico de las viviendas.

#### 03. AUMENTO DE LA SEGURIDAD

##### MEJORA DE LA DURABILIDAD

Materiales que se auto-reparen o que señalen la presencia de deterioros o corrosiones.

##### MEJORA DE LA RESISTENCIA Y RESPUESTA FRENTE A DESASTRES

Materiales ignífugos, hidrófugos o con propiedades mejoradas ante eventos sísmicos, inundaciones, corrimientos de tierras, etc.



## 04. MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA

### PAVIMENTOS INTELIGENTES

Pavimentos que aprovechen la energía cinética producida por el tráfico rodado (*harvesting*), almacenándola o usándola en iluminación, señalética, etc.

### MATERIALES DESCONTAMINANTES

Desarrollo de materiales de recubrimiento más eficientes como antibacterianos, fungicidas, reductores de NO<sub>x</sub> y otras sustancias contaminantes.

### MEJORAR LA ACCESIBILIDAD Y USABILIDAD DE INFRAESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES

Materiales que faciliten la vida a personas mayores y con algún impedimento temporal o permanente, tales como materiales de alto contraste cromático, o reactivos frente a determinados estímulos, con diseños adaptativos, mobiliario urbano flexible, etc.

### MEJORA DEL CONFORT EN EL INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES

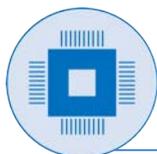
Materiales clave en la regulación de la humedad, temperatura, sonido, agentes patógenos, radiaciones, emisiones de sustancias volátiles, etc.

### CONSERVACIÓN DE EDIFICIOS Y CIUDADES HISTÓRICAS Y PATRIMONIALES

Desarrollo de nanomateriales para restauración de piedra, hormigón, madera...

## PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.  
Barreras regulatorias/administrativas.



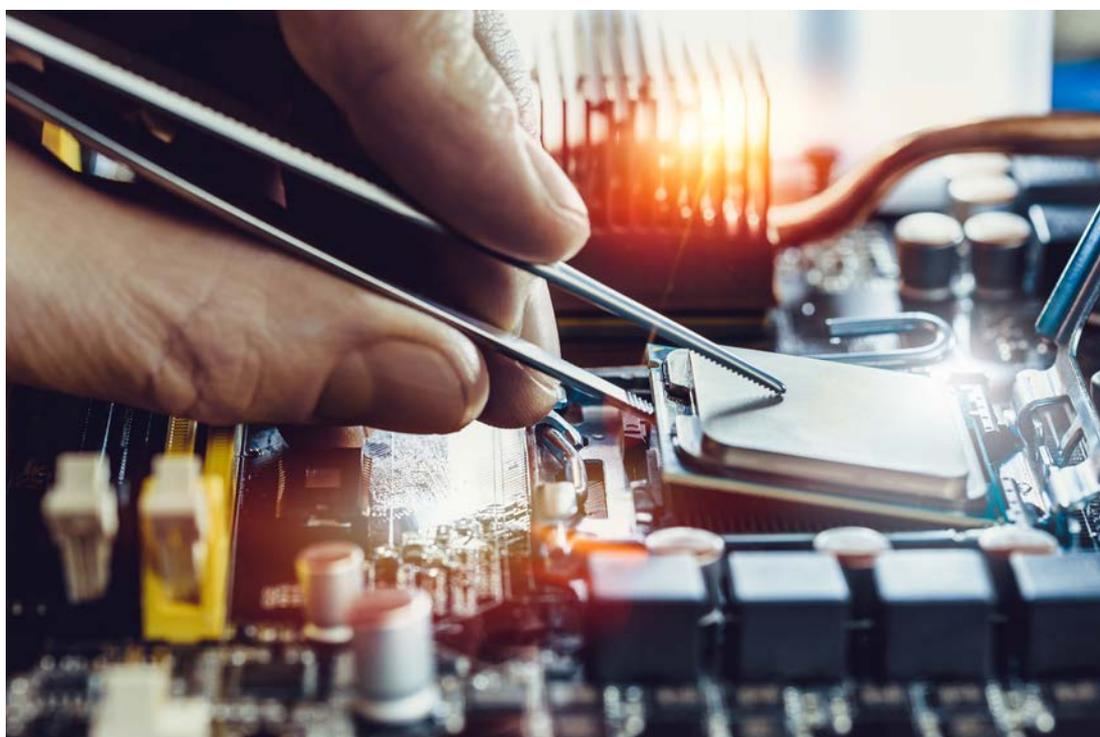
## TICS

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. DESARROLLAR TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS A DISPOSICIÓN DE LAS NECESIDADES DE LAS CIUDADES Y DEL CIUDADANO, MÁS EFICIENTES Y SOSTENIBLES (AGUA, ENERGÍA, RECURSOS NATURALES, ALIMENTACIÓN, SEGURIDAD)

**INFRAESTRUCTURA COMPUTACIONAL (PARA PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO) DE PRESTACIONES Y COSTE ADECUADOS A LAS NECESIDADES DE LAS CIUDADES, ESPECIALMENTE EN LO QUE SE REFIERE A LA GESTIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS (OPEN/BIG DATA) Y A LA INTEGRACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE SENSORES Y SISTEMAS DE GESTIÓN EXISTENTES EN LAS CIUDADES**

Materiales que mejoren el rendimiento y logren mayor eficiencia energética en los diferentes sistemas digitales que nuestras ciudades demandan para la gestión y análisis de datos (Big Data) y el Internet de las Cosas (IoT). Estos materiales pueden ser aplicables tanto en los (micro) chips de los procesadores en computadoras, como en las redes de comunicaciones que los interconectan, así como en los sensores y dispositivos IoT/móviles. Todos ellos forman los sistemas digitales, y los materiales en cada uno de ellos pueden beneficiar el objetivo perseguido de mayores prestaciones en la digitalización de las ciudades.



#### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Tendencia al sobre aprovisionamiento: poco análisis a priori de las necesidades reales.  
 Dispositivos cada vez más pequeños: el sobrecalentamiento es un factor a evitar.  
 Carencia de normalización.



## SENSORES

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD

##### MEJORAR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (BATERÍAS)

Desarrollar materiales con capacidad de retener mayor densidad de energía.

##### MEJORAR LA EFICIENCIA EN CAPTACIÓN DE ENERGÍA DE LAS REDES DE SENSORES

Desarrollo de materiales que mejoren la captación de energía (*energy harvesting*) de fuentes ambientales (gradientes de calor residual, campos electromagnéticos, vibraciones), para mejorar la autonomía energética de la red de sensores.

##### EXTENDER EL USO DE LOS SENSORES QUÍMICOS A ENTORNOS EXPUESTOS A LA BIOINCRUSTACIÓN (BIOFOULING)

Desarrollo de recubrimientos que limiten la acumulación indeseable de microorganismos, plantas, algas y/o animales sobre sensores que limiten sus funciones.

##### REDUCCIÓN DEL COSTE DE SENSORES PARA SU USO MASIVO

Utilización de materiales (estructurales y funcionales) de bajo coste en sensores de uso masivo.

##### INTEGRACIÓN DE SENSORES EN TODO TIPO DE SUPERFICIES FLEXIBLES (PLÁSTICO, PAPEL, TELAS) EN EL CONTEXTO DE LA ELECTRÓNICA FLEXIBLE

Hacer compatibles los procesos de fabricación (normalmente realizados a altas temperaturas), con superficies flexibles sobre las que se quieren integrar los sensores: plásticos, papel, telas.

##### MINIATURIZACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES PARA AUMENTAR CAMPOS DE APLICACIÓN, CAPACIDAD DE DESPLIEGUE Y MEJORAR PRESTACIONES COMO CONSUMO

Integración y co-desarrollo de los materiales y sus tecnologías con las micro- y nanotecnologías que posibilitan la reducción de tamaño y el bajo consumo de las microplataformas sensoras y actuadoras.

##### DESARROLLO DE MATERIALES (ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES) PARA DISPOSITIVOS SENSORES Y ACTUADORES ESPECÍFICOS, PARA INTEGRACIÓN EN PRODUCTOS INTELIGENTES

Desarrollo de tecnologías para obtención de capas con propiedades diversas.

Integración de materiales que combinen funciones de detección y actuación simultáneamente en dispositivos inteligentes.

Uso de sensores integrados en lubricantes (en lubricantes de amortiguación inteligente; en lubricantes que avisen de envejecimiento; etc.).

##### EXTENDER EL USO DE LOS SENSORES A ENTORNOS CON CONDICIONES ADVERSAS

Materiales sensores resistentes a condiciones ambientales adversas (altas temperaturas, exposición a la radiación ultravioleta o entornos químicos agresivos).

#### 02. AUMENTO DE LA SEGURIDAD

##### SENSORES DE CAMBIO DE COLOR

Desarrollo de materiales que cambien eficientemente de color con mayor precisión ante un estímulo externo (p. ej. temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>, etc.).



### 03. MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA

#### **SENSORES PARA MONITOREAR LA SALUD DE LOS CIUDADANOS E INTEGRAR LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LA RED DE RESPUESTA SANITARIA DE LA CIUDAD**

Desarrollo de materiales con funcionalidades de detección, biocompatibles para su integración en sensores sobre tejidos y/u otros materiales flexibles en contacto con el cuerpo humano.

#### **INCREMENTO DE LA CAPACIDAD MULTISENSORA Y LA UBICUIDAD DE LOS SISTEMAS SENSORES PARA UNA MAYOR CALIDAD DEL AIRE EN AMBIENTES DOMÉSTICOS Y DE OFICINAS / EDIFICIOS PÚBLICOS (Y EL CONSIGUIENTE AHORRO ENERGÉTICO EN CLIMATIZACIÓN) Y PARA UN MAYOR CONTROL DE DETECCIÓN DE PELIGROS (FUGAS TÓXICAS, INCENDIOS) EN AMBIENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES**

Desarrollo de nanosensores para medidas de VOC para análisis en tiempo real en la respiración de personas.

Integración múltiple de materiales para distintos sensores de una única plataforma.

### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

Carencia de entidades nacionales de I+D+i (OPIs, Centros Tecnológicos, etc) con experiencia y medios.

Carencia de suministradores o de su grado de involucración.

Barreras regulatorias/administrativas.



## SEGURIDAD

### RETOS TECNOLÓGICOS Y NECESIDADES DE I+D

#### 01. AUMENTAR Y ASEGURAR LA FIABILIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS URBANAS Y SUS EQUIPAMIENTOS

##### INCREMENTAR LA FIABILIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS URBANAS Y SUS EQUIPAMIENTOS

Los materiales Smartizados, además de incorporar intrínsecamente sensores, pueden convertirse en Sistemas Ciber-físicos, y constituir elementos importantes para el diseño de sistemas de monitorización avanzados tipo RAMS en servicios, redes y equipamientos de la ciudad.

También en el caso de las infraestructuras y el propio entorno geofísico (orografía -colinas, taludes, riscos...-, suelos, ríos y otros elementos fluviales, etc.), de cara a sistemas avanzados de monitorización, seguridad y resiliencia medioambiental de la ciudad y sus infraestructuras.

Todo esto debe integrarse en los sistemas BIM de gestión de activos e infraestructuras.



#### PRINCIPALES BARRERAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS

Procesos largos y costosos de calificación y certificación de nuevos materiales/procesos.

## ENTIDADES COLABORADORAS





## ANEXO I. COORDINACIÓN Y ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Desde la Plataforma Tecnológica MATERPLAT, este trabajo ha sido dirigido y coordinado por los siguientes representantes:

- **Presidencia:** José Sánchez Gómez  
(Airbus)
- **Coordinación:** Miguel Ángel Rodiel Moros  
(Instituto IMDEA Materiales)
- **Secretaría Técnica:** Eduardo Troche Pesqueira  
(Instituto IMDEA Materiales)

El trabajo de recopilación de información para las diferentes secciones del documento estuvo coordinado por los siguientes representantes:

Grupo de Innovación	Entidad	Nombre
Transporte	Airbus	José Sánchez Gómez Asunción Butragueño
	Instituto IMDEA Materiales	Miguel Ángel Rodiel Eduardo Troche Pesqueira
Salud	Ciber-bbn	Jesús Izco
	Regemat 3D	José Manuel Baena
Energía	ArcelorMittal	José Manuel Puente
	Ciemat	Marta Serrano
Materias Primas	Repsol	Alfonso Grande Pizarro
	AIMPLAS	Liliana Chamudis
Ciudades Inteligentes	Keraben	Luis Guaita
	ITC	Javier Mira
	CEINMAT	Ángel López

Entidades participantes en la elaboración del documento de Estrategia Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales:

Grupo de Innovación	Entidad	
Transporte	Airbus	Instituto IMDEA Materiales
	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)	Acciona Infraestructuras
	AIMPLAS	ITP
	Repsol	Gonvarri
	AIMEN	Aciturri
	UPM (Grupo PICOHIMA)	FIDAMC
	SENER	Navantia
	Innerspec Technologies	CTAG
	Andaltec	Leartiker
	ITAINNOVA	Fundación ITMA
Salud	TSI	
	Ciber-bbn	Regemat 3D
	Breca Health Care	AIMPLAS
	AIMEN	INESCOP
Energía	Centro de Cirugía de mínima invasión Jesús Usón	Fundación ITMA
	ArcelorMittal	Ciemat
	Instituto IMDEA Materia	AIMPLAS
	IK4-CIDETEC	UPM (Grupo PICOHIMA)
	SEA INGENIERÍA y ANÁLISIS DE BLINDAJES, S.L.	Fundación ITMA
Materias Primas	Centro Nacional del Hidrógeno	
	Repsol	AIMPLAS
	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)	Instituto IMDEA Materiales
	Acciona Infraestructuras	CEINNMAT
	ITC	Tecnalia
	TOLSA	Gonvarri
	GrapheneTech	FIDAMC
	AIDIMME	ITAINNOVA
	Tecnatom	Gaiker
	Innovarcilla	INESCOP
Ciudades Inteligentes	Instituto de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)	Fundación ITMA
	Keraben	ITC
	CEINNMAT	Repsol
	AIMPLAS	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)
	Instituto IMDEA Materiales	AIDIMME
	Tecnalia	Innovarcilla
	Universidad Politécnica de Madrid	GrapheneTech
	Instituto de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)	Fundación ITMA
Atos		

Plataformas Tecnológicas y Asociaciones que han participado en la elaboración del documento de Estrategia Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales:

Grupo de Innovación	Plataforma Tecnológica	
Transporte	M2F	PTME
	PAE	PTFE
	PTEC	AEMAC
Salud	NANOMED SPAIN	
Energía	PTECO2	CEIDEN
	FOTOPLAT	PTME
	BIOPLAT	SOLPLAT
	GEOPLAT	SOLAR CONCENTRA
	REOLTEC	
Materias Primas	ASICE	SUSCHEM
	PLATEA	BIOPLAT
Ciudades Inteligentes	FOTOPLAT	PLANETIC
	PESI	THINKTUR
	PTEC	GICI

Entidades de la Administración Pública que han apoyado la elaboración de este documento:

#### Entidad

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad – Agencia Estatal de Investigación (AEI)

Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)

## ANEXO II. GLOSARIO

- CSIC – Centro Superior de Investigaciones Científicas
- ACARE – Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe
- ESA – European Space Agency
- SERA – Single European Railway Area
- OaA – Out of Autoclave
- NDI – Non-Destructive Inspection
- IT – Tecnología Informática
- REACH – Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
- iFEM – Inverse Finite Element Method
- OPI – Organismo Público de Investigación
- NMBP – Nanotechnologies, Advanced Materials, Advanced Manufacturing and Processing, and Biotechnology
- KETs – Key Enabling Technologies
- ENM – EuroNanoMed
- NANBIOSIS – Infraestructura para la Producción y Caracterización de Biomateriales, Nanomateriales y Sistemas en Biomedicina
- ICTS – Infraestructura Científico-Tecnológica Singular
- MRI – Magnetic Resonance Imaging
- SET Plan – Plan Estratégico de Tecnología Energética
- ALINNE – Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas
- APTE – Análisis del potencial de desarrollo tecnológico de las tecnologías energéticas en España
- BIPV – Building-integrated photovoltaics
- NCG – Gases no Condensables
- NMC – Níquel Manganese Cobalto
- IPR – Intellectual Property Rights
- EIP – European Innovation Partnership
- RCFS – Research Fund for Coal and Steel
- FET – Tecnologías Emergentes Futuras
- SPIRE – Sustainable Process Industry
- FoF – Factories of the Future
- EeB – Energy-efficient Buildings
- MOF – Metal Organic Framework
- RTM – Resin Transfer Moulding
- NFU – Neumáticos Fuera De Uso
- PAH – Polyaromatic Hydrocarbons
- TPE – Thermoplastic elastomers
- EHS – Environment, health and safety
- ENSCC – ERA-NET Smart Cities and Communities
- TIC – Tecnologías de Información y Comunicación
- 3Rs – Replacement, Reduction and Refinement
- IoT – Internet of Things
- VOC – Volatile Organic Compounds
- TSA – Adsorción Por Incremento De Temperatura
- VTSA – Adsorción Por Incremento De Temperatura Y Reducción De Presión
- DEMO – DEMOstración de generación de potencia
- ITER – International Thermonuclear Experimental Reactor



PLATAFORMA TECNOLÓGICA  
DE MATERIALES AVANZADOS  
Y NANOMATERIALES

**materplat**...

**CONTACTO:**

**SECRETARÍA TÉCNICA MATERPLAT**

[secretaria@materplat.org](mailto:secretaria@materplat.org)