

MATERIALES AVANZADOS



Cuadernos CDTI

Junio 1994

MATERIALES AVANZADOS

Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
Junio 1994

INDICE

PRESENTACION	9
I. DESCRIPCION DEL CAMPO TECNOLÓGICO Y SUS APLICACIONES	13
Materiales metálicos y aleaciones 15 Aleaciones ligeras <i>pág. 16</i> . Aleaciones resistentes <i>pág. 18</i> . Aceros de nuevo desarrollo <i>pág. 18</i>	
Materiales cerámicos y vidrio 21 Cerámicas estructurales <i>pág. 22</i> . Cerámicas funcionales <i>pág. 25</i> . Vidrios <i>pág. 25</i>	
Materiales poliméricos 29 Termoplásticos técnicos <i>pág. 31</i> . Termoendurecibles <i>pág. 32</i> . Polímeros de características específicas <i>pág. 32</i> . Elastómeros <i>pág. 34</i> . Mezclas y aleaciones poliméricas <i>pág. 35</i> . Polímeros de muy altas prestaciones <i>pág. 35</i>	
Materiales compuestos (composites) 37 Composites de matriz orgánica <i>pág. 38</i> . Composites de matriz metálica <i>pág. 43</i> . Composites de matriz cerámica <i>pág. 47</i>	
Otros materiales avanzados 55 Materiales magnéticos <i>pág. 56</i> . Catalizadores <i>pág. 56</i> . Mem- branas selectivas <i>pág. 57</i> . Biomateriales <i>pág. 58</i> . Superconduc- tores <i>pág. 60</i> . Semiconductores <i>pág. 60</i>	
2. LA ACTIVIDAD DEL CDTI EN APOYO A LA I+D EN MATERIALES AVANZADOS	63
El Proyecto MAT	69
Proyectos CDTI: Proyectos Concertados, de Desarrollo Tecnológico y de Innovación Tecnológica	71
Programas Internacionales	76
IV Programa Marco de I+D de la CE <i>pág. 76</i> . Eureka <i>pág. 82</i>	
Servicios Tecnológicos y Transferencia de Tecnología	85
Proyectos de Promoción Tecnológica <i>pág. 86</i> . Centro de Enlace Value <i>pág. 86</i>	
ANEXOS	89
Anexo I: El Programa Nacional de Materiales	91

Anexo II: Proyectos Concertados, 1988-93	95
Anexo III: Proyectos de Desarrollo Tecnológico y de Innovación Tecnológica, 1988-93	101
Anexo IV: Proyectos BRITE/EURAM con participación española en el área de Materiales	105
Anexo V: Proyectos Eureka con participación española en el área de Materiales, 1986-93	109
Anexo VI: La actividad del CSIC en Materiales Avanzados	111
Anexo VII: Principales Centros Españoles con actividades de I+D en Tecnologías de Materiales Avanzados	125

PRESENTACION

El éxito real en el desarrollo de muchos productos depende cada día más de los avances que se realizan en los Materiales Avanzados. La disponibilidad de tales materiales hace posible no sólo la mejora sustancial de productos tradicionales, sino el desarrollo de productos que se han podido producir sólo gracias al espectacular avance de las tecnologías relativas a estos materiales. Un espectro cada vez mayor de diferentes industrias, en particular las relacionadas con los sectores de la electrónica, ingeniería, automoción, telecomunicaciones, aeroespacial y defensa, ven cada vez más en los nuevos materiales un factor clave de cara a la resolución de los problemas de desarrollo y penetración en el mercado de sus productos.

Los materiales avanzados son competitivos en costes incluso aunque, como ocurre en muchos casos, el precio que cuesta desarrollarlos es un inconveniente comparado con el que cuesta desarrollar materiales convencionales. También se tienen que tener en cuenta otros parámetros, más difíciles de cuantificar, como son las cuestiones de seguridad, toxicidad y tiempo de vida útil.

La estructura del sector empresarial de nuevos materiales en España está formada por empresas de constitución relativamente reciente (el 70% posteriores a 1970). El nivel medio de empleo oscila en torno a 50 personas, aunque la proporción de personal técnico es superior al promedio habitual en el resto de los sectores industriales, lo que significa que se trata de un personal altamente cualificado.

Los materiales avanzados se utilizan en múltiples sectores industriales que, con frecuencia, consiguen gracias a ellos importantes desarrollos tecnológicos; ello es debido a que sus prestaciones son más elevadas al aportar unas propiedades notablemente mejoradas.

Entre los sectores industriales que utilizan los materiales avanzados, cabe destacar los siguientes:

- Ingeniería y Robótica (soldadura, unión, ensamblaje, utilización del láser, etc.).
- Automóvil, en el que se están reemplazando los metales por polímeros, consiguiéndose de esta manera vehículos más ligeros, lo que redundará en un menor consumo de combustible.
- Aeroespacial, en el que existen grandes perspectivas para ciertas aleaciones (como por ejemplo Al/Li, composites de fibra de carbono, etc.).
- Construcción, en el que se están utilizando hormigones poliméricos y arcillas aligeradas por sus buenas propiedades mecánicas, como aislantes de la temperatura y anti-vibración, fundamentalmente.
- Sanidad, en el que los biomateriales (como los implantes y las prótesis) están conduciendo a notables avances.
- Ocio y Deporte.

El Cuaderno *Materiales Avanzados* pretende realizar una aproximación descriptiva y sintética al mundo de estos nuevos materiales, tanto desde el punto de vista de las tecnologías involucradas en sus procesos, como de sus aplicaciones reales y potenciales. Se ha intentado presentar los temas desde una óptica divulgativa pero sin perder rigor en los planteamientos, ofreciendo una descripción detallada de las diferentes familias de materiales avanzados.

El Cuaderno se abre con un amplio capítulo que recoge las cuatro grandes familias de nuevos materiales, además del epígrafe *Otros* en el que se incluyen materiales de características especiales no reflejados en los epígrafes anteriores, realizándose una descripción de las tecnologías de proceso y de las aplicaciones de cada tipo de material.

El segundo gran bloque en que se estructura el Cuaderno ofrece una

panorámica de los programas de ayuda a la I+D en materiales avanzados en España, particularizado a las actividades del CDTI en apoyo a

las empresas españolas que realizan actividades en este campo, finalizando el documento con una serie de anexos informativos.

1 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO TECNOLÓGICO Y SUS APLICACIONES

Un material avanzado se puede definir como un producto nuevo obtenido gracias a una combinación, antes no probada, de proceso y material. Se trata, pues, de un ámbito tecnológico que incluye no sólo la materia prima empleada, sino también el proceso utilizado (básico y/o de transformación) para producirlo. Los materiales avanzados se pueden clasificar, según su naturaleza, en cinco grandes familias:

Materiales metálicos y aleaciones. Se incluyen aquí materiales como las aleaciones ligeras (Al, Mg y Ti), aceros especiales, fundiciones mejoradas y aleaciones superplásticas y resistentes a altas temperaturas. En cuanto a las tecnologías de proceso en este grupo, el interés se centra en procesos de pulvimetalurgia, solidificación rápida, prensado isostático en caliente, conformado superplástico, tratamiento de superficies por láser o implantación iónica. Como ejemplo de aplicación de las nuevas tecnologías de proceso de materiales metálicos, cabe citar el mercado de motores de aviación.

Materiales cerámicos y vítreos. Este tipo engloba a las cerámicas estructurales (basadas en óxidos, nitruros, carburos, siliciuros, etc.), las cerámicas funcionales (dieléctricas, semiconductoras, piezoeléctricas, biocerámicas) y los vidrios (planos, huecos y especiales).

Materiales poliméricos. En esta familia se incluyen los termoplásti-

cos técnicos (poliamidas, poliacetales, poliésteres, polietileno para envases, policarbonatos, polímeros fluorados y otros polímeros de altas prestaciones), y los termoendurecibles (epoxídicos, poliuretanos, siliconas, adhesivos técnicos, elastómeros y mezclas y polímeros modificados).

Materiales compuestos. Un material compuesto es el resultado de la asociación de uno o varios reforzantes (generalmente en forma de fibras de diferente longitud) y un ligante o matriz que, a través de una transformación química o químico-metalúrgica y mediante un proceso adecuado, conforman una estructura resistente dada. La clasificación de estos materiales se hace con arreglo a la naturaleza de la matriz y del tipo de refuerzo. Se consideran cuatro tipos de matrices: poliméricas, cerámicas, metálicas y vítreas, mientras que como refuerzos más usuales se emplean fibras de vidrio, carbono, aramidas (kevlar, nómx, etc.), orgánicas (poliéster, poliamidas, etc.), boro, carburo de silicio y grafito. En el sector transporte es donde más se están utilizando este tipo de materiales.

Otros materiales avanzados. En este grupo se incluyen los materiales magnéticos (diversos tipos de imanes permanentes y las ferritas blandas y duras), catalizadores, membranas de transporte selectivo, biomateriales, superconductores y semiconductores.

MATERIALES METALICOS Y ALEACIONES

Tradicionalmente, el procesado de metales se ha realizado por colada en molde de arena, colada semicontinua, laminación, extrusión y estirado de alambre, fundamentalmente.

Actualmente, entre las nuevas técnicas existentes para el procesado de metales se incluyen:

- Procesado por solidificación rápida (RSP).
- Prensado isostático en caliente (HIP).
- Síntesis de nanoestructuras.
- Multicapas metálicas.
- Materiales con "gradiente funcional".
- Precursores orgánicos para la realización de películas delgadas.

Muchas de estas técnicas, en particular RSP, HIP y precursores orgánicos, se utilizan ampliamente en la industria. La primera aplicación comercial del RSP para mejorar aceros de herramientas se realizó hace ya tiempo, en 1970. El HIP se utiliza para eliminar la porosidad de coladas y de piezas con sinterización incompleta, e incluso para "rejuvenecimiento" de álabes de turbina de aeronaves.

El uso de capas de transición gradual, es decir, de un "gradiente funcional", entre materiales muy diferentes, al ser una técnica muy reciente, está todavía por encontrar aplicaciones más amplias.

ALEACIONES LIGERAS

Dentro de las aleaciones ligeras juegan un papel destacado aquellas que están formadas principalmente por aluminio que, aunque no es un material nuevo en sentido estricto, en combinación con otros materiales y gracias a nuevos procesos de fabricación, configura un apartado importante dentro de los materiales avanzados.

Se pueden distinguir cuatro tipos de aleaciones de aluminio:

- Aluminio para envases.
- Aleaciones de aluminio para fundición.
- Aleaciones de aluminio forjable y soldable.
- Aleaciones de aluminio-litio.

Las **aleaciones de aluminio para fundición** presentan buenas aptitudes para la fundición y el moldeo. Las propiedades más importantes de estas aleaciones son su baja densidad, buena conductividad térmica, buena resistencia a la corrosión y buena mecanización. Entre los elementos que forman parte de estas aleaciones están el cobre, el manganeso y el silicio (este último muy utilizado, ya que mejora las propiedades de fundición).

Para la colada de aleaciones de aluminio para fundición existen diferentes técnicas de moldeo: moldes

SEGMENTACION DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES METALICOS Y ALEACIONES		
Materiales y Aleaciones	Aleaciones ligeras	Aluminio para envases Aleaciones de aluminio para fundición Aleaciones de aluminio forjable y soldable Aleaciones de Aluminio-Litio (Al-Li)
	Aleaciones resistentes	Aleaciones a base de titanio Superalloys resistentes
	Aceros de nuevo desarrollo	Aceros recubiertos Aceros estructurales Aceros especiales Aceros inoxidables

de arena, moldes de cáscara y cerámica y moldes de baja presión. La elección de una u otra técnica depende en gran medida del tamaño de las series a realizar y del tipo de piezas a fabricar. Estas aleaciones pueden someterse a distintos tratamientos térmicos después del colado, como el temple, el revenido y el recocido. Estos tratamientos pueden hacer variar de forma notable las propiedades de estas aleaciones, tanto desde el punto de vista estructural (elasticidad), como en cuanto a propiedades de superficie (dureza, resistencia a la corrosión, etc.).

Las **aleaciones forjables y soldables** pertenecen a dos grandes familias de aleaciones de endurecimiento estructural, es decir, sus propiedades óptimas son el resultado de un proceso que implica la aleación propiamente dicha y los tratamientos térmicos como el temple o el recocido. Las características de estas aleaciones son su baja densidad respecto al acero y al titanio, buenas características mecánicas específicas, rápida

propagación de las fisuras, isotropía, resistencia a temperaturas de alrededor de 150 °C y efecto de pila con los composites.

Las **aleaciones de aluminio-litio** son aquéllas en las que el cobre de la aleación se sustituye parcialmente por litio. La adición de un 1% de litio en peso permite disminuir la densidad de la aleación madre en un 3% y aumentar su módulo elástico en un 6%. La gran reactividad del litio, que es un elemento muy oxidable por lo que todo el proceso de producción se debe realizar en atmósfera neutra, hace necesaria la puesta a punto de nuevas técnicas de fundición que respondan a los criterios de calidad del sector aeronáutico, principal usuario de estas aleaciones.

APLICACIONES

El **aluminio para envases** se utiliza principalmente en las conservas alimentarias, recipientes de bebida, envasado industrial y fabricación de tapones.

EL MERCADO ESPAÑOL DE FUNDICION DE HIERRO Y ACERO

Tras un periodo de crecimiento durante los últimos años de la pasada década, el sector de fundición atraviesa en la actualidad una situación de incertidumbre que corresponde al estancamiento de la producción industrial en general, y del sector automoción, que es su principal cliente, en particular.

La industria española de la fundición está constituida por más de 260 empresas que se concentran fundamentalmente en el País Vasco (34%) y en Cataluña (21%). La estructura empresarial del sector se caracteriza por el predominio de empresas pequeñas y medianas (más del 40% de las empresas cuentan con plantillas inferiores a los 20 trabajadores y en menos del 20% ésta se sitúa por encima de los 100 empleados).

La facturación del sector español de la fundición en 1992 fue de 152.000 millones de pesetas. La producción de fundición férrea y acero moldeado descendió un 17%, hasta los 85.000 millones de pesetas respecto al año anterior. La producción no férrea creció un 4% y alcanzó los 67.000 millones de pesetas.

Las principales empresas del sector en España son: Amat, Fagor Ederlan, Fundiciones del Estanda, Fundiciones Gelma, Fundiciones Odenea, Funditubo, Lingotes Especiales, Metacal, S.A. Fundición y Victorio Luzziaga.

Las **aleaciones de aluminio para fundición** se utilizan sobre todo en la industria del automóvil en la que compiten con el acero, principalmente porque conllevan una reducción de peso importante (del orden del 50%), y tienen gran potencialidad debido a la ligereza y reciclabilidad del aluminio.

Las **aleaciones forjables y soldables** y las **aleaciones de aluminio-litio** se utilizan principalmente en la industria aeroespacial. Otro campo potencial para las aleaciones de Al-Li lo constituyen los materiales de armamento terrestre (carros, tanques, etc.) o naval, gracias a sus excelentes características mecánicas, su ligereza y su resistencia a la corrosión.

ALEACIONES RESISTENTES

Dentro de las aleaciones resistentes se distinguen dos grandes grupos:

- Aleaciones a base de titanio.
- Superalaciones resistentes.

En cuanto a las **aleaciones a base de titanio**, aunque el titanio no se puede considerar como un material nuevo en sentido estricto, sus aplicaciones combinadas con nuevos procesos de transformación le garantizan un lugar destacado dentro de los materiales avanzados. Las propiedades mecánicas del titanio están más próximas a las del acero que a las del aluminio y tiene una resistencia específica muy superior a la de muchos metales. También muestra gran resistencia a la corrosión y es altamente compatible con los composites y con los tejidos humanos. El inconveniente más importante de este elemento es su elevado precio, muy superior al del acero inoxidable, al del cuproníquel y al del aluminio.

Se consideran como **superalaciones resistentes** tres categorías de aleaciones a base de níquel, cobalto o hierro-níquel. Estas aleaciones contienen casi siempre cromo en un

porcentaje bastante elevado, y pueden contener también como metales secundarios molibdeno, tungsteno, niobio, tantalio, titanio y aluminio. Las características principales de las superaleaciones resistentes son su resistencia a temperaturas elevadas (más de 600 °C) y a tensiones elevadas, así como a la corrosión y a la oxidación. Los procedimientos de elaboración más comunes de las superaleaciones son forja, fundición y pulvimetalurgia y sus propiedades varían según se utilice uno u otro.

APLICACIONES

Entre las aplicaciones de las **aleaciones de titanio** cabe destacar las siguientes :

- Anodos de electrolisis de cloro.
- Aplicaciones en las que la relación peso/prestaciones es el factor fundamental: industria espacial, aeronáutica, aplicaciones submarinas, cierto tipo de prótesis).
- Industria nuclear.
- Aquellos casos en los que la disminución de los costes de mantenimiento o el incremento de la vida útil de los equipos se considere más importante que el coste inicial de los equipos, como es el caso, por ejemplo, de los sistemas de potabilización del agua del mar, sistemas para la prospección submarina, etc.

La industria de las **superalaciones** surgió en la década de los 50 y ha permitido el desarrollo de los turborreactores. También tienen aplicación en centrales nucleares y en implantes quirúrgicos. Por otra parte, la resistencia de las superaleaciones a la corrosión por cloro y ácidos calientes, permite su utilización en la industria química, petroquímica y papelera.

ACEROS DE NUEVO DESARROLLO

Los **aceros de nuevo desarrollo** constituyen una amplia gama de aceros al carbono y aleados, dentro de la cual se incluyen cuatro familias:

- Aceros recubiertos.

- Aceros estructurales (microaleados y de laminación controlada) (HSLA).
- Aceros especiales.
- Nuevos aceros inoxidable.

En cuanto a los **aceros recubiertos**, existen cuatro tecnologías para su cubrición:

- Revestimientos de conversión.
- Revestimientos orgánicos.
- Recubrimientos de zinc y otros metales.

- Recubrimiento galvánico o electrodeposición.

La **microaleación** consiste en la utilización de pequeñas cantidades de elementos como vanadio y niobio, y tiene por objeto fortalecer los aceros. La aplicación de la tecnología de microaleación a los aceros de forja ha evolucionado más lentamente que la de las tecnologías de laminación debido a los diferentes requi-

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE ACEROS ESPECIALES

El subsector de aceros especiales está compuesto por todas las empresas fabricantes, mediante horno eléctrico, de diversos tipos de aceros aleados. Su producción está formada, principalmente, por productos largos laminados en caliente para la industria del transporte y por productos planos laminados en caliente y en frío para las industrias alimentaria (recipientes), de menaje y de maquinaria, entre otras.

El volumen de negocio de la industria española de aceros especiales experimentó durante el periodo 1989-91 un descenso medio anual del 15,3%, pasando de cerca de 170.000 millones de pesetas en 1989 a poco más de 115.500 millones de pesetas en 1991.

La producción española de aceros especiales se situó en 1992 en 893.000 toneladas frente a las 1.023.000 toneladas de 1991, lo que supone una tasa de variación anual del -12,7%. Por otra parte, las exportaciones españolas fueron en 1992 de 506.000 toneladas y las importaciones de 217.000, con tasas de variación respecto al año 1991 del 0,0% y del 17,9%, respectivamente.

En cuanto al tejido empresarial español del sector de aceros especiales, las empresas cabeceras del sector se localizan preferentemente en el norte de España y, en particular, en el País Vasco. En 1992, la sociedad Patricio Echevarría, S.A. constituyó la Corporación Patricio Echevarría y, a partir de ella, se crearon cuatro sociedades que cubrían las actividades de la antigua sociedad. Simultáneamente, se iniciaron conversaciones con la otra sociedad vasca independiente de aceros especiales, Aceros y Forjas de Azcoitia, S.A., para la creación de un holding auspiciado por el Gobierno Vasco. Este holding ha quedado constituido con el nombre de GSB Grupo Siderúrgico Vasco, S.A. El resto del subsector queda constituido por el grupo Acerinox con dos empresas -Acerinox, S.A. y Roldán, S.A.-, y grupo Sidenor, con otras dos empresas -Forjas y Aceros de Reinosa, S.A. y Acenor, S.A.-. Acerinox es, además de la principal compañía europea fabricante de productos planos de acero inoxidable, la única empresa española del sector de los aceros especiales que obtuvo en 1992 unos resultados de explotación positivos.

Los principales retos a los que se enfrenta el sector de cara a la mejora de su grado de competitividad son la necesidad de una concentración creciente, la especialización de las plantas, el redimensionamiento del contingente laboral, la consecución de productos de mayor valor añadido y el saneamiento financiero de las empresas.

sitos y propiedades del proceso termomecánico de los aceros de forja.

Los **aceros especiales** son los aceros de aleación para herramienta y se requieren cuando la forma de la herramienta es compleja, y algunos requisitos como la facilidad de endurecimiento, tenacidad, resistencia al desgaste y trabajo en caliente se vuelven severos. En caso contrario, esto es, cuando la herramienta tiene una forma simple, no necesita endurecerse mucho, o va a ser utilizada a temperaturas próximas a la temperatura ambiente, se utiliza el acero al carbono. Todos los aceros para herramienta deben ser duros, tenaces y resistentes al desgaste. La producción de aceros aleados está formada, principalmente, por productos largos laminados en caliente para la industria del transporte y por productos planos laminados en caliente y en frío para las industrias alimentaria (recipientes), de menaje y de maquinaria, entre otras.

Los **aceros inoxidables** son aquellos que contienen cromo, elemento que les confiere la calidad de inoxidables.

APLICACIONES

Los **aceros recubiertos** tienen una amplia utilización en aquellas

aplicaciones en las que la oxidación y el deterioro por las condiciones medioambientales constituyen una exigencia importante.

Los **aceros HSLA** se utilizan en la fabricación de vagones de ferrocarril ya que suponen una importante disminución del peso, y para partes estructurales de puentes y edificios, suponiendo un ahorro de recubrimientos orgánicos. Dentro de este tipo de aceros, los denominados "de fase dual" se utilizan mucho como componentes de chapa en la industria del automóvil. Los aceros de forja microaleados se utilizan, por lo general, en aplicaciones que requieren una gran tenacidad, resistencia a la fatiga y resistencia al desgaste. La fuerza impulsora para el desarrollo de estos aceros ha venido marcada por la necesidad de reducir los costes de fabricación de los tratamientos de revenido y temple, tal como se aplicaba en los aceros al carbono o aleados convencionalmente.

Dentro de la categoría de **aceros especiales**, los denominados aceros rápidos (que contienen molibdeno o tungsteno), se utilizan para todo tipo de herramientas, limas, fresadoras, brochas y cojinetes de aviación en servicio pesado y alta temperatura.

MATERIALES CERAMICOS Y VIDRIO

**MATERIALES
CERAMICOS
Y VIDRIO**

Los materiales cerámicos se clasifican en dos grandes grupos: las cerámicas estructurales y las cerámicas funcionales, que incluyen materiales con determinadas propiedades eléctricas,

químicas u otros modos de corrosión. Los materiales cerámicos son inorgánicos, no metálicos y con una estructura heterogénea compuesta de diversas sustancias cristalinas. Estos materiales cerámicos avanza-

SEGMENTACION DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES CERAMICOS Y VIDRIOS

Materiales Cerámicos y Vidrio	Cerámicas estructurales	Basadas en óxidos: alúmina y berilia Basadas en nitruros, carburos y siliciuros
	Cerámicas funcionales	Dielectricas Semicondutoras Piezoelectricas Biocerámicas
	Vidrios	Planos (simples y policapas) Huecos (envases) Especiales (ópticos, fluorescentes, autorreflectantes, etc.)

cas, químicas, electrónicas, ópticas, etc. Los materiales vítreos se clasifican en: planos (simples y policapas), huecos (envases) y vidrios especiales (ópticos, fluorescentes, antirreflectantes, etc.).

CERAMICAS ESTRUCTURALES

Las cerámicas estructurales son aquellas que, como su nombre indica, sustituyen a materiales que forman parte de estructuras mecánicas o de estructuras sometidas a esfuerzos térmicos y de fatiga, a ataques

dos se clasifican con arreglo a dos criterios: composición química y propiedades, y se distinguen dos tipos:

- Cerámicas basadas en óxidos (alúminas y berilia).
- Cerámicas basadas en nitruros, carburos, siliciuros y otros.

Las cerámicas estructurales forman parte de un área emergente en el terreno de los materiales avanzados, con unas propiedades únicas en cuanto a combinación de resistencia al esfuerzo y a las altas temperaturas.

EL MERCADO MUNDIAL DE LOS MATERIALES CERAMICOS AVANZADOS

El mercado mundial de cerámicas avanzadas supuso en 1992 más de 10.700 millones de dólares, y las previsiones de crecimiento están en torno al 7,5% en 10 años. Japón, que controla el 45% del mercado mundial, es el principal productor de cerámicas funcionales, mientras que EEUU lo es de cerámicas estructurales. La CE controla el 25% del mercado mundial.

En el año 1990, el mercado europeo de cerámicas funcionales ascendió a 1.150 millones de dólares y el de estructurales a 370 millones de dólares. El mercado español supone un 1% del europeo en cerámicas funcionales y un 5% del mismo en cerámicas estructurales, lo que indica que en España se fabrican más componentes cerámicos estructurales que funcionales, tendencia contraria a la europea.

El mercado español de cerámicas estructurales se concentra fundamentalmente en componentes antidesgaste y herramientas de corte; entre ambas suponen el 62% de la producción.

CLASIFICACION Y PROPIEDADES DE LAS CERAMICAS ESTRUCTURALES

Alúmina	Alta resistencia eléctrica, bajo factor de pérdidas y alta resistividad. Opera en un amplio rango de temperaturas Es uno de los materiales más resistentes al calor (hasta 1.900 °C), conservando su rigidez y estabilidad dimensional La conductividad térmica disminuye al aumentar la temperatura, llegando a convertirse en aislante térmico Elevada dureza, buena resistencia a la tracción, muy alta resistencia a la compresión y gran rigidez Como propiedades negativas destacan su extrema fragilidad y una baja resistencia al choque térmico
Berilio	Conductividad térmica muy alta, sólo superada por el grafito y los metales Baja conductividad eléctrica y excelentes características dieléctricas
Carburos	El CSi es el más empleado. Muy duro. Abrasivo El B_4C tiene también propiedades abrasivas
Nitruros	Frágiles, duros y buenos aislantes eléctricos incluso a temperaturas elevadas
Boruros	Muy prometedores en aplicaciones a altas temperaturas

TECNOLOGIAS DE PROCESO

En el proceso de las cerámicas avanzadas existen unas diferencias básicas respecto al de las cerámicas tradicionales. En la producción de una cerámica ordinaria, la arcilla blanda se convierte en un material duro mediante la aplicación de calor, mientras que en la producción de una cerámica avanzada se persigue la variación de los parámetros del proceso de producción, de forma tal que las propiedades del producto final sean las buscadas.

Las principales etapas en la producción de cerámicas avanzadas son la producción de polvos, preparación de la masa por humectación, conformado y secado. Seguidamente, el material se prensa y se sinteriza, procediendo al mecanizado y al acabado final. En el pro-

ceso de sinterizado, el calor se puede aplicar con o sin presión simultánea.

Un factor clave en la manufactura de las cerámicas avanzadas es la correcta composición de los polvos. Las impurezas deben eliminarse completamente y las partículas deben tener un tamaño uniforme. Actualmente, los métodos de síntesis de polvos muy puros son:

- Deposición química en fase vapor.
- Reacciones inducidas por láser.
- Técnicas sol-gel.
- Precursores metal-orgánicos.
- Nucleación controlada.

Por último indicar que al desarrollo de las cerámicas avanzadas ha contribuido mucho el desarrollo de nuevas tecnologías de conformado y sinterizado (prensado metálico en caliente, sinterización autopropagada, etc.).

**PROCESOS DE CONFORMADO Y SINTERIZACION MAS FRECUENTES
SEGUN EL TIPO DE CERAMICA**

Cerámicas basadas en	Procesos
Alúmina	Prensado en seco Prensado isostático (piezas complicadas) Prensado en caliente (piezas complicadas) Moldeado Moldeo plástico en caliente (piezas complicadas) Moldeo por inyección (piezas complicadas) Extrusión mecánica e hidráulica
Berilia	Prensado en seco Prensado isostático Extrusión
Carburos	Prensado en caliente Sinterizado reactivo Sinterizado con fase líquida Formación de capas por deposición de vapor Pulverización de plasma
Boruros	Conformado convencional Sinterizado a presión normal Prensado en caliente

APLICACIONES

En este campo, el empuje principal que se le ha dado a la investigación ha venido propiciado por las oportunidades potenciales que estos materiales tienen en el campo de los motores térmicos, cuyos objetivos prioritarios son la eficiencia energé-

tica (ahorro de combustible) y la reducción de las emisiones de gases contaminantes. Las tecnologías de proceso de estos materiales se encuentran actualmente en un estado de desarrollo bastante avanzado, con lo que ya están alcanzando el mercado productos innovadores sobre la base de estos materiales.

ALGUNAS APLICACIONES REPRESENTATIVAS DE LAS CERAMICAS AVANZADAS

Cerámicas basadas en	Aplicaciones
Alúmina	Crisoles para fundiciones corrosivas Plaquetas para herramientas de corte (mecanización de metales) Matrices Gufas para máquinas textiles Rodamientos
Carburos (CB) (*)	Barras de control (centrales nucleares) Recubrimientos (centrales nucleares) Pulido de metales duros Componentes de turbinas de gas
Nitruros (NSi)	Toberas de cohetes Radomos Crisoles de fundición

(*) Sus aplicaciones nucleares derivan de su alto valor de sección transversal de absorción de neutrones.

CERAMICAS FUNCIONALES

Existe una gran variedad de este tipo de cerámicas. Se incluyen aquí las cerámicas dieléctricas, las semiconductoras y las piezoeléctricas.

Los materiales **dieléctricos** son aquéllos que se polarizan por la acción de un campo eléctrico.

Las cerámicas **semiconductoras** están formadas por un componente fundamental de tipo óxido y determinados elementos químicos que, con carácter de aditivos, les confieren la propiedad de ser semiconductoras de la corriente eléctrica. Los materiales más utilizados en la fa-

serles aplicado un esfuerzo, aparecen sobre su superficie cargas eléctricas y, a la inversa, cuando son sometidos a una diferencia de potencial, se deforman. La piezoelectricidad es una propiedad derivada de la anisotropía del material. Existen materiales piezoeléctricos naturales, como el cuarzo, la turmalina y la sal de Rochelle. Entre los piezoeléctricos sintéticos se encuentran el titanato de bario y diversos compuestos de tierras raras.

VIDRIOS

El vidrio es un sólido amorfo formado por la solidificación rápida, sin cristalización, de un material

APLICACIONES DE LAS CERAMICAS DIELECTRICAS, SEMICONDUCTORAS Y PIEZOELECTRICAS

Tipo de material	Aplicaciones
Cerámicas dieléctricas	Condensadores cerámicos Encapsulados para circuitos integrados (monocapa y multicapa) Encapsulados para transistores, diodos, potenciómetros, etc. Sustratos para circuitos híbridos y redes resistivas Productos metalizados
Cerámicas semiconductoras	Varistores Termistores Sensores de gases
Cerámicas piezoeléctricas	Filtros (equipos de TV, osciladores, discriminadores, etc.) Resonadores (alarmas, síntesis de voz, juguetería, automóvil, etc.) Transductores Ignitores (encendedores, hornos, sistemas de ignición de cohetes, encendido de motores de aviación, etc.)

bricación de estas cerámicas son el óxido de zinc y el titanato de bario.

Los materiales **piezoeléctricos** se caracterizan por el hecho de que, al

fundido. Pueden formar vidrio tanto sustancias orgánicas como inorgánicas. Entre los vidrios producidos comercialmente destacan los compuestos a base de silicatos y de boro-

silicatos. También se fabrican vidrios para aplicaciones especiales con pequeñas cantidades de flúor y fósforo, existiendo también los llamados vidrios metálicos que se preparan con Pd-Si, Co-P y Fe-Co.

Entre los vidrios comerciales avanzados se encuentran los laminares, de baja emisividad, composites y aligerados plastificados.

El vidrio **laminar** está constituido por láminas de vidrio contrapuesto con un intercalado plástico adhesivo resistente que suelda las láminas de vidrio entre sí de forma permanente (usualmente PVB -polivinilbutiral-). Junto a su elevado poder de aislante térmico, este tipo de vidrio conserva una buena transmisión luminosa.

Los vidrios **composite** están formados por ensamblajes de hojas de vidrio laminar y placas de plástico. Los plásticos más utilizados son: PMMA (polimetilmetacrilato), PC (policarbonato), PVB (polivinilbutiral) y PU (poliuretano). La cohesión y armonización de los coeficientes de dilatación de los diferentes materiales constituyentes del vidrio composite continúa siendo un límite al desarrollo de nuevas aplicaciones, en particular en tamaños grandes.

El vidrio de **baja emisividad** está destinado al ensamblaje de doble acristalamiento, confirmando al conjunto un poder aislante netamente superior al de un doble acristalamiento normal. Su débil emisividad ralentiza los intercambios radiantes entre los dos vidrios y acrecienta la resistencia térmica de la cámara de aire. Junto a su poder aislante elevado, este vidrio conserva una buena transmisión luminosa.

TECNOLOGÍAS DE PROCESO

La operación más importante en la fabricación del vidrio es la fusión, que incluye los siguientes procesos:

- Reacción entre los componentes de la mezcla de materia prima.

- Disolución de sólidos en la fusión primaria.
- Desgasificación del fundido (afinado).
- Homogeneización química del fundido.

Desde el punto de vista tecnológico, el proceso de fusión se divide en tres etapas principales:

- La fusión propiamente dicha, etapa que termina con la desaparición de los sólidos residuales.
- Afinado y homogeneización, que termina con la formación de un fundido homogéneo.
- Enfriamiento hasta la temperatura a la cual se puede trabajar el vidrio para el conformado (viscosidad).

El vidrio de **baja emisividad** se consigue mediante la deposición, en su superficie, de finas capas de metales u óxidos metálicos.

El vidrio **aligerado plastificado** se ha empezado a producir gracias a la introducción de la tecnología avanzada de fabricación denominada "prensado-soplado" que ha venido a reemplazar a la tecnología de proceso convencional de "soplado-soplado". El "prensado-soplado" confiere una mayor regularidad a la pared de vidrio pero tiene como desventaja que el vidrio así obtenido es más frágil. Para evitar este problema se han desarrollado los revestimientos plásticos llamados "fundas" o "camisas" que ofrecen mayor protección a los productos contenidos en embalajes de este tipo.

APLICACIONES

Los vidrios **laminares** se utilizan sobre todo para parabrisas de coches y también en la construcción.

El vidrio de **baja emisividad** se utiliza en arquitectura como doble acristalamiento con el objeto de reducir las pérdidas de calor, limitando el intercambio de calor entre el exterior y el interior del edificio. También se emplea en invernaderos, al fomentar el incremento de

temperatura en su interior, y en las puertas de los hornos de cocina, evitando que se disipe calor al exterior.

El vidrio **aligerado plastificado** se utiliza en botellas de vidrio alige-

rado que presentan las ventajas del vidrio y las del plástico. Como el vidrio, conserva mejor el sabor del producto y, como el plástico, es ligero, resistente a los choques y ofrece grandes posibilidades de presentación.

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL VIDRIO

El mercado del vidrio se agrupa en torno a tres subsectores: vidrio plano (45% de la producción), cristalería de mesa (en torno al 13%) y envases (42%), siendo éste último el que cuenta con mayores posibilidades de crecimiento en los próximos años. El principal grupo de clientes de este subsector está formado por empresas de la industria alimentaria.

La producción del sector en su conjunto se situó en 1990 cerca de los 145.000 millones de pesetas. Las exportaciones ascendieron a 25.200 millones de pesetas, mientras que las importaciones alcanzaron una cifra superior a los 36.200 millones de pesetas.

La producción de vidrio plano y de envases se concentra casi totalmente en 13 empresas. La situación geográfica de las plantas revela una alta dispersión por todo el territorio nacional, situación que responde al objetivo de minimizar costes de transporte.

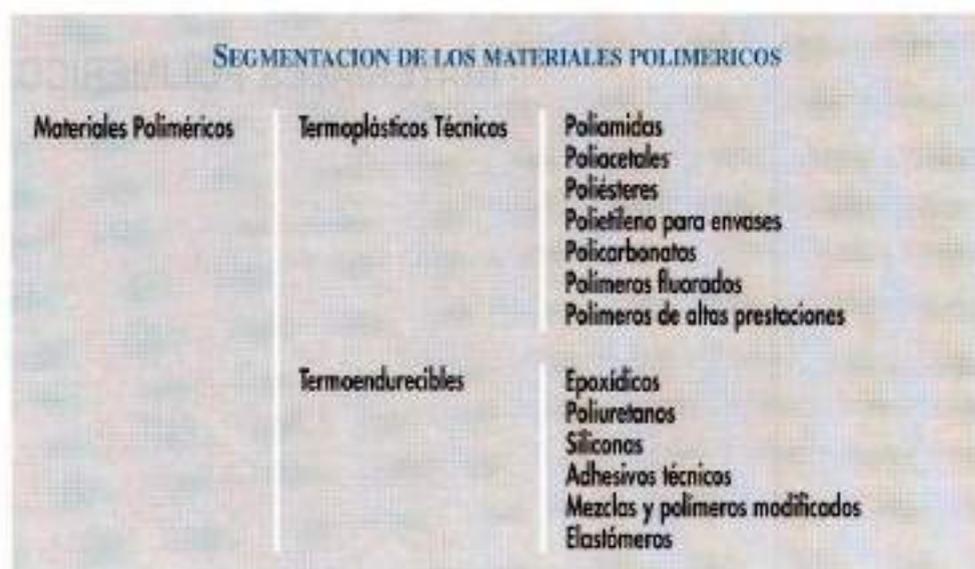
Las principales empresas fabricantes son: Cristalería Española, Crivisa, Giralt Laporta, SIV España (Sivesa), Vicasa, Vidrala, Vidriería Rovira, Vidriería Vilella, Vicrila y Villosa.

MATERIALES POLIMERICOS

MATERIALES POLIMERICOS

Junto a los polímeros convencionales o *commodities*, de gran producción y tecnologías muy establecidas, se consideran aquí los

química, así como por las reacciones de polimerización involucradas, dando lugar en estado sólido a cuatro grandes grupos de materiales:



polímeros técnicos o de altas prestaciones, que son los que en rigor se pueden considerar como materiales avanzados.

En general, las propiedades de un polímero cualquiera vienen determinadas por la naturaleza de los monómeros que constituyen su estructura

- Termoplásticos.
- Termoendurecibles.
- Elastómeros.
- Fibras.

Son polímeros **termoestables o termoendurecibles** aquéllos que por efecto de un agente iniciador co-

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL PLASTICO

La industria española del plástico está constituida por unas 2.700 empresas, de las cuales sólo 80 producen materias primas. En 1991 la facturación alcanzó la cifra de 1,15 billones de pesetas.

Los sectores de envase y embalaje (34,1% de cuota de mercado), construcción (11,1%), mueble (9,2%), automoción (6,1%) y agricultura (5,6%), constituyen los principales mercados, en los que el plástico ha alcanzado una posición relevante desplazando a otros materiales.

La estructura empresarial del sector se caracteriza por las enormes diferencias existentes entre las empresas que producen materias primas y aquéllas otras elaboradoras de productos terminados o semiterminados. Las empresas se localizan mayoritariamente en las comunidades autónomas de Cataluña, Valencia y Madrid. Los principales grupos químicos multinacionales tienen una presencia mayoritaria en el sector.

En el momento actual, los principales retos que tienen planteados las empresas del sector son la investigación y el desarrollo de nuevos productos, junto con la potenciación de medidas encaminadas a reducir los actuales niveles de residuos plásticos.

mo el calor o agentes químicos sufren una serie de reacciones químicas que conducen a una reticulación, dando lugar a un producto infusible e insoluble. A partir de aquí la aplicación de calor únicamente conseguirá su descomposición y carbonización. Al grupo de materiales termoestables pertenecen los poliésteres insaturados más comunes, también las resinas epoxídicas, viniléster o fenólicas y otros como las poliimidadas, capaces de soportar altas temperaturas.

En cuanto a los materiales **termoplásticos**, son polímeros constituidos por moléculas lineales unidas entre sí por enlaces débiles. Su característica principal es su capacidad de fundir por simple calentamiento, recuperando sus características tras el enfriamiento. Admiten ciclos de calentamiento-enfriamiento siempre que no se alcancen temperaturas que puedan ocasionar la degradación del material, ofreciendo por tanto buenas posibilidades para el reprocesado y el reciclado. A este grupo pertenecen polímeros de uso habitual como el polietileno, policloruro de

vinilo (PVC), polipropileno, poliamida, policarbonato, ABS, SAN, etc.

También se han desarrollado termoplásticos capaces de superar los 150 °C de temperatura en uso continuo. Dentro de este grupo se pueden encontrar: PES (polietersulfona), PPS (polifenilensulfona), PEK (polieterecetona), etc.

TERMOPLASTICOS TECNICOS

Se consideran como tales aquellos polímeros obtenidos generalmente por reacciones de policondensación, transformados por inyección y extrusión, que mantienen su estabilidad dimensional y sus propiedades mecánicas por encima de los 100 °C y que se utilizan como materiales de ingeniería, es decir, de diseño, en sustitución de materiales clásicos. Se incluyen en este apartado los siguientes:

- Poliamidas.
- Poliacetales.
- Poliésteres.
- Policarbonatos.
- Fluorados.

CARACTERISTICAS DE LOS POLIMEROS TERMOPLASTICOS Y TERMOENDURECIBLES

Propiedades	Termoendurecibles	Termoplásticos
Formulación	Compleja	Simple
Viscosidad (fusión)	Muy baja	Alta
Prepeg (pegajosidad)	Buena	Ninguna
Prepeg (drapabilidad)	Buena	Ninguna
Ciclo de proceso	Largo	Corto a largo
Temperatura de proceso	Baja a moderada	Alta
Presión de proceso	Baja a moderada	Baja a alta
Coste de fabricación	Alto	Bajo
Propiedades mecánicas	Bien a Buenas	Bien a Buenas
Durabilidad en el medio ambiente	Alta	Muy alta
Resistencia a disolventes	Excelente	Bien a Buena
Tolerancia al daño	Pobre a excelente	Bien a buena

CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS TERMOPLÁSTICOS TÉCNICOS

Polímeros	Características	Aplicaciones
Poliámidas	Alto módulo Alta resistencia térmica	Automóvil
Poliacetales	Buena resistencia a la fatiga Buena resistencia a la fluencia Buena resistencia al agua Alta rigidez	Electrodomésticos, maquinaria, automóvil
Poliésteres	Muy alta resistencia a la temperatura	Envasado, automóvil, electrodomésticos, industria eléctrica, electrónica
Policarbonatos	Alta rigidez y tenacidad Transparencia Buen aislante eléctrico Autoextinguible Fisiológicamente inerte	Envasado, medicina, automóvil, discos ópticos
Fluorados	Excepcional resistencia a los agentes químicos Buenas propiedades eléctricas y mecánicas Antiadherentes	Aquellas relacionadas con sus propiedades

TERMOENDURECIBLES

Los materiales termoendurecibles incluyen las siguientes familias:

- Resinas epoxídicas.
- Poliuretanos.
- Siliconas.
- Adhesivos técnicos.

Los adhesivos técnicos se clasifican con arreglo al polímero base de su formulación. Los que se encuentran en un estado de mayor desarrollo son los adhesivos de polímeros acrílicos, epoxídicos, poliuretanos y siliconas, todos ellos de naturaleza termoendurecible, y los termofusibles o *hot-melt*, que agrupan a los termoplásticos que endurecen en menos de un minuto.

POLÍMEROS DE CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

Aunque tradicionalmente el interés de los polímeros en cuanto a sus propiedades eléctricas ha estado centrado en sus características aislantes, en los últimos años se ha suscitado un extraordinario interés por sus posibilidades conductoras, con el consiguiente desarrollo de polímeros conductores y semiconductores. La conductividad en polímeros se puede desarrollar de varias formas: una consiste en añadir al polímero un material conductor en forma de fibras, partículas metálicas o negro de carbono, produciendo un material composite de matriz polimérica. Se obtienen así los polímeros conductores llamados "extrínsecos". Entre los polímeros más utili-

CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS POLÍMEROS TERMOENDURECIBLES

Polímero	Características	Aplicaciones
Resinas epoxídicas	Buenas propiedades mecánicas (baja viscosidad, gran facilidad de curado, adhesividad) Excelente resistencia química Buenos aislantes eléctricos	Recubrimientos (barnices y pinturas) Monolacas en componentes eléctricos y electrónicos Bases para circuitos impresos Matrices de composites Accesorios mecánicos
Poliuretanos	Se obtienen por condensación de polioles y poliisocianatos	Las espumas flexibles se utilizan en sistemas de amortiguamiento (colchones, asientos, materiales de embalaje) Las espumas rígidas en soportes y aislantes de componentes en la industria espacial, antenas, aislantes térmicos en edificios, sustitución de la madera en muebles, etc.
Siliconas	Estabilidad térmica Resistencia a bajas temperaturas Resistencia a la oxidación Fisiológicamente inertes Antiadhesivos	Antiespumantes Agentes antiflotación (pinturas) Automóvil Industria eléctrica Aeronáutica y naval Medicina
Adhesivos técnicos	Función de la naturaleza de los polímeros (típicamente epoxídicos, poliuretanos y acrílicos)	Industria electromecánica Automóvil Aeroespacial y aeronáutica

zados cabe mencionar el policloruro de vinilo (PVC), las poliamidas y los poliuretanos cargados para la obtención de adhesivos y pinturas conductoras. Los aditivos empleados van desde el grafito ("negro de humo"), hasta partículas o fibrillas metálicas.

Las desventajas de estos materiales son una conductividad baja y un deterioro de sus propiedades mecánicas para valores altos de la carga conductora añadida, junto a una baja estabilidad frente al aire o al agua y la baja procesabilidad de los compuestos desarrollados.

Otro tipo de polímeros conductores son los llamados "intrínsecos", que presentan propiedades conductoras en base a su propia estructura. La conductividad intrínseca en polímeros se observó por primera vez en el poliacetileno que, expuesto a la presencia de un agente oxidante (acción de "dopado"), mostraba una conductividad eléctrica similar a la de los metales.

El empleo de ciertos catalizadores, que dan nombre al proceso de síntesis correspondiente, permite obtener películas de polímero conductor con brillo metálico y de espe-

sores superiores a varios milímetros, pero inestables en condiciones ambientales normales.

La degradación del poliacetileno dopado en presencia de aire, comienza al cabo de varias horas. En este sentido, se intenta hoy en día desarrollar polímeros conductores más estables en presencia de aire, así como mejorar su conductividad. No obstante, la baja estabilidad térmica y química de estos materiales limita aún bastante sus aplicaciones prácticas.

Otro polímero conductor "intrínseco" es el polisulfuro de fenileno, cuya conductividad eléctrica es excelente y, además, es soluble y termoestable.

Una de las aplicaciones de estos materiales es en la fabricación de baterías. De hecho, existen ya varias patentes de baterías de ánodo de litio-aluminio y cátodo de polímero conductor. También se utilizan como aditivos antiestáticos y sensores.

Otros polímeros conductores interesantes, y de propiedades muy prometedoras, son los **macrociclos metálicos**, que forman estructuras en las que las moléculas orgánicas rodean a un átomo metálico. La réplica de estas unidades da lugar a un polímero de características semiconductoras sin necesidad de doparlo que, además, muestra una excelente estabilidad térmica.

Una aplicación muy útil de estos polímeros es su adición en superficie a los *films* de materiales plásticos, evitando así que se carguen electrostáticamente, con los serios problemas que ello acarrea. También se emplean en la fabricación de pinturas conductoras que tienen aplicación como blindaje electromagnético de aparatos electrónicos.

Por último, otra vía interesante para conseguir compuestos orgánicos conductores son los denominados **complejos de transferencia de**

carga, formados por asociaciones de dos moléculas orgánicas que forman un complejo macromolecular tipo "dador-aceptor", y en cuyas características moleculares se basa su conductividad.

Entre los resultados más recientes en este campo, se incluye la descripción de complejos de transferencia de carga con propiedades superconductoras.

Entre las diversas propiedades eléctricas de los polímeros que tienen un peso importante de cara a sus posibles aplicaciones, destacan la piezo y la piroelectricidad. Polímeros con estas características son el polifluoruro de vinilideno, el politrifuoretileno y sus copolímeros, y algunas poliamidas. En este campo existe un desafío importante, ya que estos materiales presentan ventajas sobre las cerámicas en aquellas aplicaciones en las que la reducción del peso es un factor importante o donde es necesario utilizarlos en superficies relativamente grandes.

La demanda de polímeros con estas características es cada vez mayor en la industria eléctrica y electrónica, ya que presentan muy buenas características no sólo por su especificación para aislamientos, sino también por sus posibilidades de miniaturización, estabilidad dimensional, resistencia química y carácter hidrófobo.

ELASTOMEROS

Los cauchos o elastómeros se dividen en dos grandes grupos: **cauchos "clásicos"** (no considerados como materiales avanzados), y **elastómeros termoplásticos**. Estos últimos comparten las características típicas de los elastómeros, en lo que a elasticidad se refiere, y las de los termoplásticos. En cuanto a sus características, presentan baja resistencia térmica, propiedades elásticas inferiores a los elastómeros tradicionales aunque, por el contrario, su transformación es menos costosa presentando una mayor regularidad

y control de la producción y de las propiedades, así como una mejor resistencia a las bajas temperaturas.

MEZCLAS Y ALEACIONES POLIMÉRICAS

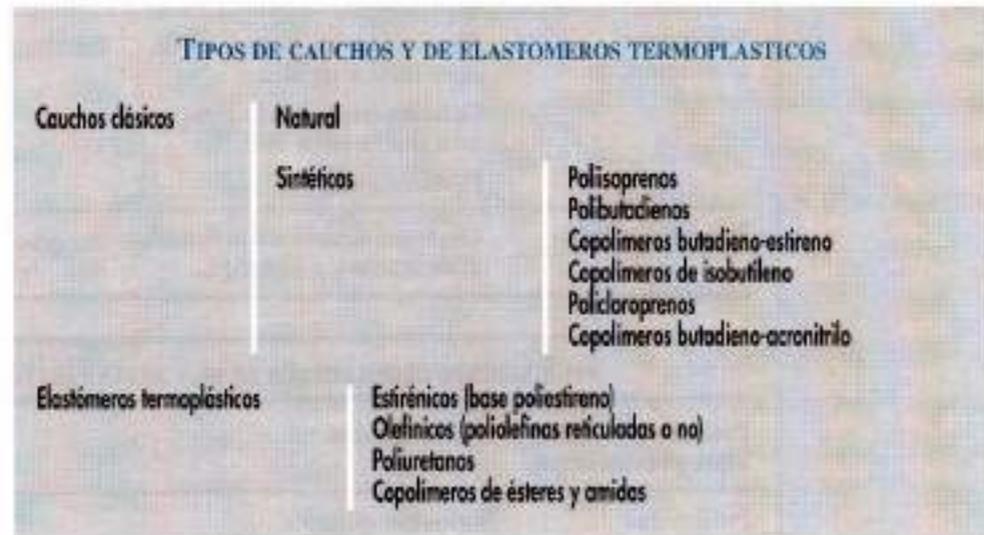
Las denominadas mezclas y aleaciones poliméricas permiten la ampliación de la gama de materiales disponibles con propiedades específicas y sin necesidad de realizar grandes inversiones industriales. El problema fundamental de las **mezclas** reside en la compatibilidad de los componentes, que depende fundamentalmente de la composición y estado físico de los mismos. Cabe decir que la incompatibilidad es más frecuente de lo esperado, requiriéndose a veces técnicas de compatibilización que hagan viable la mezcla. Las mezclas compatibles suelen poseer propiedades mecánicas mejora-

das, como el módulo de elasticidad y la resistencia al esfuerzo, respecto a los componentes individuales.

Por el contrario, reciben el nombre de **aleaciones** los sistemas sinérgicos que muestran una buena compatibilidad desde el punto de vista termodinámico.

POLIMEROS DE MUY ALTAS PRESTACIONES

Se incluyen en esta categoría tanto termoplásticos como termoendurecibles que pueden soportar, según el material del que se trate, temperaturas de servicio de hasta 250 °C. Entre ellos se encuentran las políimidas, poliamidas-imidas, polieterimidas, polisulfonas, polieter-sulfonas, polióxido de fenileno, polisulfuro de fenileno, polieter-cetona y los poliésteres aromáticos.



PROPIEDADES Y APLICACIONES DE LOS ELASTOMEROS TERMOPLASTICOS

Elastómeros termoplásticos	Propiedades	Aplicaciones
Estirénicos	Economía Débil resistencia a los hidrocarburos y a otros disolventes aromáticos	Industria eléctrica Instrumentación médica Impermeabilización Asfaltos Calzado
Polioléfinicos	Gran resistencia al envejecimiento y agentes químicos Débil resistencia a los hidrocarburos Buen comportamiento dieléctrico	Construcción (juntas y soportes de hormigón) Industria eléctrica (aislamientos y semiconductores) Automóvil (juntas para circuitos de frenos, manguitos, etc.)
Poliuretanos	Alta resistencia a la abrasión Buen acabado final Alta resistencia a aceites	En altas prestaciones, como sustitutivos de los cauchos de silicona
Poliésteres elastoméricos	Similares a los poliuretanos, pero mayor rigidez Gran resistencia a la temperatura (hasta unos 200 °C) Precio elevado	En altas prestaciones
Poliéster-amidas	Gran resistencia a los fluidos, al desgarrar y a la fatiga	Automóvil (juntas de ventanilla, rejillas de aire, etc.)

APLICACIONES DE POLIMEROS DE MUY ALTAS PRESTACIONES

Polímeros de muy altas prestaciones	Aplicaciones
Poliimidas	Industria química Aeronáutica (fuselajes) Electrónica Automóvil
Polisulfonas	Sustituyen a los policarbonatos en aplicaciones en las que se requiere mayor resistencia térmica y a la deformación
Polióxido de fenileno	Conducciones de agua y otros líquidos Carcasas de bombas hidráulicas Grifería Componentes de riego
Polisulfuro de fenileno	Electrónica Automóvil (componentes mecánicos)
Polieter-cetona	Industria aeroespacial y militar (piezas sometidas a elevadas temperaturas, radiaciones o ambientes altamente agresivos)

MATERIALES COMPUESTOS (COMPOSITES)

MATERIALES COMPUESTOS (COMPOSITES)

Un material compuesto o composite es el que resulta de la combinación de dos o más materiales (elementos de refuerzo, rellenos y ligante) que difieren entre sí en forma y composición a escala macroscópica. Los constituyentes mantienen en el material compuesto su identidad, esto es, no se disuelven ni se mezclan completamente uno

con otro aunque actúan en concierto, conformando un nuevo material de propiedades distintas a las de los compuestos originales, los cuales se pueden identificar por medios físicos exhibiendo entre ellos una interfase. Las características globales de los composites son superiores a las de los compuestos de partida.

SEGMENTACION DE LOS MATERIALES COMPUESTOS

Materiales Compuestos
(Composites)

Composites de matriz orgánica (OMC)
Composites de matriz metálica (MMC)
Composites de matriz cerámica (CMC)

La mayor parte de los materiales compuestos están formados por dos fases: una continua llamada matriz y otra discontinua, normalmente fibras, responsable de soportar los esfuerzos mecánicos. La función de la matriz es distribuir los esfuerzos entre las fibras a través de la interfase.

Los materiales compuestos están generalmente reforzados con materiales de módulo elevado y alta resistencia. El refuerzo se puede presentar en forma continua o discontinua (fibra corta, *whiskers* o dispersiones in situ en la matriz). Los refuerzos más comúnmente utilizados son fibra de vidrio, carbono, aramida o boro de alto módulo y resistencia, carburos de silicio, alúmina, cerámicas óxidas y filamentos metálicos incluyendo boro y wolframio.

Los materiales compuestos se clasifican, según su matriz, en:

- Composites de matriz orgánica (OMC: *Organic Matrix Composites*).
- Composites de matriz metálica (MMC: *Metal Matrix Composites*).
- Composites de matriz cerámica (CMC: *Ceramic Matrix Composites*).

Las ventajas que los composites aportan son muchas: una elevada resistencia mecánica, buena estabilidad dimensional, baja conductivi-

dad térmica y eléctrica, resistencia a la corrosión y bajo peso, con lo que se obtienen propiedades como una resistencia específica siete veces superior a la del acero.

Las **tecnologías de proceso** de estos materiales van desde diversos procesos en molde abierto, que son los que mejor se adaptan a la fabricación de series pequeñas, hasta la prensa en caliente de preimpregnados de tipo SMC (*sheet moulding compound*) o la inyección de termoplásticos o de termoestables reforzados con fibra corta, procesos con los que se pueden alcanzar grandes series, como las que exige la industria del automóvil.

Las **aplicaciones** de los composites son muy variadas: construcción y transporte (ahorro de energía por su menor peso), ocio y deporte (casco, velas y arboladuras de embarcaciones de recreo, esquís, pértigas, etc.), química (buen comportamiento en ambientes agresivos), sectores eléctrico y electrónico (buenas propiedades aislantes), etc.

COMPOSITES DE MATRIZ ORGANICA

Los composites de matriz orgánica (OMC) están formados por una matriz polimérica (termoendurecible o termoplástica) y por un refuerzo, normalmente fibras de vi-

drio, carbono o aramida. La función de la matriz polimérica es la de distribuir los esfuerzos entre las fibras a través de la interfase, y la del refuerzo, soportar los esfuerzos mecánicos a los que va a estar sometido el material. El refuerzo constituye generalmente, dependiendo del tipo y del proceso de fabricación, entre el 30% y el 60% del volumen del OMC.

Las fibras pueden combinarse con cualquier tipo de resina, tanto termoplástica como termoendurecible, y permiten el procesado por cualquiera de los diferentes métodos de fabricación.

La fibra puede presentarse de diferentes maneras: fibra corta, fibra larga, tejido, mat, y ensamblaje multidireccional.

También existe la posibilidad de utilizar distintos tipos de fibras en el mismo material compuesto dando lugar a los llamados "híbridos", en los que se conjugan las propiedades de las fibras de partida. Como ejemplo cabe citar los híbridos de carbono/vidrio, carbono/aramida, etc.

Es necesario mencionar los preimpregnados o prepegs. Estos son productos semielaborados constituidos por fibra (unidireccional o tejida) impregnada con una cantidad controlada de una formulación de resina catalizada (sin curar). Se suministran en forma de rollo o lámina protegidos por unos *films* de plástico y preparados para su uso inmediato, siendo ampliamente utilizados en la industria aeroespacial, aviación comercial y otras aplicaciones estructurales de altas prestaciones. Los prepegs pueden ser de fibra de vidrio, carbono, aramida o híbridos con epoxi, bismaleimidas, fenólicos, poliimidas, polipropileno, etc.

Los preimpregnados ofrecen las siguientes ventajas:

- Control perfecto del porcentaje refuerzo/resina.
- Compra, almacenamiento y mani-

pulación de un único producto.

- Importante limitación de residuos.
- Incremento de la seguridad e higiene.
- Facilidad de fabricación y disminución de tiempos de trabajo.

TECNOLOGÍAS DE PROCESO

Por lo que respecta a la fabricación de los OMC, se utilizan distintos métodos de producción. Los más utilizados son los siguientes:

- Moldeo por transferencia de resina (*RTM: resin transfer moulding*).
- Moldeo de compuesto en láminas (*SMC: sheet moulding compound*).
- Moldeo por inyección-reacción estructural (*S-RIM: structural-reaction injection moulding*).
- Moldeo por enrollamiento filamentario (*filament winding*).
- Autoclave.
- Estampación de termoplásticos reforzados (*TRE: thermoplastique renforcé estampable; GTM: glass mat thermoplastic*).
- Pultrusión.

APLICACIONES

Los OMC se encuentran, por lo general, en un estado de desarrollo mucho más avanzado que el de sus homólogos de matriz metálica o cerámica. Su rango de aplicaciones es, por tanto, mucho más extenso actualmente, y abarca desde la industria aeroespacial, hoy por hoy la mayor usuaria de estos materiales, hasta los sectores de deportes y ocio, utilizándose en la fabricación de raquetas de tenis, esquís, etc.

La industria **aeronáutica** es el mercado de mayor importancia económica para los OMC. La introducción de estos materiales ha hecho posible una reducción en peso del orden del 25-40% frente a las estructuras convencionales de aluminio, lo que significa un gran aumento en carga de pago y un ahorro importante de combustible.

En cuanto a la facturación por segmentos y áreas técnicas en el

sector aeronáutico español, hay que destacar el elevado peso específico que tienen en la facturación total los segmentos de "Aviones Militares" y

"Grandes Aviones Comerciales", así como, según áreas técnicas, las del "Montaje final" y "Áreas de apoyo en tierra".

FACTURACION DEL SECTOR AERONAUTICO ESPAÑOL POR SEGMENTOS 1990-92 (MPTA)

Concepto	1990	1991	1992
Grandes Aviones Comerciales	73.246	85.060	82.244
Aviones Regionales Comerciales	7.874	4.439	5.179
Aviones Militares	80.139	69.598	76.790
Helicópteros	963	942	1.927
Misiles	1.818	992	1.721
TOTAL	164.040	161.031	167.861

Fuente: Secretaría de Estado de Industria, MINER.

LA INDUSTRIA AERONAUTICA EN ESPAÑA

Según el informe, *La industria aeroespacial española* (MINER, 1993), existen 22 empresas en España cuya actividad está relacionada con el sector aeronáutico y otras 14 que comparten actividad con el sector espacial. Las empresas se pueden clasificar en varias categorías según las capacidades de integración de productos finales, y las actividades de ingeniería o investigación y desarrollo que desempeñan:

- Empresas integradoras: tienen capacidad de integración, ingeniería e I+D. En el sector aeronáutico español sólo existe una compañía que ostente esta categoría: CASA.
- Empresas motoristas y de componentes. No tienen capacidad de interacción de aviones o productos finales, pero sí de ingeniería e I+D sobre componentes específicos, subconjuntos, equipos o sistemas e ingenios de propulsión. Sirvan como referencia las firmas ITP y CESA.
- Empresas subcontratistas. No tienen capacidad de ingeniería ni I+D y son fabricantes, bajo especificaciones y diseño del integrador, o empresas de componentes. En ciertos casos, esta función de subcontratación también es asumida por las empresas de componentes e incluso por el integrador de productos aeronáuticos. Como referencia se tiene HTC, Aries Complex, TADA y Fibertecnic.
- Existen tres empresas dedicadas, específicamente, al mantenimiento en el sector aeronáutico y con una notable contribución al sector en términos de empleo y facturación: Dirección de Mantenimiento de IBERIA, AISA y EMAER.

Cuadernos CDTI

FACTURACION DEL SECTOR AERONAUTICO ESPAÑOL POR AREAS TECNICAS 1990-92 (MPTA)

Concepto	1990	1991	1992
Montaje final, célula y sus componentes estructurales	79.122	68.604	65.856
Motores, turbinas y sus componentes	12.909	14.212	15.852
Equipo y sistemas aeronáuticos y sus componentes	3.520	2.813	3.348
Software, informática avanzada y sistemas expertos	418	881	4.587
Áreas de apoyo en tierra: ayudas a la navegación, simulación, mantenimiento y soporte logístico	51.541	57.967	59.650
Otros (*)	16.530	16.554	18.568
TOTAL	164.040	161.031	167.861

(*) Se recogen los trabajos de desarrollo y definición de los aviones militares EFA-AX y ciertos trabajos relacionados con el control de configuración de diversos sistemas de armas, afectos a la actividad aeronáutica militar.

Fuente: Secretaría de Estado de Industria, MINER.

La penetración de los OMC en la industria aeronáutica comenzó con aplicaciones no estructurales tales como radomos o portezuelas hasta llegar a componentes estructurales como *flaps*, alerones, carenados y góndolas de motor. Actualmente se están fabricando componentes de responsabilidad primaria tales como estabilizadores horizontales y verticales y revestimientos de alas. Hasta ahora, los OMC han alcanzado una penetración de solamente el 15-20% de las aplicaciones para las que estaban previstos, si bien se espera que ésta crezca notablemente durante la presente década.

La industria de **automoción** también ha introducido los OMC entre sus componentes. Las áreas de aplicación de estos incluyen piezas bajo el capó, paneles exteriores de carrocería, chasis y compartimentos de pasajeros. Sin embargo, sólo algunas de estas aplicaciones han entrado en la producción masiva de grandes series que requiere este sector,

encontrándose el resto en vehículos de series pequeñas (especiales, deportivos, etc.), o en los muy específicos vehículos de competición (*rallye*, fórmula 1).

También se utilizan con éxito los OMC en componentes de autobuses, furgonetas y camiones y más específicamente en unidades de suspensión, paneles de carrocería, chasis y cuerpo completo, portaequipajes y marcos de asientos.

Respecto a la industria del **ferrocarril**, existen numerosos ejemplos de componentes fabricados en OMC en los trenes de alta velocidad de Europa y Japón. Una aplicación estructural de los OMC es el carenado frontal de las locomotoras del TGV francés y el AVE español.

Las estructuras *sandwich*, con núcleos de panal de abeja o espuma, son de gran importancia para aplicaciones en el ferrocarril debido a su alta relación rigidez/peso y a las

propiedades de aislamiento acústico y absorción de energía. Se utilizan para realizar paneles estructurales tales como los suelos y techos de vagones, paneles laterales, puertas de entrada, baldas portaequipajes, mesas, puertas interiores, etc.

En cuanto a la industria **naval**, la fabricación de cascos para embarcaciones fue una de las primeras aplicaciones de los OMC y, hoy en día, es una de las más importantes comercialmente hablando. Valga como ejemplo el diseño y construcción de cascos de dragaminas en plástico reforzado en fibra de vidrio de hasta 60 m de eslora.

El mayor volumen de empleo de los OMC en aplicaciones navales corresponde a la realización de cascos de embarcaciones en poliéster reforzado con fibra de vidrio. El plástico reforzado se emplea en más del 80% de las embarcaciones pequeñas, tales como veleros de recreo, fuera-bordas, yates, pequeños barcos de pasajeros, lanchas de salvamento, etc. También se emplean los OMC en la fabricación de cascos y componentes para barcos de pesca, área en la que Japón parece ser el país pionero. Entre los componentes fabricados en base a OMC se incluyen hélices, ejes de transmisión, radomos para radar y

CUADRO RESUMEN DE APLICACIONES DE LOS OMC
DENTRO DEL SECTOR TRANSPORTE

Sector de aplicación	Aplicaciones
Aeronáutica	Radomos Flaps Alerones Carenados Góndolas de motor Estabilizadores horizontales y verticales Revestimientos de alas Frenos de aviones
Automoción	Piezas bajo el capó Paneles exteriores de carrocería Chasis Compartimentos de pasajeros, portaequipajes, etc. Unidades de suspensión
Ferrocarril	Carenado frontal (TGV francés y AVE español) Suelos y techos de vagones Paneles laterales Puertas, baldas, mesas, etc.
Naval	Cascos, mástiles, velas, etc. Hélices Ejes de transmisión Radomos (radar y sonar)

sonar, cubiertas de cascos, mástiles, tuberías, tanques de combustible y agua, etc.

Una aplicación muy extendida es en el empleo de mamparas y tabiques a base de paneles *sandwich* en las zonas destinadas a vivienda en buques de transporte.

Sin embargo, los OMC a base de resinas epoxies y refuerzos de fibra de carbono o *kevlar* no han tenido una implantación notable en este sector. Una excepción importante es su uso, ya habitual y cada vez más extendido, en la construcción de veleros de regatas de altas prestaciones, así como de motoras de carreras. En estas embarcaciones, en cuya construcción no se escatiman gastos a fin de obtener unas prestaciones límite, los cascos, mástiles, velas y otros componentes, se fabrican con OMC a fin de reducir el peso al máximo y obtener mejores comportamientos en rigidez y resistencia.

Este tipo de aplicaciones proporciona una valiosa evaluación de las tecnologías de diseño, así como un mejor conocimiento de los materiales aplicable al diseño de embarcaciones de menor coste y mayores prestaciones.

COMPOSITES DE MATRIZ METALICA

Los composites de matriz metálica (MMC) surgen con la posibilidad de embeber un refuerzo inorgánico dentro de una matriz metálica. Aunque la matriz puede ser cualquier metal o aleación, el interés mayor se centra en los metales estructurales más ligeros y su objetivo principal es, en la mayoría de los casos, la mejora de las propiedades mecánicas (en particular una mayor resistencia y rigidez). Con el desarrollo de estos materiales también se logran mejoras en otros parámetros como la capacidad de amortiguación, peso del componente, resistencia al desgaste, expansión térmica y altas capacidades térmicas mediante combinacio-

nes adecuadas de materiales de relleno en las matrices metálicas. Al mismo tiempo, deben mantenerse propiedades deseables de los metales, como su fácil fabricación, ductilidad y altas conductividades térmica y eléctrica.

La utilización de los materiales compuestos de matriz metálica permite mejorar notablemente las propiedades de los metales sin reforzar, frente a los cuales su mayor ventaja estriba en la alta rigidez, y en la resistencia a las altas temperaturas y a la fatiga.

El problema fundamental que presentan los compuestos de matriz metálica es el que se refiere a la compatibilidad fibra/matriz, que puede dar lugar a una adhesión defectuosa que disminuiría fuertemente sus propiedades.

Los metales más frecuentemente utilizados como matriz son aluminio, magnesio y titanio con sus respectivas aleaciones, aunque sin descartar otros metales y superaleaciones, mientras que los refuerzos más comúnmente empleados para estos materiales son la fibra de carbono, carburo de silicio (SiC) y alúmina (Al_2O_3), como fibras largas; de nuevo Al_2O_3 y SiC como fibras cortas.

Dependiendo del tipo de refuerzo, los materiales compuestos de matriz metálica pueden clasificarse en tres tipos principales:

- Reforzados con fibras continuas largas o filamentos de diámetro en torno a 100 micras.
- Reforzados con *whiskers* o fibras cortas de diámetro en torno a 1 micra. En este caso los refuerzos son discontinuos.
- Reforzados con partículas o con plaquetas de un tamaño intermedio entre *whiskers* y partículas.

Según que el tipo de refuerzo sea continuo o discontinuo, el material muestra diferentes propiedades y tiene distintas prestaciones.

TECNOLOGIAS DE PROCESO

Los factores implicados en la producción de un material compuesto de matriz metálica pueden tener una influencia crítica en el coste del componente final, en su coste y, por lo tanto, en las aplicaciones para las que se pueda usar.

El objetivo fundamental en la producción de estos materiales es lograr una unión adecuada entre el refuerzo y la matriz, que permita una res-

Los métodos utilizados con refuerzos del tipo fibras discontinuas, monocristales filiformes y partículas son: pulvimetalurgia, *reocasting*, fundición por gravedad y forja líquida. En los tres primeros casos el refuerzo y la matriz se encuentran siempre mezclados, mientras que en el último caso se pueden encontrar, bien mezclados, o bien estar el refuerzo como preforma en el interior del molde donde se va a verter el metal, para proceder posteriormente a la forja líquida. En este caso, ade-

MÉTODO DE FABRICACIÓN DE MMC EN FUNCIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE LA MATRIZ

Estado físico de la matriz	Método de fabricación
Gaseoso	Deposición física del metal sobre el refuerzo
	Deposición química del metal sobre el refuerzo
Líquido	Colada por gravedad
	Inyección
	Forja líquida
Semisólido	<i>Reocasting</i>
Sólido	Pulvimetalurgia
	Soldadura por difusión

puesta mecánica y térmica óptima en las condiciones de trabajo. Esta unión puede ser espontánea, tal que el metal "moja" el refuerzo cerámico, o bien hay que favorecerla a través de la utilización de aditivos al metal, mediante recubrimiento del refuerzo, adaptando los parámetros de las técnicas metalúrgicas convencionales a la fabricación de estos materiales y/o utilizando técnicas de fabricación específicas para este tipo de materiales.

La selección del método de fabricación dependerá del tipo de refuerzo cerámico y de sus interacciones mecánicas y químicas con la matriz metálica durante el proceso de fabricación, que se suele llevar a cabo en condiciones de presión y temperatura elevadas.

más, se puede dar una orientación preferencial del refuerzo en la preforma, dando lugar a materiales anisótropos. La anisotropía, que también puede aparecer en los otros casos, se puede deber a operaciones posteriores realizadas con el material ya fabricado, como forja, laminado o extrusión.

Una técnica específica para los MMC con utilización de preforma, consiste en la introducción de ésta en una cavidad conectada a un sistema de vacío y en la que el metal líquido será sometido a presión mediante la introducción de un gas inerte. La combinación de presión/presión es suficiente para infiltrar la preforma por parte del metal. Esta técnica se puede emplear a gran escala.

Los refuerzos en forma de filamentos y fibras continuas se estructuran normalmente como preforma con una geometría seleccionada, conjuntando los elementos reforzantes mediante un refuerzo orgánico o inorgánico. En el caso de filamentos, el ligante suele ser un material orgánico que los asocia unidireccionalmente y desaparece en el momento de la fabricación. En el caso de fibras continuas, éstas están unidas en forma de mechas constituyendo el elemento base para la fabricación de preformas, normalmente uni o bidireccionales; en ellas, bien el ligante es orgánico y desaparece durante la fabricación, o bien es inorgánico, y permanece en el composite. Las técnicas de fabricación más utilizadas son forja líquida y enlace por difusión.

Los MMC en base a superaleaciones se obtienen por solidificación dirigida. Las piezas se pueden obtener por colada única, con la consiguiente simplificación del proceso.

El coste de fabricación de estos composites es elevado, igual que el de los refuerzos y, en cualquier caso, es superior al coste correspondiente a la fabricación de metales convencionales. La tecnología de preformas también exige inversiones más o menos elevadas. Estos aspectos, unidos a la ausencia de normas (cada empresa aplica su propio criterio de calidad), son barreras importantes para la comercialización de estos materiales. No obstante lo anterior, parece que estos materiales empezarán a ser comercializados de modo significativo hacia 1995.

LA SINTERIZACION: UNA TECNICA PULVIMETALURGICA EN AUGE

La sinterización es una técnica que se emplea principalmente en la metalurgia de polvos y consiste en la obtención de una masa aglomerada coherente, mediante el calentamiento de polvo metálico, sin que llegue a fundirse. Se consigue así que los granos de polvo sufran una difusión intergranular y lleguen a crear una nueva red cristalina, una red estructural única.

Esta tecnología, que comenzó aplicándose únicamente a polvos metálicos, ha comenzado a aplicarse con éxito a la compactación de mezclas de polvos metálicos y cerámicos, con lo que se obtienen los materiales compuestos sinterizados.

Una de las ventajas de la sinterización frente a la aleación es que ésta no admite cualquier mezcla de elementos, mientras que la sinterización sí. Asimismo, las piezas obtenidas por sinterizado presentan propiedades muy ventajosas sobre las convencionales: la resistencia de los aceros sinterizados duplica la de los aceros normales y, en los materiales compuestos, el horizonte es más que esperanzador.

La sinterización permite obtener materiales de propiedades distintas según el uso al que se destinen y permite obtener materiales magnéticos de diversas prestaciones, materiales resistentes a la fricción, al desgaste, a la oxidación, etc.

La empresa española Aleaciones de Metales Sinterizados, S.A. (AMES) es líder en la fabricación de piezas sinterizadas para múltiples usos: cojinetes de fricción autolubricados, piezas magnéticas de Fe-Si para circuitos de impresoras, piezas de alta resistencia para cajas de cambio de automóvil, piezas magnéticas de alta precisión para ordenadores (discos magnéticos), piezas de aluminio, asientos de válvulas de motores de explosión, etc.

APLICACIONES

Las aplicaciones iniciales para las que se desarrollaron estos materiales se centran en los sectores aeroespacial y de defensa, en los que se requieren materiales de altas prestaciones con volúmenes de producción relativamente reducidos, que justifican su elevado coste. Aun continuando las aplicaciones en estos campos, en los últimos años se viene haciendo un esfuerzo importante por introducir los MMC en un mayor número de aplicaciones, especialmente en automoción, donde se necesitan grandes volúmenes de producción y menores costes de material.

Existe un creciente interés hoy en día en los MMC debido a sus superiores prestaciones frente a las aleaciones tradicionales y a sus ventajas frente a los composites de matriz polimérica en cuanto al límite de temperatura de servicio, baja absorción de humedad, resistencia y rigidez transversales, etc. Por otro lado, a pesar de que su coste es el principal problema para su implantación en aplicaciones comerciales, algunos de los procesos de producción empleados en el refuerzo a base de partículas o fibras discontinuas resultan ser competitivos con los utilizados para materiales convencionales.

En la industria **aeronáutica** existen muy pocas aplicaciones de los MMC actualmente en servicio. Las aplicaciones en aeronaves pueden clasificarse en dos áreas bien diferenciadas: la célula y el motor. La primera aplicación conocida de un MMC en una célula es para los tubos empleados en el entramado de la estructura de un lanzador espacial, en la que se ensamblan varios cientos de tubos fabricados en aluminio reforzado con fibra de boro. Otra aplicación en servicio es un *rack* de instrumentos empleado en un avión militar, fabricado en aluminio reforzado por partículas. La mayor parte de las aplicaciones actualmente en

desarrollo los son para ingenios espaciales (antenas, estructuras), o aviones militares.

En cuanto a los aeromotores, todos los grandes fabricantes están estudiando activamente la introducción de MMC en sus turbinas, con el fin de aumentar las temperaturas de trabajo y mejorar las propiedades mecánicas de los componentes.

La mayor parte de las aplicaciones actuales o previstas de los MMC en el sector de **automoción**, se encuentran en el motor. Durante muchos años se ha estudiado el uso de lana refractaria como refuerzo en MMC para componentes de motores. El objetivo es, generalmente, reducir la masa de las piezas móviles con lo que disminuyen el ruido y las vibraciones. La parte más estudiada es la corona del pistón, donde la mejora de la resistencia en caliente de los MMC permite emplear una pieza más ligera. Otra ventaja de los pistones en MMC es un mejor acoplamiento en el coeficiente de dilatación térmica del bloque del motor en acero. Los pasadores del pistón y las bielas pueden beneficiarse igualmente del empleo de los MMC.

Desde el punto de vista comercial, los japoneses han tomado la iniciativa. Toyota viene usando pistones de MMC en sus motores diesel desde hace más de cinco años. Los beneficios son evidentes, especialmente en la resistencia a la fatiga en caliente y en resistencia al desgaste. Además, el coste de las piezas parece ser igual al de los anteriores componentes sin reforzar. Honda también ha utilizado de forma comercial bielas de aluminio reforzado con filamentos de acero.

En MMC se fabrican también otros componentes, como piezas del tren de válvulas (balancines), donde la resistencia al desgaste es el principal objetivo. Igualmente, se han estudiado componentes de frenos tales como discos y calibres, aunque no se

ha llegado todavía a su incorporación en serie. También se han estudiado árboles de transmisión para automóviles y camiones, ya que su mayor relación rigidez/peso, frente a los convencionales de acero, ofrece ventajas de reducción de peso.

En relación con la industria **naval**, en ciertas estructuras de acero some-

tar en áreas más allá del clásico sector aeroespacial. Por otra parte, no hay que olvidar la posibilidad de combinar ventajosamente las propiedades de los metales y las de las cerámicas para producir nuevos composites con propiedades mecánicas y físicas únicas no alcanzables a través de las técnicas convencionales de las aleaciones metálicas, y

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA UTILIZACION DE LOS MMC

Frente a	Ventajas	Inconvenientes
Metales no reforzados	Mayor resistencia específica Mayor rigidez Mejor resistencia a la fluencia a alta temperatura Mejor resistencia al desgaste	Menor dureza y ductilidad Métodos de producción más caros y complicados
OMC	Mayor resistencia transversal Mayor dureza Mejor tolerancia al daño Mejor resistencia a las condiciones medioambientales Conductividades térmica y eléctrica más altas Mayor capacidad térmica	Tecnología menos desarrollada Menos información de propiedades Mayor coste
CMC	Mayor dureza y ductilidad Facilidad de fabricación Menor coste	Menor capacidad térmica a alta temperatura

tidas a una alta abrasión, como en las superestructuras de barcos, hace falta aplicar un recubrimiento protector frente a la corrosión, normalmente aluminio o zinc. A este respecto hay que mencionar el desarrollo de un producto de aleación de aluminio con alúmina, que proporciona una protección a la corrosión y adhesión comparable al aluminio, pero con mayor resistencia al desgaste.

A pesar de hallarse aún en una fase inicial de desarrollo, muchos de los problemas asociados al desarrollo de los MMC están siendo resueltos y se están empezando a implan-

que hacen de estos materiales buenos candidatos al desarrollo de oportunidades estratégicas en el campo de los materiales avanzados, tanto para los suministradores de materias primas como para los fabricantes de componentes y/o sistemas.

COMPOSITES DE MATRIZ CERAMICA

El principal inconveniente de los materiales cerámicos es su fragilidad, que los hace susceptibles de roturas imprevistas en esfuerzos de origen mecánico, térmico o químico. Un composite de matriz cerámi-

ca (CMC) es aquél en el que tanto el refuerzo como la matriz son cerámicos. Estos materiales se diseñaron con vistas a combinar la extraordinaria capacidad de las cerámicas para resistir el calor y el ataque químico, con la resistencia y rigidez de un refuerzo fibroso. Surgen, así, para intentar paliar la escasa refractariedad de los composites de metales ligeros y los problemas que se crean debido a la excesiva reactividad de los metales con las fibras cerámicas a altas temperaturas, así como a la imposibilidad de los composites de matriz orgánica para soportar altas temperaturas.

Las matrices cerámicas poseen las siguientes propiedades genéricas:

- Inercia química. Resistencia a la corrosión.
- Elevada temperatura de fusión.
- Dureza elevada.
- Alto módulo de elasticidad.

- Discontinuo: partículas, *whiskers* y fibra corta.

Las fibras cerámicas suelen ser alúmina, zirconia, carburo de silicio y nitruros de silicio o boro. También se utilizan fibras de carbono, borosilicato de aluminio y mullita.

Los *whiskers* cerámicos son típicamente cristales únicos de alta resistencia con una longitud de al menos diez veces su diámetro. El material *whisker* más común es el carburo de silicio.

Con la introducción de un refuerzo discontinuo dentro de la matriz se consigue mejorar la resistencia mecánica y la tenacidad de estos materiales. Los composites de matriz cerámica así resultantes reflejan las propiedades de la matriz, al tiempo que evitan el inconveniente de su fragilidad.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS CMC

Ventajas	Inconvenientes
Peso ligero	Excesiva formación de microgrietas
Baja relación empuje-peso	Enlaces interfaciales débiles
Resistencia a altas temperaturas	Falta de disponibilidad de fibras de pequeño diámetro o degradación de las fibras pequeñas a altas temperaturas
Resistencia a la erosión y la corrosión	Dificultad a la sinterización de la matriz hasta densidad total
Dureza y resistencias al desgaste buena	Resistencia sensible a microgrietas
Expansión térmica generalmente baja	
Alta rigidez	

- Bajo coeficiente de rozamiento.
- Elevada resistencia al desgaste.
- Baja densidad.
- Baja conductividad térmica y eléctrica.

El refuerzo se puede presentar de dos formas:

- Continuo: fibras continuas.

Los CMC de fibra continua retienen como características la resistencia mecánica en altas temperaturas y la rigidez de las fibras (de carbono y de carburo de silicio, preferentemente), características que definen esencialmente las propiedades de los CMC, siendo la función de la matriz cerámica de importancia secundaria

en cuanto a dichas propiedades, pero fundamental para dotar al composite de mayor resistencia a la temperatura en comparación con las matrices poliméricas y cerámicas.

Los CMC se pueden clasificar en 5 grupos:

1. Composites cerámicos de matriz óxido.
2. Composites cerámicos de matriz carburo.
3. Composites cerámicos de matriz nitruro.
4. Composites cerámicos de matriz aluminato, silicato, vidrio y vitrocerámica.
5. Composites termoestructurales.

En algunos casos, los composites termoestructurales se consideran, por sus especiales propiedades y aplicaciones, como un grupo de materiales independiente de los composites de matriz cerámica.

Un apartado importante dentro de los composites de matriz cerámica corresponde a los denominados **composites termoestructurales**, englobándose en este grupo los composites de matriz carbono (C) o de matriz carburo de silicio (SiC), reforzados con fibras de carbono y de carburo de silicio. Estos materiales presentan altas propiedades termomecánicas gracias a las calidades de las fibras que utilizan y a la aplicación de sofisticados procesos de fabricación, lo que da lugar a un material de elevada resistencia mecánica en temperaturas de aplicación superiores a los 1.000 °C.

En este grupo se pueden distinguir dos familias de compuestos: los composites carbono-carbono, y los de base carburo de silicio.

Los **composites carbono-carbono** son materiales compuestos de carbono reforzado con fibra de carbono. Estos materiales están compuestos por carbono puro elemental, la sustancia sólida que presenta la más amplia variedad de estructuras y propiedades. Cuando una matriz

de carbono se refuerza con fibra de carbono, el composite carbono-carbono (C/C) resultante mantiene su resistencia hasta los 2.500 °C. Además de su elevada resistencia a alta temperatura, las ventajas de este material son, principalmente, su ligereza (densidad < 2,2 g/cm³), resistencia al choque térmico y a la erosión a alta temperatura, y su elevada rigidez. La matriz de carbono se obtiene a partir de sustancias orgánicas (resinas, breas, hidrocarburos gaseosos, etc.) llamadas *precursores de matriz*, las cuales, tras un tratamiento térmico, se transforman en carbono que se deposita entre las fibras de refuerzo.

Tras muchos años de ensayos y desarrollo de pruebas, los composites de carbono-carbono han sido aceptados como los materiales estándar para frenos en aviación tanto civil como militar. Se ha producido un rápido crecimiento de la demanda y han comenzado a explorarse para estos composites otros mercados como el de componentes de cohetes y de hornos. Se espera que la demanda mundial de composites de carbono-carbono crezca desde los 261 millones de dólares USA en 1989 hasta alcanzar los 550 millones de dólares USA en 1995 y alrededor de los 740 millones de dólares USA en el año 2000, época en la que, posiblemente, el mercado europeo de frenos para la aviación civil se habrá convertido en el más grande.

Los inconvenientes que presentan estos materiales son, por un lado, su baja resistencia a la oxidación a temperaturas por encima de los 450 °C, proceso que se evita recubriendo el material con capas vítreas de boratos y silicatos y, por otro, los procesos de fabricación, que son largos y costosos. Las técnicas de fabricación que se utilizan son:

- Impregnación líquida (con resina o brea).
- Impregnación química en fase gaseosa (VI).
- Prensado en caliente.

En cuanto a los **composites de base carburo de silicio**, son de dos tipos:

- Carbono-SiC, que se obtienen de la reacción del silicio con la matriz de carbono-carbono, o por infiltración de preformas de carbono.
- SiC-SiC, obtenidos por infiltración de preformas de SiC.

Estos composites tienen muchas características similares a los carbono-carbono: peso ligero, bajo coeficiente de expansión térmica, alta conductividad térmica, resistencia al desgaste y a la erosión y estabili-

dad química. Además, y como característica diferencial, son resistentes a la oxidación hasta los 1.500 °C. Esta resistencia a la oxidación es la principal ventaja del sistema SiC-SiC sobre el C-C, mientras que la principal desventaja es la degradación química y térmica de la fibra de SiC.

Los inconvenientes de estos materiales son:

- Procesos de fabricación críticos y costosos.
- Existe la posibilidad de que se produzca la degradación térmica y me-

TECNICAS DE FABRICACION DE COMPOSITES SEGUN EL TIPO DE MATRIZ

Matriz	Técnicas de Fabricación
Oxido	Prensado uniaxial en caliente (refuerzo fibras) Prensado isostático en caliente (refuerzo fibras) Sol-gel (refuerzo fibras) Mezclado de precursores (refuerzo partículas) Sinterizado o prensado en caliente (refuerzo partículas) Reacción química (refuerzo partículas)
Carburo	Deposición/infiltración química en fase gaseosa (CVD/CVI), en la que la matriz se deposita/infiltra en fase gaseosa en el refuerzo <i>Reaction-bonding</i> (sinterización reactiva), en la que el enlace se produce por reacción mediante impregnación con silicio líquido Impregnación líquida con compuestos organosilíceos y la subsiguiente descomposición térmica a CSi
Nitruro	Prensado en caliente Sinterización reactiva Sinterizado <i>Slip casting</i> (colaje) Prensado en caliente más nitruración Inyección
Aluminato, Silicato, Vidrio y Vitrocerámica	Prensado en caliente Moldeo por transferencia de matriz Moldeo por pultrusión Moldeo por estiramiento de fibras Moldeo con ayuda de procesos de deposición

cánica de las fibras de SiC en condiciones de exposición a temperaturas por encima de 1.000 °C.

TECNOLOGIAS DE PROCESO

Los métodos de producción de CMC más utilizados se basan principalmente en las técnicas empleadas en el conformado de cerámicas monolíticas, aunque con algunas modificaciones.

APLICACIONES

El desarrollo e introducción de estos materiales ha seguido el mismo

esquema que el de los OMC: aplicaciones aeroespaciales y en defensa. Se utilizan como herramientas de corte, componentes resistentes al desgaste, losetas térmicas en lanzadores espaciales, etc

Aunque las cerámicas monolíticas exhiben excelentes propiedades tales como baja densidad, elevada dureza, excelente resistencia a las condiciones ambientales, y resistencia al desgaste y a las altas temperaturas, su susceptibilidad a fallo catastrófico debido a daños mecánicos o choques térmicos, impone severas restricciones a su uso.

LANZADORES ESPACIALES, UN FUTURO PROMETEDOR

Los lanzadores espaciales, sistemas de transporte espacial, están representados en la Agencia Espacial Europea (ESA) por la familia *Ariane*. En el Programa a Largo Plazo de la ESA, discutido y aprobado en la Conferencia Ministerial de Granada de 1992, el programa *Ariane* encabezaba la lista de programas por inversión asociada, con cerca de 592.000 millones de pesetas adjudicados para el periodo 1993-98.

La contribución española a la ESA, que en 1993 ascendió a 12.743 millones de pesetas, refleja también el peso específico del programa de Transporte Espacial, que es al que España más contribuyó, con 3.816 millones de pesetas (se incluyen aquí los programas *Ariane* y *Hermes*).

Al éxito técnico de los lanzadores *Ariane* 1, 2 y 3, le siguió inmediatamente un importante éxito comercial. Europa ha entrado ya de lleno en la década del *Ariane* 4 y está preparando su futuro en el mercado de sistemas de transporte espacial. La competencia en este mercado es grande y Europa ha emprendido, a través de la ESA, la tarea de desarrollar lanzadores más eficientes para lanzar satélites que trabajan en órbitas geoestacionarias. El *Ariane* 4 puede ser adaptado para colocar cargas útiles desde 1.900 Kg hasta 4.200 Kg en órbitas geoestacionarias.

Suponiendo que la vida operativa de la generación *Ariane* 4 llegue hasta el año 1998, con un promedio de siete lanzamientos al año y barajando las cifras de que se dispone desde su puesta en funcionamiento en 1988, se puede decir que el programa *Ariane* va a producir unos retornos industriales de unos 8.500 millones de dólares, cantidad que es más de tres veces superior al coste de desarrollo de los programas. Este programa es, por lo tanto, un ejemplo excelente de una cooperación exitosa entre los gobiernos europeos en el campo de las tecnologías avanzadas.

Sin embargo, según piensan algunos expertos, parece que para reducir los enormes costes de los proyectos espaciales y poder acceder fácilmente al espacio, se debe ir hacia lanzadores pequeños y más baratos y, mientras la ESA no disponga de un lanzador de estas características, su introducción en el mercado de minisatélites, de gran futuro en la investigación espacial, se verá frenada.

Es por ello que, a pesar de los avances experimentados en la tecnología de los materiales monolíticos, parece existir consenso en cuanto a que son los CMC los llamados a sustituirlos en las aplicaciones estructurales.

Para aplicaciones a temperatura elevada, las atractivas propiedades de las cerámicas tales como resistencia, inercia química, refractariedad y resistencia a la erosión son evidentes. Sin embargo, a pesar de la mejora que en los últimos años han experimentado los procesos de obtención de estos materiales, el hecho de que fallen catastróficamente de modo frágil, es el mayor obstáculo para su utilización. De ahí la necesidad de desarrollar composites formados por una matriz cerámica reforzada por partículas o fibras.

Mientras que los OMC se diseñan para obtener una mayor resistencia o rigidez, tales consideraciones no son de primordial importancia en CMC, donde los componentes son rígidos y fuertes. Es más importante fabricar materiales que no fallen catastróficamente y por tanto conseguir mejorar en tenacidad y en el modo de fractura.

El mayor área de aplicación de los composites de matriz cerámica es quizá el de las herramientas de corte para el mecanizado de metales, para lo cual las alúminas reforzadas con *whiskers* de SiC (Al_2O_3 -SiC) presentan mejores prestaciones que las herramientas cerámicas tradicionales (Al_2O_3 , Al_2O_3 -TiC, etc.).

En cuanto a las aplicaciones de los CMC en el campo del transporte, actualmente se utilizan fundamentalmente en el sector aeroespacial. En automoción se han realizado estudios tendentes a desarrollar motores cerámicos con el objetivo de reducir el peso y ahorrar combustible al permitir la combustión completa a temperaturas superiores a las actuales, y obtener un diseño de motor que no necesite sistema de refrigeración (motor adiabático). Sin embar-

go, no parece que en un futuro cercano estos desarrollos lleguen a convertirse en aplicaciones reales, si bien en motores diesel ya están saliendo al mercado algunas aplicaciones (precámaras de combustión).

La aplicación más extendida es el empleo de composites de carbono-carbono en frenos de aeronaves. Aunque estos cuestan alrededor de dos veces más que los equivalentes de acero-cermet, ofrecen ventajas en términos de prestaciones y ahorro en peso, lo que los hace competitivos. En efecto, los frenos de C-C se desgastan después de varios miles de aterrizajes, lo que supone el doble que los de acero-cermet.

Los aviones civiles modernos, tales como los Boeing 757, 767 y 747-400, el MD11, Concorde y los Airbus A310 y A320 incorporan estos materiales, lo que representa un mercado respetable y creciente. Incluso modelos anteriores como los A300 y los primeros A310 están siendo reequipados con frenos de C-C. Igualmente, en la actualidad todos los aviones militares incorporan este tipo de frenos.

El resto de aplicaciones estructurales en aeronáutica puede decirse que se encuentran en fase de estudio y están enfocadas a su empleo en los proyectos de vehículos de elevada velocidad (hipersónicos) u operando en baja órbita terrestre (NASP, SANGER, HOTOL, STAR-H, etc.), incluyendo el desarrollo de componentes de matriz de C, SiC y vidrio en el morro y bordes de ataque, donde las temperaturas alcanzan valores alrededor de 1.900 y 1.700 °C, respectivamente. El sistema de protección térmica del lanzador espacial, por ejemplo, consiste en placas porosas ligeras fabricadas mediante la sinterización conjunta de Nextel y fibras de sílice.

En cuanto a las aplicaciones en aeromotores, también se hallan en fase de desarrollo, incluyendo la utilización de composites del tipo C-C, C-SiC, SiC-SiC y SiC-Vidrio, con el

objetivo de aumentar la temperatura de entrada en la turbina (desde 1.650 °K hasta 2.500 °K) aumentando así el rendimiento y por tanto la relación empuje/peso y disminuyendo el consumo de combustible.

Otras aplicaciones incluyen la utilización de materiales compuestos

C-C en frenos y embragues para automóviles (actualmente se emplean en los discos de freno de vehículos fórmula 1) y motocicletas, así como para frenos en trenes de alta velocidad y para los contactos en los pantógrafos de los mismos por su buena conductividad asociada a su resistencia al desgaste.

OTROS MATERIALES AVANZADOS

MATERIALES MAGNÉTICOS

Estos materiales tienen su exponente natural en la magnetita, formada por óxidos de hierro, cuyo magnetismo se debe a la orientación espontánea de los dipolos magnéticos presentes en el material, alineándose según el campo magnético de la tierra.

Los que se consideran materiales magnéticos avanzados son los siguientes:

- Imanes permanentes basados en aluminio-níquel-cobalto (Al-Ni-Co).
- Imanes permanentes basados en samario-cobalto (Sm-Co).
- Imanes permanentes basados en neodimio-hierro-boro (Nd-Fe-B).
- Ferritas duras.
- Ferritas blandas.

Los **imanes de Al-Ni-Co** son aleaciones a base de estos tres elementos y, junto con las ferritas, se han repartido la mayor parte del mercado de productos magnéticos. Sus aplicaciones industriales se hallan hoy en día en fase de evolución.

Los **imanes de Sm-Co** se han utilizado industrialmente desde la década de los 70. Presentan la desventaja de que se requieren técnicas muy complejas de separación para la obtención de los óxidos de Tierras Raras a los cuales pertenece el samario.

Las propiedades como imanes permanentes de las **aleaciones de Nd-Fe-B** se descubrieron en 1983. Representan aún una tecnología emergente con escasas aplicaciones.

En cuanto a las **ferritas duras**, el grupo más representativo es el que está constituido por las ferritas de bario y las de estroncio, utilizadas en motores eléctricos, magnetos, altavoces, televisión, velocímetros, termostatos, relés, contactores, etc.

Las ferritas blandas más típicas son las de Ni-Zn y las de Mn-Zn. Su campo de aplicación en el ámbito de la electrónica es en núcleos para

transformadores de banda ancha, líneas de retardo, filtros, inductores ajustables, ecualizadores de fase, etc. En torno al 90% de la producción mundial de este tipo de ferritas se destina a telecomunicación y electrónica industrial.

CATALIZADORES

Un catalizador es un elemento que modifica la velocidad de una reacción, tomando parte en ella pero sin llegar a formar parte de los productos. Los catalizadores se caracterizan con arreglo a las dos variables fundamentales que los definen: la **fase activa**, esto es, su composición química y la forma física en que se presentan, y la **selectividad**, es decir, el reactivo o reactivos sobre los que actúan.

Tanto la actividad como la selectividad y, en parte, la vida del catalizador, dependen directamente de la fase activa utilizada, motivo por el cual los catalizadores se suelen clasificar según las fases activas que los componen, distinguiéndose dos grandes grupos:

- Elementos y compuestos que presentan propiedades de conductores electrónicos (presencia de electrones libres). Se agrupan aquí los metales y semiconductores que, en general, dan lugar durante el proceso catalítico a la formación de radicales libres.
- Compuestos que carecen de electrones libres, esto es, aislantes o dieléctricos, que originan especies de tipo iónico.

Los catalizadores **metálicos** más utilizados son elementos de transición capaces de producir reacciones reversibles de quimisorción, típicamente níquel, paladio, platino y plata. Otros metales, como molibdeno y wolframio, no suelen utilizarse, ya que sus óxidos son difíciles de reducir y son muy sensibles al envenenamiento por oxígeno.

Los catalizadores a base de **óxidos metálicos** se dividen en:

- Oxidos estequiométricos, utilizados en reacciones de isomerización e hidratación.
- Oxidos que ganan o pierden oxígeno de su superficie en función de la temperatura. Presentan excelentes propiedades catalíticas en procesos de oxidación total o parcial.

Las **sales metálicas** más interesantes desde el punto de vista catalítico son los sulfuros y los cloruros. Los primeros se utilizan en procesos

tada actúan de catalizadores en distintos pasos elementales de la reacción química, siguiendo esquemas catalíticos diferentes. Este tipo de catalizadores se utiliza sobre todo en la reformación de gasolinas.

MEMBRANAS SELECTIVAS

Una membrana puede ser definida de forma general como una barrera selectiva entre dos fases homogéneas. Los procesos de separación con

CLASIFICACION DE LOS CATALIZADORES

Tipos de fases activas	Procesos/Reacciones	Tipos de Catalizadores
Metales	Hidrogenación Deshidrogenación Combustión total Oxidación parcial Metanación	Níquel, paladio, platino, plata
Oxidos metálicos semiconductores	Oxidación Deshidrogenación Deshidrociclación Hidroalquilación Desproporción de olefinas Polimerización	Oxidos de cromo, vanadio y molibdeno
Sales metálicas	Hidrodesulfuración Oxicloración	Sulfuro de cobalto, sulfuro de níquel, cloruro de cobre
Oxidos metálicos	Hidratación Deshidratación Isomerización Alquilación Desintegración catalítica	Oxidos de aluminio, silicio y magnesio
Bifuncionales	Reformación	Platino y Oxido de aluminio

de eliminación de azufre y los segundos son catalizadores de los procesos de oxicloración.

En cuanto a los catalizadores **bifuncionales**, son aquéllos en los que tanto el soporte como la fase sopor-

membrana se pueden dividir en **filtración** (diámetros de poro superiores a 10^2 nm), **microfiltración** (de 10^2 a 10^4 nm), **ultrafiltración** (de 1 a 10^2 nm) y **ósmosis inversa** (diámetro de poro inferior a 1 nm). Estos procesos de separación basados

en membranas tanto orgánicas como inorgánicas presentan una serie de ventajas tecnológicas y económicas en relación a otros procesos de separación convencionales. Cabe destacar su menor requerimiento energético, la posibilidad de procesar productos termolábiles, abordar la separación de mezclas azaótropas e isotropas, procesado limpio y no contaminante, instalaciones simples y modulares, etc.

APLICACIONES

Su campo de aplicación cubre separaciones sólido/líquido-gas, líquido/sólido, líquido/líquido y gas/gas. Existen ya una gran cantidad de procesos comercializados basados en membranas, como las pilas de alto rendimiento (por ejemplo, las pilas de litio para marcapasos), separadores de líquidos y gases (recuperación de colorantes en baños de pintura electroforética para automóviles, preconcentración de proteínas y azúcares en la industria alimentaria, etc.), electrodos ion-selectivos y bioselectivos, sensores de gases, cápsulas con membranas para medicación a través de la piel, biorreactores, etc.

Estos procesos de separación se realizan por diferencias de presión y, como criterio de diseño se exige buena selectividad, estabilidad física y química y elevada permeabilidad.

Las perspectivas actuales en el desarrollo de membranas orgánicas selectivas son:

- Búsqueda de nuevas aplicaciones y solución de los problemas actuales, como su inestabilidad general frente a disolventes orgánicos y a la temperatura.
- Desarrollo de nuevos materiales inorgánicos. Cabe citar aquí que las membranas cerámicas denominadas

de primera generación son ya de amplio uso industrial. Sus ventajas inherentes y sus soluciones únicas para cierto tipo de procesos les están permitiendo ocupar ciertos mercados demandantes no tradicionales y de alto valor añadido como, por ejemplo, algunos procesos de ultrafiltración, en biotecnología, en separaciones selectivas de gases a altas temperaturas y en controles medioambientales, donde los costes incorporados pueden ser perfectamente absorbidos y sus aportaciones tecnológicas parecen evidentes. Esto está exigiendo el desarrollo de lo que se ha denominado una segunda generación de membranas cerámicas, que se diseñan y desarrollan para cada aplicación específica.

- Desarrollo de membranas en materiales compuestos.

BIOMATERIALES

Bajo el término de biomateriales se agrupan todos aquellos materiales que se utilizan en implantaciones intracorporales, provisionales o definitivas. Se distinguen:

- Materiales biomédicos que van desde los metales hasta polímeros, cerámicas, etc.
- Materiales biológicos, esto es, de origen natural (animal o humano), como el colágeno, la quitina, etc.

Los factores decisivos a la hora de evaluar los biomateriales son su biocompatibilidad y su duración. Así, dado que estos materiales tienen que permanecer en contacto con tejidos vivos, se requiere de ellos una buena compatibilidad en el sentido de que no se produzcan reacciones indeseables en la interfase tejido-material.

Otros parámetros que deben ser tenidos en cuenta a la hora de establecer la bondad de un biomaterial son su resistencia a la corrosión y a la oxidación, y la ausencia de toxicidad.

Cuadernos CDTI

COMPOSICION, PROPIEDADES Y APLICACIONES DE DIFERENTES TIPOS DE MEMBRANAS

Tipo	Composición	Propiedades	Aplicaciones
Membranas orgánicas	Acetato de celulosa	Poca estabilidad Sensible a ácidos y al ataque bacteriano Poca resistencia mecánica Biocompatibilidad Inocuidad Facilidad de preparación	Ultrafiltración Osmosis inversa Desalación de agua de mar Purificación de sangre (diálisis)
	Poliamidas	Fibras huecas química y biológicamente estables	Desalación de agua
	Poliimidas, polibencimidazolas, poliacronitrilo	Buena estabilidad	Osmosis inversa
	Polisulfonas	Excelente estabilidad química	Ultrafiltración Soporte de membranas composite
Membranas inorgánicas	Cerámicas	Buena resistencia a medios agresivos Estabilidad a alta temperatura Resistencia a la presión y a la abrasión Rigidez estructural Insensibilidad a la acción bacteriana Larga duración	Tratamiento de emulsiones Filtración y desalinización de aguas Separación de hidrocarburos Esterilización Recuperación de disolventes Separación de gases
	Membranas dinámicas (formadas in situ)	Estructuras tipo gel Poca reproductividad y estabilidad	Ultrafiltración Desalación de aguas poco salinas
	Oxidos sol-gel	Resistencia a la radiactividad	Sector alimentario

APLICACIONES DE ALGUNOS BIOMATERIALES TÍPICOS

	Prótesis			
	Oseas	Vasculares	Cardiacas	Dentales
Acero inoxidable	*			*
Superalcaciones (Co/Cr/Mo)	*			*
Titanio y aleaciones	*		*	
Cobre y aleaciones				*
Platino y aleaciones			*	*
Poliétileno	*			*
Poliéster	*			
Composites carbono-carbono		*		
Teflón	*			
Coral	*			

SUPERCONDUCTORES

La superconductividad es un fenómeno que se presenta en conductores a temperaturas próximas al cero absoluto (0 °K), denominadas temperaturas críticas, y se caracteriza por conductividades eléctricas extremadamente altas y, por lo tanto, resistencias teóricamente nulas. La temperatura crítica a la que se produce el fenómeno es propia de cada elemento.

El primer elemento en el que se observó el fenómeno de la superconductividad, a principios de siglo fue el mercurio, cuya temperatura crítica es de 4,2 °K. Posteriormente han ido apareciendo nuevos superconductores a temperaturas críticas sustancialmente mayores, de hasta 100 °K, lo que ha conducido al desarrollo de sistemas basados en ellos y relativamente accesibles a los procesos tecnológicos convencionales. No hay que olvidar que alcanzar temperaturas de sólo unos pocos grados Kelvin es extraordinariamente complicado.

Hay que subrayar aquí que no todos los materiales metálicos se pue-

den comportar como superconductores: la plata, por ejemplo, no lo es.

El diamagnetismo que exhiben los superconductores y el hecho de que su resistencia eléctrica tienda a cero por debajo de la temperatura crítica, los hacen particularmente interesantes en aplicaciones electrónicas, ya que de ese modo no disipan potencia y no se ven influenciados por campos magnéticos externos.

En el momento actual las investigaciones se centran en la búsqueda de sustancias que muestren propiedades superconductoras a temperaturas más altas. Se prevé que hacia el año 2010 el mercado mundial de superconductores alcance los 6 billones de pesetas.

SEMICONDUCTORES

Los semiconductores son materiales sólidos que tienen una conductividad inferior a la de los metales y superior a la de los aislantes típicos o dieléctricos. La conductividad de los semiconductores, denominada "conductividad intrínseca", se puede incrementar sustancialmente con la introducción de impu-

rezas, esto es, átomos de naturaleza distinta.

Entre los elementos semiconductores más característicos se encuentran el silicio y el germanio, ampliamente utilizados en electrónica, y entre los compuestos binarios el arseniuro de galio, el antimoniuro de indio y el fosfuro de indio.

TECNOLOGIAS DE PROCESO

El **silicio** puro se obtiene en forma policristalina, reprocesándose a continuación para formar lingotes de silicio monocristalino, de los que se obtienen finas obleas aptas para su utilización en la industria de semiconductores.

EL MERCADO DE SEMICONDUCTORES EN 1992

Los semiconductores, componentes electrónicos de base, se utilizan principalmente en los ordenadores (43% del total), la electrónica de consumo y los electrodomésticos (22%), las telecomunicaciones (14%), la maquinaria industrial (12%), el automóvil (6%) y la industria militar (4%).

En el mercado de los semiconductores se muestra claramente la rivalidad entre EEUU, Japón y Europa por hacerse con la mayor cuota de mercado mundial, aunque también constituye uno de los sectores que menos ha crecido en los últimos años. El crecimiento de este mercado fue, en 1992, del 7,8%, alcanzando los 58.800 millones de dólares. Japón representa ahora solamente la tercera parte del mercado mundial de semiconductores, mientras que en los años 80 tenía el 40%. El mercado americano subió el 16%, hasta los 17.000 millones de dólares, un tercio del mercado mundial.

Europa, que creció el 10% en 1992, se queda con un porcentaje estable del 20% del mercado, que representa 11.200 millones de dólares, mientras que Asia sobrepasó por primera vez los 10.000 millones de dólares, un 17% del total. La estrategia de los semiconductores europeos, cuyas directrices las marcan Philips, SGS-Thompson y Siemens, es concentrar las inversiones hacia productos concretos donde puedan alcanzar un peso específico completamente competitivo.

En España, los semiconductores representaron, en 1991, el 21% del consumo de componentes electrónicos, según la Asociación Nacional de Industrias Electrónicas (Aniel). La demanda disminuyó el 6%, en tanto que la producción creció considerablemente, el 25%, hasta alcanzar 16.000 millones de pesetas, y un peso específico en el mercado global de los componentes del 18%.

En cuanto a las cifras de comercio exterior español, las compras de componentes electrónicos al exterior ascendieron a 145.000 millones de pesetas de los que el 29,7% correspondió a semiconductores, mientras que las exportaciones aumentaron considerablemente respecto a 1990, llegando a los 13.960 millones de pesetas, de los que el 33% correspondió a semiconductores.

Las principales empresas fabricantes en España de semiconductores son: AMP Española, AT&T Microelectrónica de España, Cía. de Productos Electrónicos, Cía. Electrónica de Técnicas Aplicadas, Fagor Electrotécnica, Microser, Miniwatt, Motorola España, Siemens y Televis.

Para la obtención del polisilicio existen diversos métodos industriales, pero el desarrollado por Siemens en 1953 sigue siendo el más utilizado. Consiste en la deposición de cristales de polisilicio sobre una varilla de silicio calentada resistivamente. Los cristales se depositan durante la reducción con hidrógeno del triclorosileno gas.

El paso de silicio policristalino a silicio monocristalino se realiza según dos procedimientos básicos: el denominado de "zona flotante", destinado a la producción de semiconductores discretos de pequeña potencia y de hiperfrecuencias, y el "czokralsky", para la producción de circuitos integrados.

APLICACIONES

En la década de los 50 el germanio fue el material más utilizado pa-

ra la fabricación de diodos y transistores, siendo sustituido más adelante por el silicio, que tiene un comportamiento mejor a temperaturas superiores a los 50 °C.

Posteriormente se han venido utilizando otros materiales en la fabricación de componentes activos en circuitos integrados. El arseniuro de galio tiene interés en la fabricación de microcircuitos para microondas por la alta movilidad de sus electrones y sus óptimas prestaciones a temperaturas elevadas. El antimonio y el fósforo de indio ofrecen buenas características para la fabricación de dispositivos de efecto Hall y en optoelectrónica.

No obstante lo anterior, el silicio sigue siendo el elemento preferido en casi todos los procesos de fabricación de circuitos y dispositivos semiconductores.

2 LA ACTIVIDAD DEL CDTI EN APOYO A LA I+D EN MATERIALES AVANZADOS

El CDTI, Sociedad Estatal que depende orgánicamente del Ministerio de Industria y Energía (MINER), es un organismo esencial en el sistema español de tecnología e innovación y tiene como un objetivo prioritario el fomento del desarrollo tecnológico en las empresas españolas. Esta actividad se ejerce mediante la financiación de proyectos empresariales, la prestación de servicios de asesoramiento e información tecnológica y la promoción de proyectos internacionales.

El elemento diferenciador del CDTI en el sistema español de innovación radica en su actividad puente entre las empresas (públicas y privadas) y las administraciones públicas (autonómicas, central y comunitaria) sobre temas de I+D. La posición del CDTI en el sistema español de innovación hace que se encuentre en el centro de una estructura de flujos de información entre todos los agentes del sistema que le atribuyen un gran potencial para la orientación general del mismo.

El CDTI mantiene flujos permanentes de información con:

- La Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).
- Los órganos de la CE y otros organismos internacionales que desarrollan programas de I+D.
- Los organismos que rigen las políticas tecnológicas de las Comunidades Autónomas.
- Las universidades, los centros públicos de I+D y sus organismos de contacto con el sector empresarial y de transferencia de tecnología (OTRI/OTT).
- Las empresas y sus centros de I+D, así como todas las entidades que forman parte del asociacionismo empresarial en el campo de la investigación.
- El Ministerio de Industria y Energía (MINER), los servicios que gestionan el PATI (Plan de Actuación Tecnológico Industrial) y el PITMA (Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental) y los organismos

especializados en política económica destinada a las empresas (en particular, el IMPI para la pequeña y mediana empresa), así como la Oficina Española de Patentes y Marcas.

Una de las aportaciones del CDTI al sistema español de innovación es su capacidad de promover actuaciones sinérgicas entre todos estos múltiples agentes.

El CDTI ocupa una posición idónea para actuar como catalizador en numerosos procesos de innovación del sector productivo español, ya que aunque comparte estas responsabilidades con otros centros del MINER, su estatuto de mayor autonomía dentro del sector público le confiere el grado de flexibilidad necesario para el desarrollo de actividades de estímulo en las que también participan agentes privados.

La Ley de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico de 14 de abril de 1986 (también conocida como *Ley de la Ciencia*), asigna al CDTI un papel como colaborador de la CICYT en el aseguramiento de los retornos tecnológicos e industriales derivados de la participación española en programas internacionales de I+D. Igualmente, se asigna al CDTI la tarea de promover la colaboración entre empresas e instituciones y organismos de investigación, así como la gestión de los denominados Proyectos Concertados de Investigación, que se insertan en los diversos Programas Nacionales de I+D. También se le asigna al CDTI la misión de contratar con las universidades, centros públicos de investigación y empresas la promoción de la explotación comercial de las tecnologías desarrolladas por ellos.

Las actividades y competencias principales del CDTI, en la actualidad, se pueden resumir en las siguientes:

1. Financiar, según distintas modalidades y fórmulas, proyectos de in-

investigación y desarrollo realizados por empresas.

2.Promover la explotación industrial de las tecnologías desarrolladas por las empresas.

3.Servir de enlace entre los principales agentes del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria, esto es, empresas, centros de investigación y universidades.

4.Evaluar el contenido tecnológico-comercial de los proyectos y el económico-financiero de las empresas que los realizan.

5.Garantizar la obtención de los adecuados retornos científicos, tecnológicos e industriales derivados de la participación española en programas internacionales.

6.Promover la comercialización de las tecnologías desarrolladas con financiación pública.

Así pues, la tarea del CDTI en cuanto a la promoción de la innovación en la empresa industrial española tiene una doble vertiente: por un lado, la financiación de proyectos adscritos a las líneas prioritarias de los programas del Plan Nacional de I+D y al PATI del MINER; por otro, el fomento de la participación de empresas españolas en los programas de I+D de cooperación internacional; y, por último, rentabilizar los resultados de la innovación española a través de acciones tendentes a transferir al exterior y comercializar los resultados de dicha investigación. Todas estas tareas son desarrolladas en todos los sectores de la actividad económica española, lo que convierte al CDTI en un instrumento de gran valor en el fomento de la investigación y el desarrollo tecnológico.

Las características de los instrumentos financieros que destina el CDTI a la financiación de los diferentes tipos de proyectos, se indican a continuación.

• **Créditos Sin Intereses.** El objetivo de esta modalidad es suministrar financiación a largo plazo, sin coste financiero, y resulta apropiada para proyectos de alto riesgo técnico y

larga duración. Estos créditos se aplican habitualmente a Proyectos Concertados, aunque pueden también concederse a Proyectos de Desarrollo Tecnológico que presenten un alto grado de investigación básica en sectores estratégicos. En estos créditos el riesgo técnico es asumido por el CDTI.

• **Créditos Privilegiados.** Con este nombre se conocen los créditos concedidos a bajo tipo de interés. Se trata de la modalidad financiera más habitual con la que trabaja el CDTI, y tiene como objetivo suministrar financiación a medio plazo y a un coste financiero bajo, apropiada para proyectos que presentan un riesgo técnico medio y un período de desarrollo corto. Estos créditos se aplican a la financiación de Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Proyectos de Innovación Tecnológica. En ambos casos, la cuantía del crédito CDTI puede ascender hasta el 50% del presupuesto del proyecto y el plazo de amortización es de 2 a 6 años. El tipo de interés medio se fija en un 60% del MIBOR (tipo de interés en el mercado interbancario de Madrid); el interés medio que aplica el CDTI es del 5%, siendo el tipo más bajo (para devoluciones en dos años) del 3%, y el más alto (para devoluciones en seis años), el 7%. Cuando se destina a la financiación de Proyectos de Innovación Tecnológica, el crédito privilegiado se combina con otro bancario cuyo tipo de interés es subvencionado por el Centro en cuatro puntos.

• **Créditos Subordinados.** Los créditos subordinados se aplican a la financiación de Proyectos de Desarrollo Tecnológico que sean de alto interés tecnológico y alto riesgo técnico y comercial, y que necesiten una financiación a más largo plazo por las características de su período de maduración. Se trata de proyectos proactivos promovidos por el CDTI, pudiéndose financiar hasta el 50% del presupuesto total del proyecto. Este instrumento financiero va dirigido a *pymes* ya implantadas o de nueva formación, asociaciones de interés económico, *joint-ventures*,

consorcios, etc. La amortización del crédito se realiza anualmente en función del *cash-flow* que genere.

• **Créditos Subsidiados.** Se aplican a Proyectos de Innovación Tecnológica, según una fórmula de financiación conjunta entre el CDTI y una entidad bancaria que haya suscrito previamente un contrato de colaboración con el CDTI. En esta modalidad, el Centro aporta hasta un 25% del presupuesto total del proyecto mediante un crédito privilegiado subvencionando, además, en cuatro puntos, el tipo de interés que aplique el Banco sobre la parte que éste aporte (hasta un 25% adicional). El plazo de amortización del crédito-subvencionado es de cinco años con dos de carencia y con amortizaciones semestrales durante los tres años siguientes. El tipo de interés es el resultante de la aplicación de la subvención de cuatro puntos al tipo bancario, y el pago del mismo se realiza con carácter semestral sobre las cantidades dispuestas. El crédito privilegiado tiene las condiciones habituales de tipo de interés y amortización.

EL PLAN DE ACTUACION TECNOLOGICO INDUSTRIAL (PATI)

El objetivo general del Plan de Actuación Tecnológico Industrial (PATI) es el desarrollo e introducción de tecnologías en áreas y sectores específicos y prioritarios, promoviendo la aparición de nuevos productos y procesos.

Este objetivo de carácter general se concreta en los siguientes objetivos parciales:

1. Incrementar cuantitativa y cualitativamente los recursos humanos, técnicos y financieros dedicados a I+D por las empresas industriales, con especial atención a las *pymes*.
2. Canalizar los recursos, siempre limitados, hacia áreas tecnológicas definidas como prioritarias, bien sea por sus expectativas de potencial crecimiento, o bien, preferentemente, por la posibilidad de su difusión hacia otros sectores de actividad.

3. Lograr que se incorpore un número cada vez mayor de empresas al esfuerzo innovador.

4. Mejorar la capacidad del tejido industrial español para asimilar tecnologías externas.

Complementariamente, el PATI tiene como criterio el dar prioridad a la aplicación de las tecnologías avanzadas en todos aquellos aspectos de la actividad industrial que contribuyen a mejorar la competitividad y eficacia del sistema productivo. Se configura, pues, como un Plan en el que predominan los aspectos horizontales sobre los sectoriales, aunque se mantienen programas con contenido sectorial como electrónica, aeronáutica, espacio, química, etc.

Para el cumplimiento de sus objetivos, el PATI incluye cinco líneas de actuación:

1. Apoyo financiero a las empresas para el desarrollo de proyectos específicos de innovación. Este apoyo se materializa a través de tres mecanismos básicos: **subvenciones directas** con cargo a los presupuestos del MINER; **créditos del CDTI**, tanto con interés preferencial, como sin interés, incluyendo fórmulas de cofinanciación con Bancos para proyectos de asimilación de nuevas tecnologías (los llamados Proyectos de Innovación Tecnológica) y, finalmente; **desgravaciones fiscales** a la innovación, que ascienden hasta el 45% de la cuota para inversiones en activos fijos y hasta el 30% para intangibles en el esfuerzo incremental realizado, y de hasta el 30% y el 15%, respectivamente, en la parte de ese esfuerzo que es constante año a año.

2. Coordinación de todo tipo de esfuerzo en I+D, de forma que se eviten duplicidades y se consiga un uso más eficiente de los recursos empleados.

3. Creación de una infraestructura tecnológica básica que pueda ser utilizada por empresas innovadoras que, de otra manera, verían limitada su actividad por carencia de recur-

tos propios para desarrollarse tecnológicamente.

4. Internacionalización de la tecnología española y fomento de la participación empresarial en programas internacionales de I+D, como el Programa Marco de la CE, Eureka, Iberoeka, Agencia Europea del espacio, etc.

5. Promoción de un clima social favorable al esfuerzo tecnológico.

En la estrategia concebida por el Ministerio de Industria y Energía (MINER) para el periodo 1991-93 dentro del PATI, el área de nuevos materiales se engloba en el programa BQM (Biotecnología, Tecnologías Químicas y Tecnologías de los Materiales). Las razones para potenciar las tecnologías genéricamente contempladas en el programa BQM, y en particular las de los materiales, son:

- Las actividades innovadoras en el campo de las tecnologías de los materiales están adquiriendo, tanto en las empresas como en los gobiernos de los países industrializados, una gran importancia. Ello es debido, no sólo al gran valor añadido y a la posición competitiva que su correcta aplicación genera, sino de manera más específica por el convencimiento de que estas nuevas disciplinas tecnológicas llegarán a aplicarse en un futuro próximo sobre más de la mitad de los productos industriales que se consuman (véase su aplicación en los sectores químico-farmacéutico, alimentario, metalúrgico, construcción, transportes, medio ambiente, energético, sanitario, etc.).

A su vez, estos sectores, que son los que hacen un uso intensivo de los productos generados por estas tecnologías, precisan el desarrollo de las mismas para su crecimiento y consolidación industrial.

- A pesar de que estas nuevas tecnologías están en manos de las naciones más avanzadas, cualquier propuesta de cooperación con otros países menos desarrollados se encuentra favorecida por la tendencia a establecer relaciones comerciales lo más amplias posible. De esta forma,

los nuevos modelos competitivos tendrán cada vez un enfoque más internacional que requerirá una mayor capacidad de adaptación a los cambios, capacidad que es directamente proporcional a la mejora de la gestión tecnológica.

- Los esfuerzos en I+D, iniciados en este sector por medio del Programa Nacional de Materiales y demás mecanismos de fomento del desarrollo tecnológico, requieren para su continuidad un impulso de consolidación y potenciación, ya que los efectivos humanos y económicos que actualmente se destinan a la I+D en el campo de los materiales avanzados son insuficientes si se comparan con las cifras que otros países de nuestro entorno dedican a estos temas.

- A pesar del riesgo sustancial que conllevan las inversiones en tareas innovadoras, en el caso de las tecnologías de los materiales existe un aspecto que compensa los efectos negativos de este riesgo. Este aspecto es el notable incremento de valor añadido al que conduce el desarrollo de estas tecnologías, desde la concepción del producto hasta su transformación y comercialización.

Por todo lo anterior, el sector público, consciente del potencial que representan las tecnologías integradas en el BQM y en particular las de los materiales avanzados, ha venido estableciendo acciones dirigidas a fortalecer estas tecnologías, con el objetivo fundamental de difundirlas e implantarlas en los procesos productivos de las empresas.

Así, en EEUU, Japón y la CE, el porcentaje de crecimiento de las ayudas públicas a la I+D en tecnologías químicas y de los materiales supera en los últimos años la media de crecimiento que reflejan el resto de los sectores, si bien la contribución de cada gobierno varía según su propia política tecnológica.

En el caso español y dentro de los materiales avanzados, el área que ocupa un mayor número de proyectos financiados con fondos públicos

en el periodo 1991-93 es la de materiales metálicos. De éstos, en torno a la mitad de la financiación concedida ha ido a proyectos de I+D relativos a la mejora de procesos en tratamientos térmicos y de superficies, entre otros.

A su vez, la demanda industrial de apoyo público presenta un perfil similar a la de los Proyectos de Investigación encuadrados en el Plan

Nacional de I+D (véase el Anexo I): predomina el interés en materiales poliméricos y en metales, se mantiene en cerámicos y composites y aparecen otros sectores industriales interesados en otros materiales avanzados. En el sector de materiales cerámicos, la aplicación de las nuevas tecnologías a las cerámicas convencionales ha logrado dar un impulso a las mismas y abrir nuevos mercados.

EL PROYECTO
MAT

Enmarcado en el Programa Nacional de Materiales y de acuerdo con las directrices elaboradas por la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Industria y Energía, se ha definido el **Proyecto MAT, Acción Integrada de Materiales Compuestos Avanzados para el Transporte**, que entró en vigor en 1992 y cuya duración se prolongará hasta 1995.

El objetivo estratégico general de esta Acción Integrada es incrementar el potencial tecnológico global del tejido industrial español mejorando su competitividad en colaboración con Centros Públicos de Investigación y Universidades, en los campos de aplicación de los materiales compuestos al sector transportes.

Los objetivos operativos de esta acción se encuadran en las siguientes cuatro categorías:

Objetivos Tecnológicos: persiguen la asimilación por parte de las empresas de tecnologías avanzadas en el área de los materiales compuestos, e incluyen:

- Generación de metodologías integradas de producción, desde el diseño hasta el comportamiento en servicio.
- Desarrollo y mejora de sistemas matriz/refuerzo y de las tecnologías asociadas.
- Automatización de procesos de producción.
- Potenciación del desarrollo de bienes de equipo.
- Optimización de la fiabilidad y mantenibilidad de los productos.

Objetivos Industriales: se pretende con ellos la canalización de los recursos empresariales de I+D hacia el área prioritaria definida con esta acción, haciendo especial hincapié en la concentración de esfuerzos e iniciativas en la especialización en esta área, donde es posible mantener una sólida posición internacional y en la que el potencial de desarrollo tecnológico es elevado.

Objetivos Económicos: basados en la incorporación de empresas al proceso innovador de esta área tecnológica, asegurando y afianzando así su participación en el mercado de los materiales compuestos avanzados y en el sector de transportes. Entre estos objetivos cabe destacar especialmente los dos siguientes:

- Diversificación de productos y acceso a nuevos mercados.
- Incremento del valor añadido de los productos actuales.

Objetivos Sociales: fundamentalmente referidos al afianzamiento del empleo actual y a la generación de nuevos puestos de trabajo dentro de los sectores relacionados. Se hará también especial hincapié en los objetivos de tipo medioambiental, de creciente importancia en el contexto social actual, y con una fuerte repercusión en el sector de transportes. Los objetivos más evidentes que se plantean son:

- Ahorro energético, a través de la introducción masiva de materiales cuya obtención y transformación suponga un menor coste energético y que a su vez supongan un ahorro energético en su utilización, debido a su menor peso y su mayor relación prestaciones/peso.
- Potenciación de materiales que permitan su reciclado y de los procesos de reciclado respectivos, para un mejor aprovechamiento de los recursos y la disminución del volumen de material de desecho, por los problemas medioambientales que plantea.

A continuación se describen las áreas de trabajo para el planteamiento y desarrollo de proyectos dentro de la Acción Integrada MAT en función de las áreas de aplicación.

- Materias primas e intermedios de síntesis.
- Materiales compuestos con propiedades específicas de uso en transporte, clasificados como sigue:
 - Materiales compuestos de matriz termoestable (epoxis, fenólicas, poliimidias, etc., con cualquier tipo de material de refuerzo).

- Materiales compuestos de matriz termoplástica (polipropileno, poliamida, etc., con cualquier tipo de material de refuerzo).
- Materiales compuestos de matriz metálica.
- Materiales compuestos de matriz cerámica y vítrea (excluyendo los materiales contemplados en el apartado siguiente).
- Materiales compuestos termoestructurales, incluyendo sistemas de matriz/refuerzo a base de carbono, carburo de silicio y otros especialmente concebidos para aplicaciones a temperatura elevada.
- Bienes de equipo e instalaciones

Se consideraría óptimo un esquema de formación de consorcios que comprendiera empresas y organismos pertenecientes a los tres grupos descritos en el cuadro anterior, esto es, cubriendo los distintos escalones del producto, desde la materia prima hasta su aplicación final, pasando por su transformación en componentes.

Por último, se prevé la configuración de dos tipos genéricos de proyectos dentro de la Acción MAT:

Proyectos tipo A: comprenden aquellos casos en que la tecnología a ser empleada requiera una fase de

TIPOS DE EMPRESAS SUSCEPTIBLES DE PARTICIPAR EN EL PROYECTO INTEGRADO MAT

Grupo I	Suministradores de materias primas Fabricantes y transformadores Usuarios y utilizadores
Grupo II	Ingenierías y fabricantes de bienes de equipo Actividades relacionadas (control de calidad, automatización, etc.)
Grupo III	Centros de investigación y Universidades

específicas para el procesado de estos materiales.

- Desarrollo de técnicas específicas de diseño, procesado, ensayo y control de calidad.
- Disminución del impacto medioambiental de las técnicas de producción y aumento del grado de reciclabilidad de las estructuras fabricadas.

La Acción Integrada se desarrollará dentro del sector de transportes y principalmente englobará los subsectores de automoción, naval, ferrocarril y espacial.

desarrollo previa a la fase de estudio, y el desarrollo de aplicaciones y prototipos dentro de las áreas de utilización.

Proyectos tipo B: en los que se supone que la tecnología tiene un cierto grado de desarrollo inicial, lo que permitirá simultanear el desarrollo de las aplicaciones y prototipos junto a la realización de un estudio más en profundidad de la tecnología de los materiales, sus procesos y su implantación a nivel nacional.

**PROYECTOS
CDTI:
CONCERTADOS,
DE DESARROLLO
TECNOLOGICO
Y DE INNOVACION
TECNOLOGICA**

Los proyectos empresariales susceptibles de ser apoyados por el CDTI pueden ser de tres tipos, en función de su grado de proximidad al mercado, el nivel de riesgo técnico y las inversiones necesarias:

PROYECTOS CONCERTADOS

Se trata de proyectos de investigación precompetitiva que entrañan un riesgo técnico elevado y cuyos resultados generalmente no son directamente comercializables. Se articulan a través de una colaboración necesaria entre empresas, centros públicos de investigación (universidades, CSIC) y/o centros tecnológicos. La financiación que presta el CDTI a este tipo de proyectos puede coordinarse con subvenciones del MINER y financiación adicional de las CCAA. Las líneas temáticas prioritarias deben ser acordes con los objetivos del Plan Nacional de I+D, con cuyos fondos se financian estos proyectos. Se financian mediante créditos sin intereses.

**PROYECTOS DE DESARROLLO
TECNOLOGICO**

Se trata de proyectos que involucran un riesgo técnico medio y que implican el desarrollo de nuevos procesos y/o productos con vistas a una posterior comercialización. Análogamente al caso anterior, la financiación del CDTI puede coordinarse con subvenciones del MINER y/o financiación de las CCAA. Su temática debe ser acorde con la estrategia del PATI o del PITMA (Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental). Estos proyectos, a diferencia de los anteriores, se financian con cargo a los recursos del propio CDTI, recursos que proceden de las recuperaciones de créditos de años anteriores y de los Presupuestos Generales del Estado. Se aplican créditos privilegiados (bajo tipo de interés).

**PROYECTOS DE INNOVACION
TECNOLOGICA**

La experiencia adquirida por el CDTI derivada del contacto conti-

**PROYECTOS, PRESUPUESTO TOTAL* Y APORTACIONES CDTI*
A PROYECTOS CONCERTADOS, DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACION
TECNOLOGICA EN MATERIALES, 1990-93**

		1990	1991	1992	1993	Total
Proyectos Concertados	Número	30	25	30	24	109
	Ppto. total	4.018,6	3.203,6	2.876,9	2.272,9	12.372,0
	Aport. CDTI	1.630,6	1.351,6	1.105,9	904,6	4.992,7
Proyectos de Desarrollo Tecnológico	Número	16	17	16	17	66
	Ppto. total	3.635,7	3.594,0	3.382,1	2.538,2	13.150,0
	Aport. CDTI	1.229,5	1.338,2	1.157,8	967,7	4.693,2
Proyectos de Innovación Tecnológica	Número	—	—	1	5	6
	Ppto. total	—	—	167,5	2.530,9	2.698,4
	Aport. CDTI	—	—	33,5	506,1	539,6
TOTAL	Número	46	42	47	46	181
	Ppto. total	7.654,3	6.797,6	6.426,5	7.342,0	28.220,4
	Aport. CDTI	2.860,1	2.689,8	2.297,2	2.378,4	10.225,5

* En Mpta. Fuente: CDTI

nio con las empresas, le ha inducido recientemente a incorporar ayudas financieras a un nuevo tipo de proyectos que tienen como objetivo la incorporación y adaptación creativa de nuevas tecnologías. La financiación se realiza conjuntamente entre el CDTI y una entidad bancaria que haya suscrito previamente un convenio de colaboración con CDTI. En esta modalidad, el CDTI aporta hasta un 25% del presupuesto total del proyecto mediante un crédito privilegiado, subvencionando en cuatro puntos el tipo de interés que aplique el Banco sobre la parte que éste aporte (hasta un 25% adicional). Se aplican fórmulas de cofinanciación con entidades bancarias. El CDTI concede créditos a bajo tipo de interés y subvenciona en cuatro puntos el tipo de interés bancario.

En el cuatrienio 1990-93 el CDTI ha financiado un total de 181 proyectos relativos a materiales, de los que

un 60% son Proyectos Concertados, un 37% son Proyectos de Desarrollo Tecnológico y un 3% de Innovación Tecnológica. Estos proyectos han movilizado cerca de 29.000 Mpta, de los que el CDTI ha financiado un 36%. El peso de los Proyectos de Innovación Tecnológica es, evidentemente, muy escaso, al haber comenzado su andadura en 1992.

Una manera de analizar la adecuación de los objetivos científicos del Plan Nacional de Materiales (ver Anexo I) a la demanda industrial, consiste en relacionar los temas de investigación financiados por el Plan, con aquéllos propuestos por las empresas que se encuadran en el área de materiales y encauzados a través de los Proyectos Concertados (financiados por el Plan), y Proyectos de Desarrollo Tecnológico (financiados con recursos del PATI del Ministerio de Industria y Energía), ambos gestionados por el CDTI.

**PROYECTOS DE INVESTIGACION, CONCERTADOS Y DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
SEGUN OBJETIVOS CIENTIFICO-TECNOLÓGICOS, 1988-92**

Area	Proyectos de Investigación (a)		Proyectos Concertados (b)		Proyectos de Desarrollo Tecnológico (c)	
	Número	Mpta	Número	Mpta	Número	Mpta
Metálicos	102	676,5	31	1.344,4	23	2.164,9
Cerámicos	33	440,7	26	1.020,3	19	1.362,6
Compuestos	49	656,9	15	835,2	8	566,4
Fotónicos	22	263,9	—	—	—	—
Polímeros	55	647,4	28	1.373,7	15	950,6
Electrónicos y Magnéticos	95	1.167,4	13	824,8	—	—
Catalizadores	41	524,7	7	357,8	1	29,2
Biomateriales	13	122,9	3	134,4	—	—
Otros	9	89,9	8	382,6	6	337,0
TOTAL	419	4.889,5	131	6.273,2	72	5.410,7

(a) Financiados por el Plan Nacional de I+D y gestionados por la Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

(b) Financiados por el Plan Nacional de I+D y gestionados por el CDTI.

(c) Financiados y gestionados por el CDTI.

Fuente: CDTI y Secretaría General del Plan Nacional de I+D, elaborados por Criado *et al.* en la Comunicación "Programa Nacional de Materiales 1988-1992: una primera evaluación", dentro de las "II Jornadas de Investigación sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad", Salamanca, 13-14 de octubre de 1993.

Lo primero que se observa a la vista del cuadro anterior es la gran diferencia en cuanto al número de proyectos según tipos y, por lo tanto, en el coste medio por proyecto: 11,7 Mpta en Proyectos de Investigación, 47,9 Mpta en Concertados y 75,1 Mpta en Desarrollo Tecnológico.

En cuanto a la cantidad de proyectos por objetivos, cabe destacar el carácter eminentemente básico de la investigación sobre materiales metálicos (102 Proyectos de Investigación), frente al bajo número de Proyectos Concertados. Algo similar ocurre en materiales electrónicos y magnéticos que claramente se mueven aún en un nivel de investigación básica, como se desprende del hecho de que no haya habido un sólo Proyecto de Desarrollo Tecnológico en este área frente a los 95 Proyectos de Investigación que se encuadran en la misma.

Otras áreas que muestran características similares son las de biomateriales, materiales fotónicos y catalizadores. Esta situación puede atribuirse a una doble causa: por un lado, se trata de temas de investigación puntera y, por otro, existe una escasa o nula actividad industrial en estos campos.

Por otra parte, la demanda industrial más acentuada proviene de los materiales metálicos, cerámicos y poliméricos.

ANÁLISIS DE EMPRESAS

En el periodo 1990-93 han obtenido financiación del CDTI en el área de Materiales un total de 137 empresas para los 181 proyectos aprobados, lo que supone 1,3 proyectos por empresa. Si se observan sus tamaños relativos, tanto en facturación como en número de empleados, se identifica un primer grupo de grandes empresas con más de 5.000 Mpta de cifra de negocios, que es, además, el grupo más numeroso. Esto se explica por la presencia de un significativo colectivo de importantes firmas, tales como Iberdrola, Campsa, Cu-

biertas y Mzov, Renfe, Repsol, Casa, Roca, Altos Hornos de Vizcaya, Grupo Inespal, Acerinox, Auxini, EN Bazán, Carburos Metálicos, Enusa, Uralita, Valenciana de Cementos, Aiscondel, Indo, Famosa, ITP y un largo etcétera.

Cruzando la información del tamaño con el sector de actividad, se identifican entre las grandes empresas anteriormente señaladas dos grupos diferenciados: productores de materiales (en los subsectores del metal, de los minerales no metálicos y de la química) y grandes usuarios de materiales avanzados (constructoras y fabricantes de elementos de transporte).

En lo que respecta a las empresas de menor dimensión —aquellas con menos de 250 empleados—, se evidencia la existencia de 84 empresas, que suponen un 62% del total. En este colectivo de *pymes* se reproduce el esquema de las grandes: coexisten, por tanto, pequeños productores de materiales avanzados sumamente especializados con usuarios de pequeña dimensión. La mayor diferencia con el grupo de las grandes estriba en que muchas *pymes* usuarias son industrias auxiliares proveedoras de los grandes constructores de elementos de transporte, que son los usuarios de gran dimensión identificados anteriormente.

Destaca, por otro lado, un tercer colectivo de empresas de mediana dimensión, en el que es muy significativa la presencia de industrias del sector azulejero, que constituye sin lugar a dudas uno de los sectores más dinámicos de la industria española, no sólo desde el punto de vista de la innovación y el desarrollo tecnológico, sino también y muy especialmente del de su internalización.

Finalmente, se pueden hacer algunos breves comentarios sobre los sectores de actividad de las empresas que han desarrollado proyectos en el área de materiales con la ayuda financiera del CDTI.

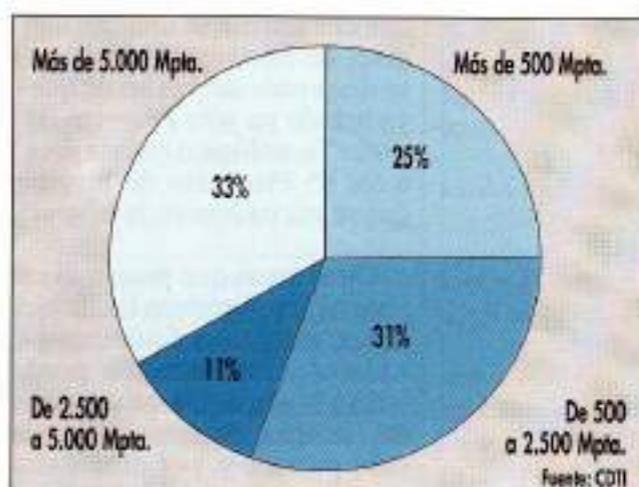
La distribución de las empresas por rama de actividad, clasificadas de acuerdo con sus CNAE-93 a dos dígitos y agrupándolas en sectores más amplios para facilitar la lectura, se muestran en el gráfico adjunto. Las ramas de actividad más representadas son las de metalurgia y productos metálicos, industria química y petroquímica, y productos minerales no metálicos, con 25, 24 y 18 empresas, respectivamente. Estos tres colectivos representan la mayor parte de las empresas desarrolladoras, a las que habría que añadir algu-

te, fabricantes de maquinaria mecánica y eléctrica e instrumentación (23 empresas), material de transporte (11), manufacturas (6) y construcción (4 empresas).

Como conclusión de este sucinto análisis, se puede señalar la existencia de un tejido industrial bastante diversificado, con existencia de empresas productoras y usuarias de materiales avanzados repartidas casi a partes iguales. Si acaso, podría señalarse la necesidad de que este colectivo de empresas, que se encuentra

DISTRIBUCION DE LAS EMPRESAS CON PROYECTOS CDTI EN EL AREA DE MATERIALES POR FACTURACION, 1990-93

Por rangos de facturación	N.º empresas
Menos de 500 Mpta	33
De 500 a 2.500 Mpta	41
De 2.500 a 5.000 Mpta	15
Más de 5.000 Mpta	44
No disponible	4
TOTAL	137

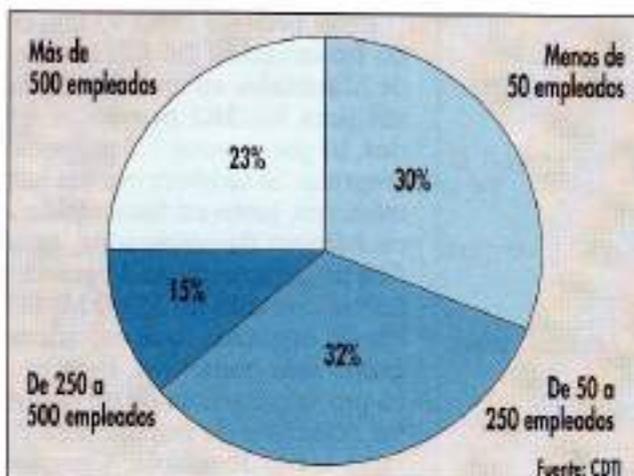


nas otras que llevan a cabo su actividad en los sectores del plástico, la minería (incluido el tratamiento de combustibles nucleares) y la I+D. Por otro lado, se identifican diversos tipos de usuarios: fundamentalmen-

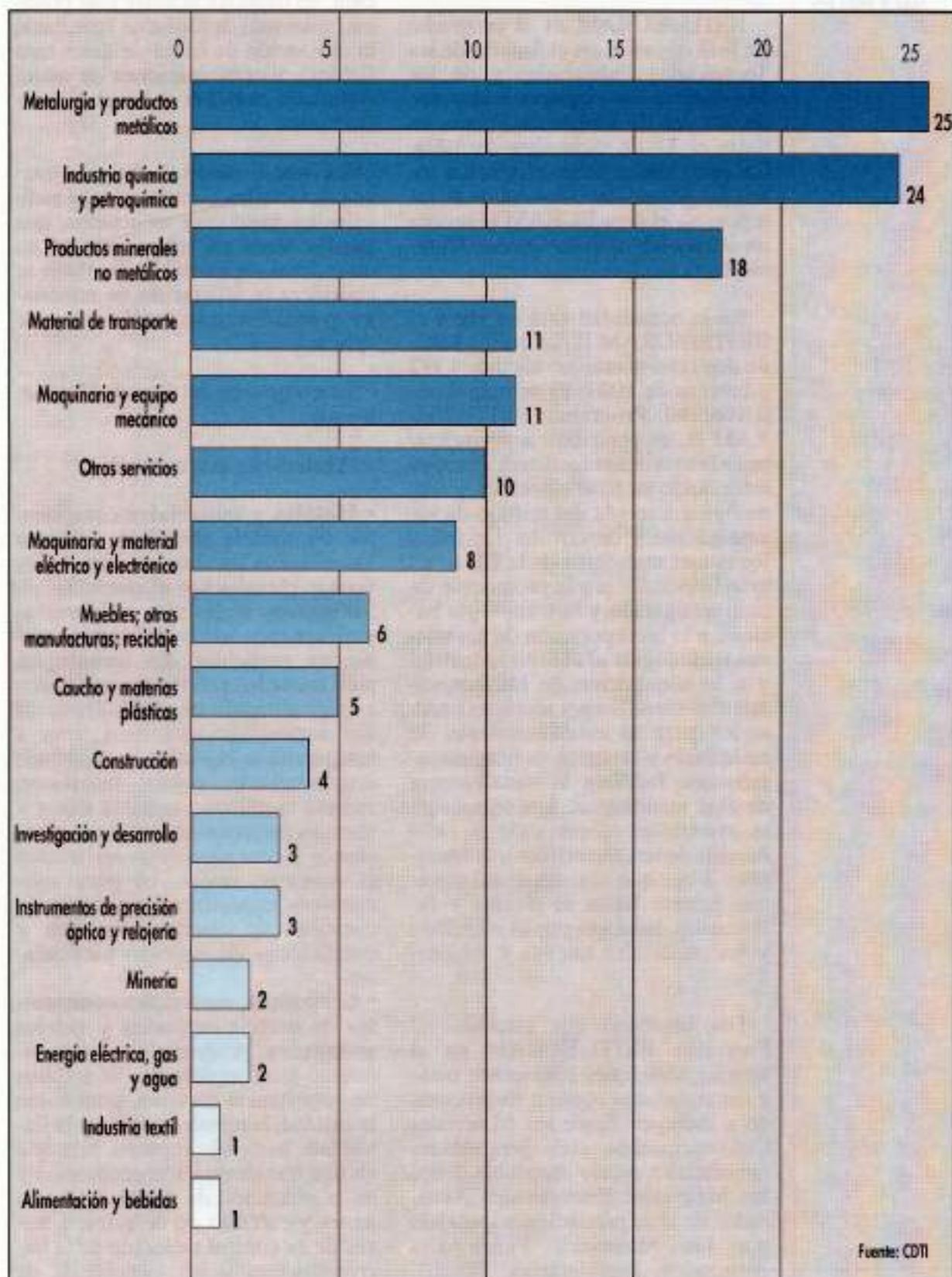
trabajando en algunas de las tecnologías para las que se augura un prometedor futuro, aumente hasta adquirir una masa crítica suficiente como para tener una mayor visibilidad en los mercados internacionales.

DISTRIBUCION DE LAS EMPRESAS CON PROYECTOS CDTI EN EL AREA DE MATERIALES POR NUMERO DE EMPLEADOS, 1990-93

Por rangos de empleados	N.º empresas
Menos de 50 empleados	41
De 50 a 250 empleados	43
De 250 a 500 empleados	21
Más de 500 empleados	31
No disponible	1
TOTAL	137



DISTRIBUCION DE LAS EMPRESAS CON PROYECTOS CDTI EN EL AREA DE MATERIALES
POR SECTOR DE ACTIVIDAD, 1990-93



PROGRAMAS
INTER-
NACIONALES

PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA CE

CONTENIDO DEL PROGRAMA

BRITE/EURAM es el programa de I+D de la CE en el ámbito de las Tecnologías Industriales y de los Materiales. Su vigencia como tal, dentro del III Programa Marco, es hasta el 31 de diciembre de 1994. Las actividades de investigación sobre los Materiales Avanzados se integran en el área EURAM (*European Research on Advanced Materials*).

En la actualidad está en vigor el BRITE/EURAM II del que ha habido dos convocatorias: abril de 1992 y febrero de 1993. El principal objetivo del Programa BRITE/EURAM II, es contribuir a revitalizar la industria manufacturera europea reforzando su base científica y tecnológica a través del trabajo de investigación y desarrollo. En todos los países miembros de la CE se da gran importancia a la promoción de la investigación y la tecnología básicas, a la incorporación de las nuevas tecnologías al ámbito industrial y a la adquisición de los conocimientos científicos y técnicos necesarios para el establecimiento de estándares y criterios de normalización que faciliten la transferencia de esas tecnologías. Las tecnologías avanzadas cubren todo el ciclo de vida de los materiales y contemplan áreas que van desde las materias primas hasta el diseño y fabricación, pasando por el reciclado y los materiales nuevos y mejorados.

Los objetivos que establece el Programa BRITE/EURAM en el área de Materiales conciernen tanto a los materiales como a su procesamiento e incluyen desde los Materiales Convencionales con propiedades mejoradas a precio razonable, hasta los Materiales Estructurales Avanzados de altas prestaciones, pasando por los Materiales Funcionales Avanzados, Ingeniería de Superficies y *joining technology*. Se priori-

za la investigación en la obtención de materiales mejorados que permitan ampliar sus rangos de aplicación, de especificaciones más precisas, usos más apropiados (mediante la utilización de bases de datos más fiables), y combinaciones de materiales con mayores aplicaciones industriales.

La investigación se dirige a nuevos desarrollos o innovaciones radicales en materiales avanzados, que puedan tener un efecto *spin-off* en otras áreas industriales. También se considera la utilización de materiales avanzados en un amplio rango de aplicaciones.

Los objetivos del área de Materiales son:

a) Materiales estructurales:

• **Metales y materiales compuestos de matriz metálica:** afianzar los avances necesarios para aprovechar plenamente el potencial de los nuevos materiales compuestos y aleaciones, así como su procesamiento; en particular, las tecnologías para tratar los problemas asociados a la producción en serie. Desarrollar superaleaciones resistentes a temperaturas elevadas, compuestos intermetálicos, polvos metálicos, vidrios metálicos, metales duros y metales refractarios, así como aleaciones y revestimientos resistentes al desgaste, realizados para aplicaciones específicas con especificaciones de diseño complejas y condiciones de servicio particulares.

• **Cerámicas, materiales compuestos de matriz cerámica y vidrios avanzados:** progresar en el conocimiento y las tecnologías de ámbitos de importancia decisiva, tales como la calidad, la transformación y la fiabilidad, haciendo especial hincapié en una transformación económica y en la obtención de productos resistentes y carentes de defectos, a través de un control mejorado de la microestructura y las tecnologías de proceso.

• **Polímeros y materiales compuestos de matriz polimérica:** alcanzar una mayor comprensión de las relaciones entre estructura, morfología y propiedades, extendiendo estos hallazgos a la relación entre las propiedades de los materiales y sus vías de procesado. Conseguir nuevos termoplásticos técnicos que mantengan sus propiedades mecánicas a una temperatura elevada y que puedan producirse utilizando las vías térmicas de procesado de menor coste. Obtener sistemas poliméricos compatibles con el medio ambiente, es decir, desarrollar métodos para la producción de materiales reciclables o reutilizables.

b) Materiales funcionales para aplicaciones magnéticas, de superconductividad, ópticas, eléctricas y biomédicas:

• **Magnéticos:** responder a la necesidad de nuevos materiales con propiedades magnéticas mejoradas que puedan procesarse fácilmente, como materiales magnéticos avanzados, incluidos los imanes duros, semiduros y blandos, y su integración en componentes y sistemas.

• **Superconductores a alta temperatura:** desarrollar superconductores de temperatura crítica elevada y de gran densidad de corriente y de flujo, para aplicaciones de potencia, que puedan combinarse con otros materiales a temperaturas de transformación reducidas. Avanzar en la comprensión de los nuevos materiales superconductores y sus propiedades intrínsecas.

• **Conductores eléctricos e iónicos:** progresar en la tecnología de síntesis y procesado de conductores y de matrices de material conductor que se encuentren en una fase poco avanzada de desarrollo tecnológico. Abrir nuevas áreas de aplicación tales como hilos eléctricos, dispositivos para el almacenamiento de energía y aparatos acústicos. Desarrollar los materiales necesarios para sistemas de células de combustible para la producción de electricidad limpia. Avanzar en la comprensión de los lí-

mites de la tecnología actual y los medios por los que estos límites pueden superarse gracias a nuevos métodos de procesado.

• **Ópticos:** tratar los problemas más urgentes, entre los que se incluyen la disponibilidad de materiales ultrapuros de escasa pérdida óptica para sistemas de transmisión y la transformación de materiales, o su fabricación mediante deposición química de vapores, en 2 y 3 dimensiones.

• **Biomateriales:** satisfacer las necesidades de nuevos biomateriales, incluidas las aleaciones de metales, las cerámicas, los materiales compuestos, los vidrios, los polímeros y los adhesivos para aplicaciones tales como las implantaciones ortopédicas y dentales, las sustituciones de tejidos blandos y líquidos corporales así como los aparatos internos o externos de carácter permanente o provisional. Desarrollar tecnologías para operaciones rentables de fabricación de objetos, procedimientos clínicos y sistemas de rehabilitación.

c) Materiales básicos producidos en grandes cantidades:

• **Materiales de envasado y embalaje:** mejorar las tecnologías necesarias para el procesado rentable, incluida la automatización y el control en línea, la introducción de materiales naturales, la sustitución de materiales tóxicos y un mejor reciclado de los sistemas de materiales.

• **Nuevos materiales de construcción:** mejorar los materiales que se utilizan en la actualidad en la construcción civil y desarrollar nuevos materiales, incluidos los materiales compuestos, que sean capaces de reunir a un tiempo características funcionales y estructurales. Resultan aquí de especial interés los modelos de predicción del comportamiento a largo plazo de los materiales, incluyendo la fiabilidad, y el desarrollo de métodos que permitan al diseñador tener en cuenta su aceptabilidad desde el punto de vista medioambiental y de los consumidores.

ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA
EN EL PROGRAMA BRITE-EURAM II

En la 1ª convocatoria BRITE/EURAM en 1992, la participación española cubrió todas las áreas y subáreas contempladas en el Programa.

Respecto a la 2ª Convocatoria del Programa, en 1993, la participación española en propuestas es destacada en Reciclado y Recuperación de Residuos Industriales y en Materiales Estructurales (especialmente en Metales, seguidos de Cerámicas y Polímeros); medianamente buena en

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA 1ª Y 2ª CONVOCATORIAS DEL PROGRAMA
BRITE/EURAM II EN TODAS LAS ÁREAS, 1992-93

		1ª Convocatoria	2ª Convocatoria	TOTAL
Número de Proyectos	total	240	235	475
	España	57	67	124
Fondos a Proyectos (Mecu)	total	386	370	756
	España	25,4	27,5	52,9
Reparto de Fondos (España)	Industria	73%	67%	70%
	Centros Públicos	13%	20%	17%
	Universidad	14%	13%	13%
Número de Socios	total CE	1.449	1.377	2.826
	España	85	106	191

Fuente: CDTI

En el área de Materiales, la participación española más alta en proyectos fue en la subárea de Materias Primas. En Materiales Magnéticos, Superconductores y Biomateriales no hubo proyectos. Tampoco los hubo en Materiales para Embalaje.

En lo que a Materiales Estructurales se refiere, destaca el porcentaje de éxito [(número de proyectos/número de propuestas)] de la participación española en Cerámicas y Polímeros y sus Compuestos, aunque es mayor el número de propuestas en Metálicos. En cuanto a Materiales Funcionales, el porcentaje de éxito en Magnéticos, Superconductores y Biomateriales es cero, al no haber sido admitida ninguna propuesta. Es interesante remarcar que en el área 1.2.2. "Reciclado, recuperación y reutilización de materiales avanzados", el porcentaje de éxito ha sido del 100% al haber sido admitidas las 2 únicas propuestas con participación española.

Materias Primas, y pobre en Materiales Funcionales (algo mejor en Conductores y Biomateriales) y en Materiales de gran Consumo (especialmente en Materiales para Construcción). En el área 2, se detecta una importante participación en el apartado de Técnicas de Fabricación para el uso industrial de Materiales Avanzados.

En cuanto a proyectos, las áreas con mayor participación española han sido: Diseño de Productos y Procesos (28 socios españoles), Fabricación (27), Materiales Estructurales (18) y Materias Primas (13). Hay otras áreas con escasa o nula participación española: Materiales Funcionales e Ingeniería y Gestión, con una participación española escasa, y Materiales para Embalaje y Construcción, área en la que no hay ningún proyecto aprobado con participación española.

**PARTICIPACION ESPAÑOLA EN LA 1ª CONVOCATORIA DEL PROGRAMA
BRITE/EURAM II, 1992**

Areas	Propuestas presentadas (PP)	Proyectos aprobados (PA)	Porcentaje de éxito (PA/PP)
Materias Primas	45	19	42
Tecnología de la prospección minera	26	10	38
Tecnología minera	10	5	50
Tratamiento de minerales	9	4	44
Reciclado	29	4	14
Reciclado y recuperación de residuos industriales, incluidos metales no férricos	27	2	7
Reciclado, recuperación y reutilización de materiales avanzados	2	2	100
Materiales Estructurales	74	11	15
Metales y materiales compuestos de matriz metálica	37	2	5
Cerámicas, materiales compuestos de matriz cerámica y vidrios avanzados	15	5	33
Polímeros y materiales compuestos de matriz polimérica	22	4	18
Materiales Funcionales	39	3	8
Magnéticos	8	0	0
Superconductores a alta temperatura.	3	0	0
Conductores eléctricos e iónicos	11	2	18
Ópticos	12	1	8
Biomateriales	5	0	0
Básicos de gran consumo	6	1	17
Materiales de embalaje	1	0	0
Nuevos materiales de construcción	5	1	20
Diseño	108	20	18
Herramientas y técnicas innovadoras de diseño	49	8	16
Metodologías para componentes complejos	12	3	25
Facilidad de mantenimiento y fiabilidad	47	9	19
Fabricación	95	19	20
Herramientas y técnicas para la fabricación de alta calidad	58	14	24
Técnicas de fabricación para el uso industrial de materiales avanzados	19	3	16
Enfoque integrado de la ingeniería química y de procesos	18	2	11
Estrategias	34	7	21
Estrategias para la integración del diseño	19	5	26
Ingeniería	10	1	10
Factores humanos en la ingeniería y la gestión de la fabricación	5	1	20

Fuente: CDTI

**PARTICIPACION ESPAÑOLA EN PROYECTOS, 2ª CONVOCATORIA DEL PROGRAMA
BRITE/EURAM II, 1993**

Area	Participación española en proyectos aprobados		
	Entidades participantes	Subvención concedida (Kecu)	% Subvención concedida (España/CE)
Materias Primas	13	2.784	9,0
Reciclado	12	3.778	22,2
Materiales Estructurales	18	4.546	7,0
Materiales Funcionales	6	1.010	2,0
Materiales Básicos	0	0	0
Diseño de Productos y Procesos	28	7.492	8,2
Fabricación	27	7.402	8,4
Estrategias de Ingeniería y Gestión	2	468	1,8
TOTAL BRITE/EURAM	106	27.480	7,4

IV PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA CE

En 1994 va a entrar en vigor el IV Programa Marco de I+D de la CE, de cinco años de duración, manteniéndose el Programa BRITE/EURAM, que pasará a denominarse BRITE/EURAM III. Las líneas de futuro en el área de Materiales van encaminadas a definir previamente las características y prestaciones requeridas en un producto, dirigiendo por tanto la investigación en materiales avanzados del producto al material y no a la inversa. Asimismo, se presta especial atención al desarrollo de productos más ecológicos, más reciclables y de mejores prestaciones, dentro del abanico de los ya existentes. Las líneas prioritarias que se establecen en el área de Materiales y sus tecnologías, dentro del IV Programa Marco, son:

a) Diseño de materiales e ingeniería del producto futuro

- Materiales de altas prestaciones.
- Nuevas aleaciones, composites y cerámicas.
- Nuevos superconductores.
- Nuevos materiales inteligentes.

b) Ingeniería química y procesado de materiales:

- Mejora del procesado, diseño y control para materiales complejos.
- Técnicas de ingeniería química y bioquímica.
- Desarrollo de materiales sintéticos: mayor fiabilidad, productividad y calidad del producto.
- Acciones Coordinadas para el tratamiento de materiales.

c) Fiabilidad de los materiales:

- Estudios básicos de modelización. Microdefectos.
- Control del deterioro.

d) Gestión racional de las materias primas y técnicas de reciclado:

- Nuevas tecnologías para el suministro. Tecnologías de exploración en profundidad.
- Nuevas técnicas de procesado.
- Aproximación multidisciplinar, uso, fragmentación y depósito de desechos.
- Nuevos materiales reciclables; sustitutivos de los tóxicos.
- Reciclado y reprocesado de productos industriales.

**EJEMPLO DE PROYECTO BRITE/EURAM
CON PARTICIPACION ESPAÑOLA**

Se trata de un proyecto de tipo industrial liderado por la Empresa Nacional Santa Bárbara, aprobado en la 1ª convocatoria del Programa (año 1992), en el que la participación española es particularmente importante. Intervienen cinco industrias (una de ellas *pyme*) y tres universidades, y los países involucrados son España, Reino Unido, Alemania y Bélgica.

El objetivo fundamental del proyecto es modelizar el proceso de bobinado de fibras para la fabricación de piezas en materiales compuestos. Su importancia radica en que, hoy en día, los costes en desarrollo son excesivamente elevados al no existir una modelización del diseño.

El proyecto plantea una serie de ensayos que serían dirigidos y tratados estadísticamente empleando el método "Taguchi". El estudio estadístico se haría en base a piezas-muestra con características determinadas.

El consorcio está formado por las siguientes empresas/organismos: Empresa Nacional Santa Bárbara (España), British Nuclear Fuels PLC (Reino Unido), GAIKER (España), BAKELITE GESELLSCHAFT GmbH (Alemania), AKZO FASER AG (Alemania), Instituto de Polímeros de Dresde (Alemania), Universidad de Lovaina (Bélgica) e INTA (España).

El Plan de Trabajo del proyecto es el siguiente:

- El Instituto de Polímeros de Dresde es el encargado de suministrar la fibra de vidrio, AKZO FASER suministra la fibra de carbono y BAKELITE, las resinas.

Estos tres estarían en contacto con el INTA y GAIKER para la realización de ensayos en piezas y sobre la materia prima.

- El British Nuclear Fuels actúa como usuario final en producción de piezas con características determinadas y la Universidad de Lovaina se encarga de definir sistemas de bobinado y de la fabricación de probetas de alta calidad, colaborando ambos en el estudio estadístico de los resultados.

- El INTA participa en el proyecto realizando ensayos y preparando probetas.

- GAIKER y British Nuclear Fuels llevarán a cabo parte de los ensayos y tratamientos estadísticos, parte de la que GAIKER llevará el control.

Por último, la Empresa Nacional Santa Bárbara, además de gestionar el proyecto, fabricará algunas probetas e implementará un conjunto de programas de ordenador.

Se pretende validar los programas sobre prototipos a escala industrial y se espera hacerlo sobre más de una pieza.

EUREKA

Eureka es el nombre del programa europeo de cooperación en el terreno de la I+D civil. La iniciativa Eureka se puso en marcha tras su aprobación por la Conferencia de Ministros de 19 países europeos y de la Comisión de la CE, que participaba como un país más, en julio de 1985.

En la Conferencia de Hannover de noviembre de ese mismo año, se firmó la Declaración de Principios Eureka, en la que se regulan los mecanismos de funcionamiento del Programa.

El propósito fundamental del Programa Eureka, según se desprende de la declaración de principios de la

Conferencia de Hannover, es aumentar la productividad y la competitividad de las industrias europeas y de sus economías nacionales en el mercado mundial, a través de la generación de productos, procesos y servicios que tengan clara incidencia en el mercado mundial y que estén basados en tecnologías avanzadas.

Las áreas de tecnologías aplicadas de interés en el Programa Eureka son la totalidad de las que forman el conjunto que se denomina Nuevas Tecnologías y son, por orden de importancia según la inversión asociada (periodo 1985-91):

- Tecnologías de la Información (1.823 Mecu)
- Tecnologías de las Comunicaciones (1.545 Mecu)

**PROYECTOS EUREKA EN EL AREA DE MATERIALES Y ESTADO DE LOS MISMOS
JUNIO 1993**

Áreas Eureka en Materiales	Número de Proyectos	Estado de los Proyectos	
		Finalizados	Anunciados (*)
Desarrollo de Nuevos Materiales	12	3	9
Nuevas Aplicaciones Avanzadas	35	3	32
Mecánicas	14	2	12
Construcción	7	0	7
Eléctricas/ópticas	9	0	9
Procesos	5	1	4
Nuevos Procesos, Fabricación	16	1	15
Metales	8	0	8
No metales	8	1	7
Equipos de análisis, diseño de códigos y estándares	7	1	6
Análisis	5	1	4
Códigos y Estándares	2	0	2
TOTALES	70	8	62

(*) Proyectos Anunciados son los que se presentan en cada Conferencia Ministerial.
Fuente: CDTI.

- Robótica y Automatización industrial (1.266 Mecu)
- Biotecnología y tecnologías Médicas (871 Mecu)
- Medio Ambiente (867 Mecu)
- Transporte (764 Mecu)
- Energía (586 Mecu)
- Láseres (344 Mecu)
- Materiales (318 Mecu)

La inversión asociada en proyectos en Materiales representa apenas un 4% del total de la inversión (8.384 Mecu). Además, en contraste

riales, están muy relacionados con este área.

Al mismo tiempo, hay una serie de proyectos pertenecientes a otras áreas pero relacionados con Materiales. Estos proyectos se distribuyen de la siguiente forma:

La participación española en proyectos de Materiales es del 16%, con 10 proyectos anunciados sobre un total de 62, uno de ellos liderado por España. Se trata del proyecto EU-977 EUROPOLYMERS, aprobado el 24 de junio de 1993 en la Conferencia Ministerial de París, y que llevan a cabo conjuntamente España y Francia. El presupuesto total es de 235 Mpta, de los que 200 Mpta, un 85,1%, corresponden a la parte española. La empresa española líder del proyecto es EUROCI, S.A., y la francesa, Matra.

El proyecto consiste en el desarrollo y producción industrial de circuitos impresos con tecnología de doble cara, basada en conexiones eléctricas entre agujeros con titas conductoras. EUROCI, S.A. desarrollará todas las fases del proyecto: viabilidad, definición e implementación, hasta el desarrollo total. Matra Francia se limita a realizar las pruebas de aceptación.

PARTICIPANTES ESPAÑOLES EN EL AREA DE MATERIALES DEL PROGRAMA EUREKA

A lo largo del periodo 1988-93 han sido 10 los proyectos Eureka con participación española en el área de Materiales y el número de participantes españoles en estos proyectos, 12.

PROYECTOS EUREKA RELACIONADOS CON EL AREA DE MATERIALES

Areas Eureka	Núm. de Proyectos
Biotecnología	8
Energía	8
Medio Ambiente	7
Tecnologías de la Información	1
Robótica	5
TOTALES	29

con otras áreas del Programa, el área de Materiales no incluye grandes proyectos. Aunque hay proyectos de gran tamaño, en general los proyectos de materiales pertenecen al grupo de los de menor dimensión (con un presupuesto medio de 5,35 Mecu por proyecto), si se comparan con el presupuesto medio de la totalidad de proyectos (20,04 Mecu).

En la cartera de proyectos del área de Materiales se incluyen, a fecha de junio de 1993, 62 proyectos en marcha y 8 proyectos ya terminados, sin contar otros proyectos que, aunque no clasificados en el área de Mate-

Cuadernos CDTI

**EMPRESAS Y ORGANISMOS ESPAÑOLES PARTICIPANTES EN PROYECTOS
EUREKA DEL AREA DE MATERIALES**

Empresa/Organismo	Facturación 1992 (Mpta)	Número empleados 1992
Cristalería Española, S.A.	42.060	2.470
SENER Ingeniería y Sistemas, S.A.	8.750	730
ROBOTIKER	817	96
LABEIN	681	202
CERATEN (Cerámicas Tenaces, S.A.)	< 500	< 50
INESPAL	27.007	1.200
International Electronics, S.A.	180	13
José Mutiloa, S.A.	< 500	26
Vetrotex España, S.A.	6.527	430
Prointer-85, S.A.	150	25
INASMET	1.120	134
EUROCIR, S.A.	588	83

Fuente: CDTI.

PROYECTOS EUREKA CON PARTICIPACION ESPAÑOLA EN EL AREA DE MATERIALES (*)

Proyecto	Descripción
EU-13	Desarrollo de nuevos materiales para su utilización en el automóvil del futuro
EU-22	Desarrollo de un dispositivo integrado para el control de calidad de materiales por métodos no destructivos, mediante neutrografía
EU-209	Desarrollo de turbinas de gas a base de nuevos materiales para motores de automóviles
EU-269	Desarrollo de un sistema de juntas y uniones para mejorar la respuesta de las estructuras de aluminio a cargas de fatiga
EU-691	Desarrollo de un equipo industrial para procesos de soldadura por haz de electrones de alta potencia
EU-790	Desarrollo de nuevos materiales y sistemas de accionamiento para los nuevos modelos de escopetas de competición
EU-800	Proyecto paraguas iniciado por el Reino Unido para la coordinación y gestión de los proyectos referentes a las tecnologías de ingeniería de superficie de los materiales y sus aplicaciones industriales
EU-801	Proyecto paraguas iniciado por el Reino Unido para la coordinación y gestión de los proyectos referentes a las tecnologías de unión de los nuevos materiales que se incorporan a los productos, así como de sus procesos de fabricación
EU-903	Desarrollo de nuevas técnicas y materiales que mejoren la rentabilidad de las operaciones de encofrado en la edificación, incrementando la seguridad y reduciendo el esfuerzo que conllevan estas tareas. Los nuevos sistemas se basarán primordialmente en la introducción de materiales composites en los paneles verticales y horizontales utilizados en el encofrado en la construcción, sustituyendo a los actuales, que se fabrican en madera.
EU-977	Desarrollo y producción industrial de circuitos impresos con tecnología de doble cara basada en conexiones eléctricas entre agujeros con tintas conductoras.

(*) Para mayor detalle, ver Anexo V.

Fuente: CDTI.

**SERVICIOS
TECNOLOGICOS
Y
TRANSFERENCIA
DE
TECNOLOGIA**

Entre las funciones del CDTI se encuentran la promoción de la explotación industrial de las tecnologías desarrolladas por empresas y el desarrollo de instrumentos de apoyo a la innovación y a la transferencia de tecnología, apoyando la incorporación a las empresas de nuevas tecnologías que incrementen su competitividad, e impulsando la comercialización de las tec-

nologías desarrolladas por empresas españolas.

La transferencia de tecnología se trata según dos líneas:

- La línea de oferta tecnológica, cuyo objetivo es la comercialización y que se concreta en los denominados Proyectos de Promoción Tecnológica.
- La línea de asimilación tecnológica, que busca la detección de las ne-

PROYECTOS DE PROMOCION TECNOLOGICA, 1993

	Número	Presupuesto total (Mpta)	Aportación CDTI (Mpta)
Agroalimentación y Recursos Naturales	13	152,8	107,0
Calidad de Vida	13	160,6	109,4
Tecnologías de la Producción	12	138,7	97,1
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	18	199,6	139,6
TOTAL	56	651,7	453,1

Fuente: CDTI.

PROYECTOS DE PROMOCION TECNOLOGICA EN MATERIALES AVANZADOS, 1993

Empresa	Título del proyecto	Patente
Gres de Nules	Revestimientos cerámicos porosos de alta calidad	Protección de marca en todo el mundo
Industrias Químicas del Urumea, S.A.	Moldeo por inyección para la obtención de componentes cerámicos y metálicos	UE, EEUU, Japón
Orbital Europa	Producción de placas y folios para cromatografía de capa fina (CCF) y accesorios para la aplicación de esta técnica	España, EEUU
Polyéster Málaga	Barreras de seguridad para carreteras y autopistas	EEUU, Canadá, Méjico, UE, Japón, Malasia, Tailandia, Indonesia, Taiwan, China, Sudáfrica
Sers	Plancha para impresión offset ceramizadas	EEUU, Canadá, Japón, Brasil, Europa

Fuente: CDTI.

cesidades tecnológicas en las empresas españolas y su satisfacción a través de los mecanismos de oferta y demandada tecnológicas.

PROYECTOS DE PROMOCION TECNOLÓGICA

Dentro de los servicios de comercialización y de transferencia de tecnología, los Proyectos de Promoción Tecnológica son un instrumento válido para las empresas que buscan comercializar sus desarrollos tecnológicos. El CDTI contempla la financiación de este tipo de proyectos mediante créditos a bajo interés, y en ellos se contemplan cada una de las fases del proceso de comercialización de una tecnología: obtención de patente nacional, estudio de novedad internacional y extensión de la patente, etc. En 1993 el CDTI aprobó un total de 56 Proyectos de Promoción Tecnológica con un presupuesto cercano a los 652 Mpta. El CDTI financió el 69,5%.

De los 56 proyectos aprobados, 3 se pueden considerar como de materiales avanzados y pertenecen todos al área de Tecnologías de la Producción.

CENTRO DE ENLACE VALUE

El Centro de Enlace Value, unidad CDTI, es una de las 27 unidades financiadas por la Comisión Europea, Dirección General XIII, Programa Value, con el objetivo de promocionar la explotación y difusión de los resultados de la I+D desarrollada a través del Programa Marco de I+D de la CE.

En España, además de la unidad CDTI, y a propuesta de la CICYT, existe otra unidad diferenciada especializada en distintas funciones. Así, la unidad CICYT del Centro de Enlace Value está especializada en actividades de difusión, siendo sus usuarios las universidades y los CPIs, mientras que la unidad CDTI lo está en la explotación de los resul-

tados de la investigación, y sus usuarios son las empresas.

Para la explotación de los resultados de la investigación, la unidad CDTI actúa en dos líneas. La primera, la realización de los denominados *Vacro Days*, que son reuniones en las que los propietarios de un grupo de tecnologías de un sector las exponen ante un grupo de empresas que podrían estar interesadas en explotarlas. Este trabajo viene precedido de la identificación de las tecnologías transferibles y la preparación de las presentaciones por parte de un consultor contratado por la Comisión.

Durante 1993, los sectores en los que se han organizado *Vacro Days* son Calzado, CIM y Agroalimentación con más de 250 empresas participantes. En estas jornadas se han presentado un total de 17 tecnologías, de las cuales una, englobada en el sector del Calzado y que deriva de un proyecto BRITE/EURAM, se puede considerar dentro del área de Materiales.

Se trata de un nuevo sistema de preparación para el pegado del calzado. La innovación consiste en la sustitución del lijado por una imprimación, en el proceso de unión por pegado del piso al corte, y que es además la etapa que mayores exigencias presenta en cuanto a calidad del producto acabado.

El material de imprimación es un tipo de poliuretano en base disolvente que, en sustitución del lijado, se utiliza previamente a la aplicación del adhesivo. Sus ventajas son que refuerza la estructura del cuero y mejora las propiedades de adhesión entre capas del mismo cuero. Participan España y Francia.

Como segunda línea de actuación está la creación de una cartera de tecnologías españolas financiadas por la Comisión de cara a ofrecer su explotación a empresas europeas a través de la red de Centros de Enlace Value. Actualmente hay

una tecnología en cartera que procede de un proyecto BRITE/EURAM con importante participación española (Inasmet y Tekniker) y que se encuadra en el área de Materiales.

El proyecto BRITE/EURAM a partir del cual se desarrolló esta tec-

nología, giraba en torno a la deposición de finas capas de elementos como el tantalio, sobre diversos materiales sustrato utilizando técnicas de deposición de vapor de plasma químico. Se consigue de esta manera incrementar significativamente la resistencia a la corrosión del material sustrato.

ANEXOS

**ANEXO I:
EL PROGRAMA
NACIONAL
DE
MATERIALES**

El Programa Nacional de Materiales, englobado en el área de Tecnologías de la Producción y las Comunicaciones, ocupa el segundo lugar del Plan Nacional de I+D en cuanto a número de Proyectos de Investigación y el primero si se incluyen los recursos asignados a Proyectos Concertados.

Uno de los retos con que se enfrenta la estrategia del Programa Nacional de Materiales es el de conseguir que los resultados de la investigación básica repercutan en la esfera productiva, esto es, aprovechar la infraestructura y los recursos humanos actualmente involucrados en el área de investigación de los materiales de manera que se traduzcan en aplicaciones industriales concretas.

Para los responsables de este Programa, las líneas de actuación deberían centrarse en tres ejes básicos que incluyen las cerámicas, las aleaciones metálicas y los polímeros que, junto a las técnicas de catálisis, son las áreas de mayor incidencia potencial en España. Es importante asimismo potenciar la horizontalidad del programa y establecer criterios adecuados de evaluación de la calidad a la hora de priorizar determinado tipo de proyectos.

Con este Programa se pretende el desarrollo y aplicación de la tecno-

logía asociada a los nuevos materiales, así como su extensión al segmento básico del proceso industrial. Existe una amplia y cualificada comunidad científica que justifica la orientación de una investigación de calidad hacia ámbitos precompetitivos.

La cobertura de objetivos según las líneas prioritarias del Programa indica que existe una comunidad científica de cierto volumen en las áreas de materiales metálicos, poliméricos y cerámicos, así como en catalizadores y membranas. La actividad en materiales compuestos sigue en aumento aunque sigue siendo escasa dada la importancia del sector. La investigación en biomateriales sigue siendo bastante escasa, así como la de materiales fotónicos, semiconductores y superconductores.

ANÁLISIS POR EJES DE ACTIVIDAD

En cuanto a los **Proyectos de Investigación e Infraestructura** en el área de Materiales, en el quinquenio 1988-92 se han distribuido casi 13.000 Mpta (incluyendo Proyectos Concertados). En el cuadro siguiente se muestra la distribución de estos proyectos por tipo de organismo.

Los Proyectos de Investigación han sido realizados por cerca de 240 equipos, localizados en 53 institu-

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN E INFRAESTRUCTURA EN EL PROGRAMA NACIONAL DE MATERIALES. BALANCE DEL QUINQUENIO 1988-92

Organismo	Investigación		Infraestructura		Total	
	Número Proyectos	Mpta	Número Proyectos	Mpta	Número Proyectos	Mpta
Asoc. Investigación	42	516,4	7	111,2	47	627,6
CSIC	142	2.016,7	24	397,4	166	2.414,1
Universidad	224	2.290,4	74	1.109,0	298	3.399,4
OPIs	9	69,2	1	10,2	10	79,4
TOTAL	417	4.892,7	106	1.627,8	521	6.520,2

Fuente: Criado, E. *et al.* "Programa Nacional de Materiales 1988-92: una primera evaluación". II Jornadas de Investigación sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad, Salamanca, octubre 1993.

ciones y más de 65 institutos, departamentos universitarios y/u otros centros. Los 417 Proyectos de Investigación han tenido un coste medio de 12 Mpta, mientras que las 106 Acciones de Infraestructura han supuesto un coste medio de 15 Mpta. A lo largo del quinquenio se han ido incorporando nuevos equipos procedentes fundamentalmente de Asociaciones de Investigación y de Centros Tecnológicos de las diferentes CC.AA., pero el grueso de los recursos ha estado concentrado en un pequeño número de instituciones. De los 53 Centros de Investigación que han recibido subvenciones sólo 10 han superado los 250 Mpta en los cinco años de vigencia del Plan.

Por otra parte, la Universidad ha llevado a cabo, durante este periodo, 298 acciones de Proyectos de Investigación más Infraestructura, y el CSIC, 166. El conjunto de universidades ha recibido 3.400 Mpta, frente a los 2.414 del CSIC. Han participado equipos procedentes de 29 universidades, siendo las más activas las Autónoma y Complutense de Madrid y la Autónoma de Barcelona. En un segundo nivel se encuentran la Universidad de Zaragoza y las Universidades Politécnicas de Cataluña, Madrid y el País Vasco.

Las Asociaciones de Investigación han tenido una participación significativa, con casi el 10% de los recursos, mientras que los restantes OPIs se han quedado muy atrás, con una participación en torno al 1%.

En el capítulo de **Formación de Personal Investigador**, se han concedido 250 becas, con una financiación cercana a los 1.500 Mpta, cantidad que sitúa al Programa de Materiales a la cabeza del Plan Nacional de I+D en este capítulo.

ANÁLISIS POR ÁREAS TEMÁTICAS

En el cuadro siguiente se muestra la distribución por objetivos científico-técnicos de los proyectos de investigación llevados a cabo en el

Programa de Materiales durante el quinquenio 1988-92.

En cuanto a la distribución temática, en la Universidad han predominado los objetivos relativos a materiales metálicos, compuestos, electrónicos y biomateriales, mientras que el CSIC se ha centrado más en materiales cerámicos y catalizadores. En el caso de materiales poliméricos, el número de proyectos obtenidos por la Universidad ha sido mayor, pero en cuanto a financiación recibida, el CSIC ha recibido más fondos.

La presencia de otras instituciones es sólo significativa en el campo de los materiales compuestos y metálicos, y se basa fundamentalmente en la labor desarrollada por Asociaciones de Investigación y Centros Tecnológicos radicados en el País Vasco.

A la vista del cuadro, se pone de manifiesto la escasa participación de los centros de investigación españoles del CSIC en algunas áreas como los biomateriales, los materiales magnéticos y los fotónicos, al tiempo que se constata una mejora significativa en el caso de los materiales compuestos. Sin embargo, la comunidad científica (Universidades) ha prestado mayor atención a la superconductividad, donde se han obtenido mejores resultados que en las áreas anteriores, habiendo aumentado ostensiblemente la participación en las áreas de materiales metálicos y manteniéndose el nivel en materiales magnéticos y aleaciones ligeras.

Con todo, la característica más significativa es que se han cubierto prácticamente todas las áreas del programa, tanto en cuanto a investigación básica como en los aspectos de aplicación industrial.

El Ministerio de Industria y Energía participa en el desarrollo del Plan Nacional de I+D a través de las denominadas *Comisiones de Pro-*

grama, de entre las que la Comisión del Programa de Materiales ocupa un lugar destacado.

Las Comisiones de Programa son un instrumento importante para el desarrollo de la Ley de la Ciencia, y actúan como órgano de coordinación entre la Comisión Interminis-

terial de Ciencia y Tecnología (CICYT), su Comisión Permanente y los Organismos Gestores de los Programas, en los que se ven implicados diferentes departamentos ministeriales, lo que exige acordar una serie de objetivos, prioridades y recursos, así como velar por su cumplimiento.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (NUMERO Y PRESUPUESTO TOTAL) SEGUN OBJETIVOS
CIENTIFICOS PRIORITARIOS, PERIODO 1988-92

Area	CSIC		Universidad		Otros CPIs		TOTAL	
	Núm.	Mpta	Núm.	Mpta	Núm.	Mpta	Núm.	Mpta
Metálicos	27	292,9	62	559,7	13	123,9	102	676,5
Cerámicos	20	311,8	10	92,3	3	36,6	33	440,7
Compuestos	9	166,5	20	221,8	20	268,6	49	656,9
Fotónicos	4	53,6	18	210,3	—	—	22	263,9
Polímeros	21	349,0	29	231,3	5	67,1	55	647,4
Electrónicos (*)	35	496,0	50	584,7	6	43,8	91	1.124,5
Catalizadores	23	346,8	18	177,9	—	—	41	524,7
Biomateriales	—	—	13	122,1	—	—	13	122,1
Magnéticos	1	9,5	3	33,4	—	—	4	42,9
TOTAL	140	2.026,1	223	2.233,5	47	540,0	410	4.799,6

(*) Se incluyen semiconductores, superconductores y conductores iónicos.

Fuente: Criado, E. *et al.* "Programa Nacional de Materiales 1988-92: una primera evaluación". II Jornadas de Investigación sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad, Salamanca, octubre 1993.

ANEXO II: PROYECTOS CONCERTADOS, 1988-93

EMPRESA	CC.AA.	TITULO	PTO. TOTAL (6)
ACERINOX, S.A.	ANDALUCIA	ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y COMPORTAMIENTO DE NUEVOS ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS	MEDIO
ACERINOX, S.A.	ANDALUCIA	I+D DE LOS ALFAGENOS Y GAMMAGENOS DE ALEACION. APLICACION AL DESARROLLO DE UNA NUEVA FAMILIA DE ACEROS INOXIDABLES	ALTO
ACERINOX, S.A.	ANDALUCIA	I+D DE PROCESOS DE FABRICACION DE UNA NUEVA FAMILIA DE ACEROS AUSTENITICOS REFRACTARIOS	ALTO
ACICA. AGRUPACION DE EMPRESAS	MADRID	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE UN CUADRIPOLO SUPERCONDUCTOR. SU ELECTRONICA DE CONTROL Y CRIOSTATO	ALTO
ASCONDEL, S.A.	ARAGON	DESARROLLO DE ALEACIONES POLIMERICAS CON BASE DE POLICLORURO DE VINILO	ALTO
ASCONDEL, S.A.	CATALUÑA	I+D DE UN CATALIZADOR PARA LA REACCION DE OXICLORACION DE ETILENO EN LA SINTESIS DEL CLORURO DE VINILO	MEDIO
ASCONDEL, S.A.	ARAGON	INVESTIGACION DE UN NUEVO PROCESO DE OBTENCION DEL COPOLIMERO MB5	MEDIO
ASCONDEL, S.A.	CATALUÑA	INVESTIGACION PARA LA OBTENCION DE NUEVOS POLIMEROS ADECUADOS A LAMINAS IMPERMEABILIZANTES Y ADHESIVOS HOT-MELTS	ALTO
ALCOLOR, S.A.	VALENCIA	OBTENCION DE UN MASTER-BATCH DE COLOR DE MAXIMA COMPATIBILIDAD	MEDIO
ALEACIONES DE METALES SINTERIZADOS, S.A.	CATALUÑA	I+D DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE METALURGIA DE POLVOS PARA LA FABRICACION DE PIEZAS MECANICAS	ALTO
ALEACIONES DE METALES SINTERIZADOS, S.A.	CATALUÑA	I+D PARA LA OBTENCION DE ALEACIONES DE ALTA DENSIDAD Y BAJO COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL	MEDIO
ALEACIONES DE METALES SINTERIZADOS, S.A.	CATALUÑA	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE NUEVAS ALEACIONES MAGNETICAS DE ALTA DENSIDAD	ALTO
ALTOS HORNOS DE VIZCAYA, S.A.	PAIS VASCO	INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO EN CALIENTE DE MATERIALES REFRACTARIOS DE MgO-C	MEDIO
ALTOS HORNOS DE VIZCAYA, S.A.	PAIS VASCO	OPTIMIZACION DE LA MEZCLA DE MINERALES SOMETIDOS A SINTERIZACION PARA CONSUMO DEL ALTO HORNO	BAJO
ALTOS HORNOS DE VIZCAYA, S.A.	PAIS VASCO	OPTIMIZACION DEL PROCESO DE RECOCIDO CONTINUO EN LA OBTENCION DE CHIAPA PARA HDMALATA	MEDIO
ALTOS HORNOS DE VIZCAYA, S.A.	PAIS VASCO	PRESELECCION DE CARBONES PARA INYECCION EN ALTOS HORNOS.	BAJO
ASFALTOS ESPAÑOLES, S.A.	CATALUÑA	INVESTIGACION SOBRE LA IDONEIDAD DE LOS ASFALTOS PARA EMULSIONES Y MEZCLAS DE ASFALTO-POLIMERO	ALTO
AUXINI, S.A.	MADRID	OPTIMIZACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ESTRUCTURAS EMPUJADAS	BAJO
AZU-VI, S.A.	VALENCIA	PIEZAS DE REVESTIMIENTO POROSO DE PASTA BLANCA	BAJO
BONASTRE, S.A.	CATALUÑA	I+D DE CERMET Y NUEVAS ALEACIONES TENACES	MEDIO
BURDINOLA, S.COOP.	PAIS VASCO	ENCIMERAS DE LABORATORIO DE ALTA RESISTENCIA QUIMICA	BAJO
CABLES DE COMUNICACIONES, S.A.	ARAGON	POLIESTERES Y POLIESTERAMIDAS CL TRANSFORMABLES POR EXTRUSION E INYECCION	ALTO
CENTRO DE INVESTIGACION E.S.M., S.A.	MADRID	MODIFICACION DE BITUMES Y MEZCLAS ASFALTICAS CON CAUCHO RECICLADO	ALTO
CENTRO DE TECNOLOGIA DE CONTROL DE CALIDAD, S.A.	MADRID	I+D DE TECNICAS ULTRASONICAS APLICADAS AL CONTROL NO DESTRUCTIVO DE MATERIALES AVANZADOS Y A ALTA TEMPERATURA.	BAJO
CENTRO DE TECNOLOGIA DE CONTROL DE CALIDAD, S.A.	MADRID	I+D DE UN SISTEMA DE INSPECCION DE MATERIALES COMPUESTOS MEDIANTE TECNICAS AUTOMATICAS DE ULTRASONIDOS	BAJO
CERAMICA DEL NALON, S.A.	ASTURIAS	I+D DE MASAS REFRACTARIAS DE BASE ESPINELA	BAJO
CERAMICA SALONI, S.A.	VALENCIA	DESARROLLO DE ESMALTES CERAMICOS DE TIPO VITROCERAMICO CON ALTA RESISTENCIA A LA ABRASION Y ALTO PODER REFLECTANTE	BAJO
COJINETES DE FRICCION, S.A.	MADRID	DISEÑO Y PRUEBAS DE CELDA DE ENSAYO PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS ALEACIONES DE ALTA CAPACIDAD DE CARGA EN COJINETES DE FRICCION	BAJO
COJINETES DE FRICCION, S.A.	MADRID	I+D EN COJINETES DE FRICCION DE ALTA CAPACIDAD DE CARGA PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA	MEDIO
COMERCIAL DE FRENO, S.A.	MADRID	ESTUDIO DE MATERIALES MAGNETICOS PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO CALENTADOR ELECTRICO	ALTO
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S.A.	MADRID	ESTUDIO DE LA OPTIMIZACION DE PROPIEDADES DE CAST-FILM Y MEJORAS DE PROCESO	ALTO
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S.A.	MADRID	ESTUDIO DEL PROCESO DE DESHIDROCICLACION DE GASES LIQUADOS DEL PETROLEO CON CATALIZADORES ZEOLITICOS	ALTO
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S.A.	MADRID	ESTUDIO DEL REFUERZO Y ADITIVACION DEL POLIPROPILENO	ALTO

Cuadernos CDTI

COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S.A.	MADRID	I+D DE UN NUEVO CATALIZADOR PARA LA ISOMERIZACION DE CORRIENTES LIGERAS DE REFINERIA	MEDIO
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S.A.	MADRID	VIABILIDAD DE NUEVOS PROCESOS CATALITICOS HETEROGENEOS PARA LA ESTERIFICACION DE OLEFINAS	ALTO
COMPAÑIA INDUSTRIAL ASUA-ERANDIO, S.A.	PAIS VASCO	NUEVAS UTILIZACIONES DE COMPUESTOS DE ZN Y Pb RECUPERADOS DE LOS POLVOS RESIDUALES DE LAS ACERIAS	MEDIO
COMPAÑIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y ENSAYOS, S.A.	C. LA MANCHA	OBTENCION DE GEOPOLIMEROS PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS CON APLICACION EN RESTAURACION DE MONUMENTOS Y OBRAS CIVILES	BAJO
COMPAÑIA ROCA-RADIADORES, S.A.	CATALUÑA	I+D DEL PROCESO DE FABRICACION DE PORCELANAS SANITARIAS	ALTO
COMPAÑIA ROCA-RADIADORES, S.A.	CATALUÑA	MEJORAS DE PROCESO EN ARENAS PARA FUNDICION	MEDIO
COMPAÑIA VALENCIANA DE CEMENTOS PORTLAND, S.A.	VALENCIA	NUEVO CEMENTO BLANCO	ALTO
CONDUCTORES ELECTRICOS NAVARRO, S.A.	CATALUÑA	FORMULACION SEMICONDUCTORA PARA CABLES DE MEDIA TENSION	MEDIO
CONDUCTORES ELECTRICOS NAVARRO, S.A.	CATALUÑA	INVESTIGACION Y OBTENCION DE COMPUESTOS POLIMERICOS DIELECTRICOS Y NO DIELECTRICOS PARA CABLES DE B.T., M.T. Y A.T.	ALTO
CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS, S.A.	MADRID	DESAFIO ESPAÑA COPA AMERICA: DESARROLLO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES (QUILLAS, MASTIL Y TIMONEN) MATERIALES COMPUESTOS Y ALEACIONES LIGERAS	ALTO
COPRECI, S.COOP.LTDA.	PAIS VASCO	MATERIALES Y METODOS DE FABRICACION DE ELEMENTOS SENSIBLES PIEZORESISTIVOS	ALTO
CRISTALERIA ESPAÑOLA, S.A.	ASTURIAS	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE VIDRIOS ESPECIALES PARA AUTOMOCION (CARMAT 2000)	MEDIO
CRISTALERIAS DE MATARO, S.COOP. CATALANA LTDA.	CATALUÑA	INVESTIGACION DEL PROCESO DE OBTENCION DE VIDRIOS HUECOS RUMI EN FABRICACION AUTOMATICA CONTINUA	MEDIO
CUBIERTAS Y MZOV, S.A.	ASTURIAS	SISTEMA DE FORJADO DE BOMBICON	MEDIO
DIFFUSORA DE TAPONERIA, S.A.	CATALUÑA	ESTUDIO DE LAMINAS DE COMPLEJOS BARRERA PARA EL TERMOCONFORMADO DE CIERRES DE ENVASES	MEDIO
DIFFUSORA DE TAPONERIA, S.A.	CATALUÑA	INVESTIGACION, DESARROLLO Y APLICACION DE NUEVOS POLIMEROS EN LA INDUSTRIA DEL ENVASADO	MEDIO
EMBEDA, S.COOP. INDUSTRIAL	NAVARRA	DISEÑO Y DESARROLLO DE NUEVOS TECLADOS DE MEMBRANA	MEDIO
EMPRESA NACIONAL DE OPTICA, S.A.	MADRID	DISEÑO Y DESARROLLO DE UN LASER CO2 DE ALTA POTENCIA	ALTO
EMPRESA NACIONAL DE OPTICA, S.A.	MADRID	INVESTIGACION DE GELATINAS DICROMATADAS Y DISEÑO DE SISTEMAS HOLOGRAFICOS	ALTO
EMPRESA NACIONAL DE OPTICA, S.A.	MADRID	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE TRATAMIENTOS OPTICOS MULTICAPA INTERFERENCIALES PARA ALTA POTENCIA	ALTO
EMPRESA NACIONAL DE SIDERURGIA, S.A.	ASTURIAS	ESTUDIO DEL EMPUJE DE LOS CARBONES Y SUS MEZCLAS MEDIANTE UN HORNO DE PARED MOVIL SU RELACION CON LA CALIDAD DEL COQUE	ALTO
ERCROS, S.A.	MADRID	COPOLIMEROS ETILENO-ALCOHOL VINILICO (EVOH) PARA FILMES BARRERA AL COXIGENO DE USO EN ENVASADOS DE ALIMENTOS	ALTO
ERCROS, S.A.	MADRID	I+D DE MATERIALES CERAMICOS PIEZOELECTRICOS DIRIGIDO AL DESARROLLO DE COMPONENTES ACTIVOS	ALTO
ERCROS, S.A.	MADRID	MATERIALES CERAMICOS PARA MOTORES TERMICOS	ALTO
ESPAÑOLA DE PLACA DE YESOS, S.A.	MADRID	INVESTIGACION EN YESOS Y SUS TRANSFORMADOS	ALTO
FABRICA DE CERAMICA DE SARGADELOS, S.L.	GALICIA	DESARROLLO DE PROCESOS PARA OBTENCION DE DERIVADOS DE N4Si3	BAJO
FABRICACION DE HERRAMIENTAS Y UTENSILIOS, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE NUEVAS ALEACIONES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA HERRAMIENTAS DE CORTE	ALTO
FABRICAS ACURVADAS DE MUÑECAS DE ONIL, S.A.	VALENCIA	TECNOLOGIA DE FABRICACION DE JUGUETES (EUREKA CLEAN TOY, EU-592)	ALTO
FAOR ELECTRONICA, S.COOP.LTDA.	PAIS VASCO	I+D DE MATERIALES PARA SEMICONDUCTORES	ALTO
FELGUERA CALDERERIA PESADA, S.A.	ASTURIAS	ESTUDIO METALURGICO DE ACEROS AL CROMO-MOLIBDENO UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE RECIPIENTES A PRESION PARA SERVICIOS A ALTA TEMPERATURA	MEDIO
FERRO ENAMEL ESPAÑOLA, S.A.	VALENCIA	I+D DE UN RECUBRIMIENTO ESMALTADO Y DE SU PROCESO DE APLICACION EN PRODUCTOS FABRICADOS POR S.M.C.	BAJO
FERRO ENAMEL ESPAÑOLA, S.A.	VALENCIA	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS Y PLASTICOS DE INGENIERIA	ALTO
FIBERTECNIC, S.A.	PAIS VASCO	ESTRUCTURAS EN MATERIALES COMPUESTOS PARA USO A MUY BAJAS TEMPERATURAS	BAJO
FORJAS DE VILLALBA, S.A.	MADRID	APROVECHAMIENTO DE CALOR EN LA FORJA EN CALIENTE	MEDIO
FREEZE CAST EUROPA, S.L.	C. Y LEON	FUNDICION POR MOLDEO A BAJA TEMPERATURA	BAJO
FRENOS ELECTRICOS UNIDOS, S.A.	NAVARRA	INVESTIGACION DE NUEVOS MATERIALES (MAGNETICOS, METALICOS Y COMPOSITES) PARA DESARROLLAR UN RALENTIZADOR AVANZADO	ALTO
FUNDICIONES MIGUEL ROS, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE PROTOTIPOS EN FUNDICIONES A.D.I.	MEDIO

Cuadernos CDTI

FUTURA MEDICAL, S.A.	VALENCIA	APLICACION DE HIDROXIAPATITA MEDIANTE MICROFUSION CON LASER EN EL CAMPO ODONTOLÓGICO	ALTO
GALEGA DE IMPERMEABILIZACIONES Y REVESTIMIENTOS, S.A.	GALICIA	I+D PARA LA OBTENCION DE RESINAS EPOXI ALIFATICAS DE ALTA REACTIVIDAD Y BAJA TOXICIDAD	MEDIO
GEA COMPAÑIA IBERICA, S.A.	C. Y LEON	I+D DE PROCEDIMIENTOS DE MANIPULADO EN CALIENTE DE PLACADOS DE ACERO INOXIDABLE-TITANIO	BAJO
GECCSA, TECNOLOGIAS Y CERAMICAS AVANZADAS, S.A.	PAIS VASCO	DESARROLLO DE MATERIALES DE MULLITA-CIRCONA Y DE ALUMINA-MULLITA-CIRCONA PARA SU APLICACION EN LAS INDUSTRIAS DEL VIDRIO Y DEL ACERO	MEDIO
GEUTECNIA Y CIMENTOS, S.A.	MADRID	MEDIDA IN SITU NO DESTRUCTIVA DE LA VELOCIDAD DE CORROSION DE LAS ARMADURAS DE HORMIGON MEDIANTE TECNICAS ELECTRO-QUIMICAS	ALTO
GRES DE NULES, S.A.	VALENCIA	RECUBRIMIENTOS VITREOS PARA PAVIMENTOS CERAMICOS	MEDIO
GRES DE NULES, S.A.	VALENCIA	REVESTIMIENTO CERAMICO PARA INTERIORES DE TUNELES	BAJO
IBERDROLA, S.A.	PAIS VASCO	TECNOLOGIAS DE IMPLANTACION IONICA	ALTO
IBERIA ASHLAND CHEMICAL, S.A.	PAIS VASCO	DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS AVANZADOS DE MATRIZ FENOLICA	MEDIO
INDAR I MAS D. S.A.	PAIS VASCO	RECUBRIMIENTOS POR PLASMA PARA ELECTROBOMBAS DE AGUAS RESIDUALES	MEDIO
INDELOR, S.A.	CATALUÑA	I+D DE MATERIALES Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES PARA LENTES ORGANICAS	ALTO
INDUSTRIA DE TURBO PROPULSORES, S.A.	PAIS VASCO	MATERIALES CERAMICOS TERMOESTRUCTURALES PARA TURBINAS DE GAS	ALTO
INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL ALUMINIO, S.A.	VALENCIA	DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURALES DE ALUMINIO SOMETIDAS A FATIGA	MEDIO
INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL ALUMINIO, S.A.	VALENCIA	EXTRUSION DE ALEACIONES DE ALUMINIO. MEJORAS EN PRODUCTOS Y NUEVA TECNOLOGIA DE MATRICES	MEDIO
INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL ALUMINIO, S.A.	VALENCIA	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ DE ALUMINIO Y CARBURO DE SILICIO	MEDIO
INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL ALUMINIO, S.A.	GALICIA	MEJORA DE PROCESO EN LA OBTENCION DE ALUMINIO POR PROCEDIMIENTO HALL-HEROULT	ALTO
INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL ALUMINIO, S.A.	VALENCIA	PRODUCTOS LAMINADOS DE ALEACIONES DE ALUMINIO. DESARROLLO DE PROCESOS DE COLADA Y LAMINACION EN CALIENTE	MEDIO
INDUSTRIA NAVARRA DEL ALUMINIO, S.A.	NAVARRA	ESTUDIO DE LA EXTRUSION Y COLADA DE ALEACIONES DE ALUMINIO DE LA SERIE 6XXX	BAJO
INDUSTRIA NAVARRA DEL ALUMINIO, S.A.	NAVARRA	I+D SOBRE RECUBRIMIENTO DE CABLES CON POLIETILENO RETICULADO	BAJO
INDUSTRIAL AVILES, S.A.	ASTURIAS	NUEVOS TIPOS DE FUNDICION A PARTIR DEL SISTEMA DE LOST-FOAM	MEDIO
INDUSTRIAS DE ÓPTICA, S.A.	CATALUÑA	I+D DE PROCESOS NO CONVENCIONALES PARA LA OBTENCION DE LENTES PROGRESIVAS CON OPTIMO ACABADO OPTICO Y ESTETICO	MEDIO
INDUSTRIAS QUIMICAS DEL URUMEA, S.A.	PAIS VASCO	APLICACION DEL MOLDEO POR INYECCION A LA OBTENCION DE COMPONENTES CERAMICOS Y METALICOS	MEDIO
INDUSTRIAS QUIMICAS DEL URUMEA, S.A.	PAIS VASCO	I+D DE UN NUEVO PROCESO DE FABRICACION DE RESINAS FORMO-FENOLICAS, TIPO NOVOLACAS DE BAJO CONTENIDO EN FENOL LIBRE	ALTO
INDUSTRIAS QUIMICAS DEL URUMEA, S.A.	PAIS VASCO	PIROLISIS DE RESINAS SINTETICAS PARA LA FORMACION DE CARBONO POLIMERICO	BAJO
INDUSTRIAS TRANSFORMADORAS DE CEMENTO ETERNIT, S.A.	MADRID	MORTEROS PARA TEJAS DE HORMIGON	MEDIO
INSPAL METAL, S.A.	GALICIA	COLADA ELECTROMAGNETICA DE PLACAS DE ALUMINIO	ALTO
INSTITUTO DE MODELIZACION, DISEÑO Y PLANEAMIENTO, S.A.	CANTABRIA	SISTEMA DE CONTROL, SEGUIMIENTO, CONSERVACION Y REPARACION DE PUENTES Y GRANDES ESTRUCTURAS	ALTO
INTERNACIONAL DE COMPOSITES, S.A.	C. LA MANCHA	GENERACION DE TECNOLOGIA EN ROBINADO DE FILAMENTOS MULTIEJE	ALTO
INYSA, S.A.	MADRID	DESARROLLO DE CERAMICAS PIEZOELECTRICAS BASADAS EN FITROS. PLANTA-PILOTO INCLUYENDO PROCESOS SOL-GEL	ALTO
INYSA, S.A.	MADRID	I+D DE DISPOSITIVOS PIEZOELECTRICOS DE APLICACION ELECTRONICA	BAJO
IVECO PEGASO, S.A.	CATALUÑA	DISEÑO Y DESARROLLO DE UN NUEVO CONCEPTO DE BASTIDOR DE VEHICULO AUTOCAMION FABRICADO EN MATERIALES COMPUESTOS	ALTO
JOSE A. LOMBA CAMIÑA, S.A.	GALICIA	I+D DE NUEVOS MATERIALES DE CIRCON Y CIRCON-MULLITA PARA APLICACION EN RODILLOS CERAMICOS DE BORNOS MONOSTRATOS	MEDIO
KRAPFT, S.A.	PAIS VASCO	MATERIALES AISLANTES PARA CONSTRUCCION E INDUSTRIA	BAJO
LA SEDA DE BARCELONA, S.A.	CATALUÑA	PROYECTO DE FABRICACION DE FIBRAS CORTAS DE CARBONO-GRAPTO A PARTIR DE HIDROCARBURDS	MEDIO
MECANIZACIONES Y FABRICACIONES, S.A.	ASTURIAS	ESTUDIO Y DEFINICION DE PROCEDIMIENTOS CONTRASTADOS DE UNIONES ADHESIVAS METAL-METAL Y METAL-MATERIAL COMPUESTO	BAJO

Cuadernos CDTI

MEPansa, S.A.	NAVARRA	CATALIZADORES Y PANELES CATALITICOS PARA ESTUFAS DE GAS	MEDIO
METRO TEST VIDRIO, S.L.	MADRID	MICROESFERAS DE VIDRIO A PARTIR DE RESIDUOS INDUSTRIALES	MEDIO
MEXPLAS, S.A.	CATALUÑA	I+D SOBRE PROCESABILIDAD DE SUSTITUCION DEL PVC POR PET EN ENVASES MONO Y BIORIENTADOS	ALTO
MIGUEL CARRERA Y COMPAÑIA, S.A.	PAIS VASCO	DESARROLLO DE PIEZAS PARA COMPRESORES DE PISTON SECO	ALTO
NORTON ADVANCED CERAMICS ESPAÑA, S.A.	MADRID	DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES CERAMICOS ANTIBEGASTE	BAJO
ORBITAL EUROPA, S.A.	CATALUÑA	PLACAS Y FOLIOS PARA CROMATOGRAFIA DE CAPA FINA. ESTUDIO DE ADSORBENTES Y DESARROLLO DE PROCESOS DE FABRICACION	BAJO
PASEK ESPAÑA, S.A.	ASTURIAS	REFRACTARIOS PARA APLICACIONES EN SIDERURGIA	MEDIO
PLASMAVAC, S.A.	CATALUÑA	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE PROCESOS DE DEPOSICION P.V.D. Y C.V.D.	ALTO
POLENTROPAC, S.A.L.	CATALUÑA	DESARROLLO DE NUEVAS PELICULAS MULTICAPA COEXTRUIDAS PARA EL ENVASADO DE ALIMENTOS	MEDIO
PREMO, S.A.	CATALUÑA	I+D DE MATERIALES MAGNETICOS DE USO EN COMPONENTES INDUCTIVOS: PREMOLLOY A Y PREMOLLOY B	ALTO
PREMO, S.A.	CATALUÑA	MATERIALES MAGNETICOS AMORFOS PARA COMPONENTES INDUCTIVOS	ALTO
PRODUCTOS BITUMINOSOS, S.A.	MADRID	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE NUEVOS TRATAMIENTOS EN FRIO ANTIDESLIZANTES PARA CARRETERAS Y AUTOPISTAS	ALTO
PRODUCTOS QUIMICOS DEL MEDITERRANEO, S.A.	VALENCIA	INVESTIGACION SOBRE LA DIVERSIFICACION Y NUEVAS ALTERNATIVAS DE LA CAPROLACTAMA	ALTO
PRODUCTOS SOLBRAC, S.A.	CATALUÑA	RECUBRIMIENTOS FOTOPOLIMERIZABLES	BAJO
PRODUCTOS TUBULARES, S.A.	PAIS VASCO	RECUBRIMIENTOS CERAMICOS PARA UTILIAJES DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA	ALTO
PROTECTOS. ACONDICIONAMIENTO Y SERVICIOS DEL AGUA, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE MEMBRANAS SEMIPERMEABLES	ALTO
RAMONDIN, S.A.	LA RIOJA	CAPSULAS DE ALUMINIO PARA SOBRETAPONADO DE BOTELLAS	ALTO
RAMONDIN, S.A.	LA RIOJA	ESTUDIO METALURGICO DE LA FABRICACION DE DE CAPSULAS DE SN PURO PARA SOBRETAPONADO DE BOTELLAS. DESARROLLO DE PROCESOS DE FABRICACION	ALTO
RED NACIONAL DE FERROCARRILES ESPAÑOLES	MADRID	MENSULAS AUTOMANTANTES EN MATERIALES COMPUESTOS PARA TRENES DE ALTA VELOCIDAD	MEDIO
RED NACIONAL DE FERROCARRILES ESPAÑOLES	MADRID	RUEDAS EN MATERIALES COMPUESTOS PARA TRENES DE ALTA VELOCIDAD	ALTO
REFRACTARIOS ALFRAN, S.A.	ANDALUCIA	MATERIAS PRIMAS Y ADITIVOS PARA MATERIALES CERAMICOS REFRACTARIOS	MEDIO
REFRACTARIOS KELSEN, S.A.	PAIS VASCO	MATERIAL COMPUESTO REFRACTARIO DE MATRIZ Y FIBRA CERAMICAS	ALTO
REPSOL QUIMICA, S.A.	MADRID	FIBRA DE VIDRIO DE SILICE-CIRCONA	ALTO
REPSOL QUIMICA, S.A.	MADRID	NUEVOS CATALIZADORES DE HIDROGENACION DE CAUCHO SINTETICO BASADOS EN ORGANOCOMPLEJOS DE TI, ZR Y HF	MEDIO
RODIO CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.	MADRID	INYECCION DE FISURAS CON RESINAS EPOXI	MEDIO
SERVOSIS, S.A.	MADRID	DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MAQUINA DE ENSAYOS PARA ESTUDIOS DE VIBRACIONES EN MATERIALES Y ESTRUCTURAS	ALTO
SKF ESPAÑOLA, S.A.	NAVARRA	MEJORA DE LA VIDA DE HERRAMIENTAS DE FORJA Y LAMINACION EN CALIENTE	ALTO
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CARBUROS METALICOS, S.A.	GALICIA	OBTENCION DE NUEVAS CALIDADES DE SILICIO DE ALTA PUREZA, LIXIVIADO, PARA SILICONAS Y PARA CERAMICAS NEGRAS	BAJO
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CARBUROS METALICOS, S.A.	GALICIA	PLANTA PILOTO DE FABRICACION EN CONTINUO DE ELECTRODOS PARA BORNOS DE ARCO ELECTRICO	MEDIO
SOCIMAG, S.A.	CATALUÑA	MATERIALES MAGNETICOS PARA REGISTRO DE SEÑAL DIGITAL	MEDIO
SOR IBERICA, S.A.	VALENCIA	DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SEMIRREVOLUQUE FRIGORIFICO AUTOPORTANTE EN MATERIALES COMPUESTOS	MEDIO
SYNTHESIA ESPAÑOLA, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE ESPUMAS DE POLIURETANO CON ESPUMANTES ALTERNATIVOS A LOS CPC	BAJO
SYNTHESIA ESPAÑOLA, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE OBTENCION DE PREPOLIMEROS DE POLIURETANO CON BAJO CONTENIDO EN TOLUENODISOCIANATO LIBRE	MEDIO
SYNTHESIA ESPAÑOLA, S.A.	CATALUÑA	ESTUDIO DE NUEVOS COPOLIMEROS HIDROXILADOS PARA SU APLICACION EN EL CAMPO DEL POLIURETANO	BAJO
TALLERES MECANICOS COMAS, S.A.	CATALUÑA	RECUBRIMIENTOS MEDIANTE DETONACION HIPERSONICA	MEDIO
TALLELL, S.A.	VALENCIA	UNIFICACION DE TONALIDADES EN BALDOSAS CERAMICAS VIDRIADAS	MEDIO
TECNOLOGIA Y GESTION DE LA INNOVACION, S.A.	MADRID	PROYECTO VULCANO-DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE FABRICACION PARA MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ METALICA	ALTO
TEKNOROMA, S.COOP.LTDA.	CATALUÑA	COLUMNA CAPILAR DE SILICE FUNDIDA PARA CROMATOGRAFIA DE GASES	MEDIO
TEXSA, S.A.	MADRID	NUEVOS MATERIALES POLIMERICOS PARA LA CONSERVACION Y RESTAURACION DE LA PIEDRA EN MONUMENTOS	BAJO
THIMSON-COMPONENTES ELECTRONICOS, S.A.	CATALUÑA	ESTABILIZACION DE LOS PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS CONDENSADORES DE TANTALO	MEDIO
TOLSA, S.A.	MADRID	COMPLEJO SEPOLITA-COLAGENO PARA EL TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD PERIODONTAL	ALTO
TRATAMIENTOS TERMICOS KIZA, S.A.	PAIS VASCO	DESARROLLO DE CAPAS FINAS CVD DE CARBUROS Y NITRUROS DE BORO	MEDIO

Cuadernos CDTI

TRATAMIENTOS TERMICOS T.T.T., S.A.	PAIS VASCO	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE PROCESOS DE DEPOSICION DE MATERIALES METALOCERAMICOS POR PLASMA	ALTO
TRATAMIENTOS TERMICOS T.T.T., S.A.	PAIS VASCO	OBTENCION DE CAPAS BIOCOMPATIBLES DE HIDROXIAPATITA PARA IMPLANTES	MEDIO
TRATERCA, A.I.E.	CATALUÑA	RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES EN HORNO DE LECHO FLUIDIZADO	BAJO
TRENZAS Y CABLES DE ACERO, S.A.	CATALUÑA	MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA DE CORDONES DE ACERO PARA ARMADURAS DE HORMIGON	MEDIO
ULMA, S.COOP.LTDA.	PAIS VASCO	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE CEBAMICAS DE ALUMINA PARA APLICACIONES ESTRUCTURALES MECANICAS	ALTO
URALITA, S.A.	MADRID	UTILIZACION DE CELULOSAS NACIONALES EN FIBROCEMENTO-SILICE	ALTO
VETROTEX ESPAÑA, S.A.	MADRID	ENCOPRADOS AUTOPORTANTES DE FIBRA DE VIDRIO (EU-98)	BAJO
VILA ELECTROQUIMICA, S.A.	CANTABRIA	CORRIENTES PULSANTES APLICADAS EN LOS RECUBRIMIENTOS DE CROMO	ALTO
VISCOFAN, INDUSTRIA NAVARRA DE ENVOLTURAS CELULOSICAS, S.A.	NAVARRA	ESTUDIO DE MATERIAS PRIMAS Y DESARROLLO DE NUEVAS ENVOLTURAS PARA TRANSFORMADOS CARNICOS	ALTO

(a) Alto: > 100 Mpa; Medio: entre 50 y 100 Mpa; Bajo: < 50 Mpa

ANEXO III: PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, 1988-93

Proyectos de Desarrollo Tecnológico

EMPRESA	CC.AA.	TÍTULO	PPTO. TOTAL (a)
ACEROS MOLDEADOS DE LACUNZA, S.A.	NAVARRA	PROCESO DE FUNDICIÓN COMBINANDO LA FUSIÓN CENTRÍFUGA Y LA ALIMENTACIÓN CONTROLADA DE FLUJO HORIZONTAL.	MEDIO
AISCONDEL, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE UN CATALIZADOR PARA LA REALIZACIÓN DE OXICLORACIÓN DE ETILENO DENTRO DEL PROCESO DE SÍNTESIS DEL CLORURO DE VINILO	MEDIO
ALCOLOR, S.A.	VALENCIA	DESARROLLO DE UN MASTER-BATCH UNIVERSAL.	MEDIO
ALEACIONES DE METALES SINTERIZADOS, S.A.	CATALUÑA	MEJORAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS MECÁNICAS MEDIANTE PULVIMETALURGIA	ALTO
ALUMINA ESPAÑOLA, S.A.	GALICIA	PLANTA DE FABRICACIÓN DE ALUMINAS () ESPECIALES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE FABRICACIÓN DE ALUMINA () METALÚRGICA	ALTO
ALUMINA ESPAÑOLA, S.A.	GALICIA	REDUCCIÓN DE LA CORROSIÓN CAUSTICA EN INTERCAMBIADORES DE CALOR PARA LA FABRICACIÓN DE ALUMINA METALÚRGICA.	MEDIO
ALLIEDISONAL MATERIALES DE FRICCION, S.A.	CATALUÑA	APLICACIÓN DE MATERIALES SIN AMIANTO PARA ELEMENTOS DE FRICCION	ALTO
APORTACIONES ESPECIALES, S.A.	MADRID	I+D DE PROYECCIÓN POR PLASMA-SPRAY DE ÓXIDOS METÁLICOS Y CERÁMICOS	MEDIO
ARIES COMPLEX, S.A.	MADRID	HELICE MARINA DE FIBRA DE CARBONO	MEDIO
ARIES COMPLEX, S.A.	MADRID	PASARELA DE DESEMBARCO EN MATERIALES COMPUESTOS	BAJO
ARMADA, S.A. ASTILLEROS-VAZADEROS	GALICIA	EMBARCACIONES DEPORTIVAS EN MATERIALES COMPUESTOS	ALTO
BALZERS-ELAY, S.A.	PAIS VASCO	DEPOSICIÓN PVD DE CAPAS EXTRADURAS DE CARBONITRURO DE TITANIO PARA PIEZAS DE DESGASTE	ALTO
BICICLETAS DE ALAYA, S.A.	PAIS VASCO	BICICLETAS DE MONTAÑA DE ALUMINIO CON UNIONES SOLDADAS	ALTO
BONASTRE, S.A.	CATALUÑA	FASE DE APLICACIÓN INDUSTRIAL DE CERMETS Y ALEACIONES TENACES	ALTO
BORNAY, S.A.	VALENCIA	DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN TIPO DE FABRICACIÓN DE TUBOS SOLDADOS DE ACERO INOXIDABLE	ALTO
CADIZ ELECTRONICA, S.A.	PAIS VASCO	PIEZAS EN FUNDICIÓN DE ALUMINIO INYECTADA	MEDIO
CENTRACERO, S.A.	NAVARRA	DESARROLLO DE UN PROCESO DE AFINO DE ACEROS INOXIDABLES Y SUPERALEACIONES EN HORNOS DE INDUCCIÓN	ALTO
CERAMICA DEL NALON, S.A.	ASTURIAS	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE NUEVAS MASAS REFRACTARIAS	MEDIO
CERAMICA MAS, S.A.	GALICIA	PLANTA PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO BLOQUE CERÁMICO DE TERMOARCILLA ALIGERADO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO	ALTO
CERAMICA SALONI, S.A.	VALENCIA	DESARROLLO DE UNA NUEVA GAMA DE PIEZAS CERÁMICAS ESPECIALES	ALTO
CERAMICA SALONI, S.A.	VALENCIA	SOPORTES Y VIDRIADOS CERÁMICOS PARA PAVIMENTOS DE ASPECTO NATURAL	ALTO
COMPANIA ROCA-RADIADORES, S.A.	MADRID	DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LÍNEA DE PINTURA POR CATAFORESIS DE RADADORES Y PANELES RADANTES	ALTO
COMPANIA ROCA-RADIADORES, S.A.	CATALUÑA	PLANTA DE FABRICACIÓN DE ALTO RENDIMIENTO DE LAVABOS DE PORCELANA SANITARIA	ALTO
COMPANIA VALENCIANA DE CEMENTOS PORTLAND, S.A.	VALENCIA	TECNICAS DE RECOCIÓN DE PORCELANA	MEDIO
COMPLEMENTOS SANITARIOS, S.A.	VALENCIA	PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN NUEVO TIPO DE CEMENTO BLANCO	MEDIO
CONDUCTORES ELÉCTRICOS NAVARRO, S.A.	CATALUÑA	FABRICACIÓN DE POLVOS DE MOLDEO DE BAJO CONTENIDO EN RESINAS FENÓLICAS	ALTO
CONSTRUCCIONES AERONÁUTICAS, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE UN COMPUESTO ELASTOMÉRICO RETICULADO POR VÍA HÚMEDA (SILANOS) APLICABLE PARA AISLAMIENTO FLEXIBLE DE B.T. Y M.T.	ALTO
COPO IBERICA, S.A.	MADRID	SOPORTES DE INMANES EN MATERIALES COMPUESTOS PARA EL LCH DEL CERN	BAJO
CRISTALERIAS DE MATARO, S.COOP. CATALANA LTDA.	GALICIA	MEJORA DE SISTEMAS DE ESPUMACIÓN PARA LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL.	ALTO
DERYPOL, S.A.	CATALUÑA	PROCESO DE FABRICACIÓN DE BULBOS DE VIDRIO RUBI COMPATIBLE CON OTROS VIDRIOS ESPECIALES EN HORNO DE FUSIÓN CONTINUA	ALTO
ELASTOMEROS MEDICOS, S.A.	CATALUÑA	OBTENCIÓN DE HOMO Y COPOLÍMEROS ACRÍLICOS EN SOLUCIÓN ACUOSA, DE PESOS MOLECULARES DEFINIDOS, PARA APLICACIONES ESPECIALES	MEDIO
EMPRESA NACIONAL BAZAN DE CONSTRUCCIONES NAVALES MILITARES, S.A.	CATALUÑA	FABRICACIÓN DE GUANTES PROTECTORES DE LOS RAYOS X	ALTO
EMPRESA NACIONAL DE OPTICA, S.A.	ANALUCIA	ESTRUCTURA DE ALUMINIO DE UN FERRY RAPIDO	ALTO
EMPRESA NACIONAL DEL URANIO, S.A.	MADRID	DESARROLLO DE SUPERFICIES ÓPTICAS ASFÉRICAS PARA INFRARROJO	ALTO
EMSLR MACDONELL, S.A.	C. Y LEON	FABRICACIÓN DE BARRAS DE GADOLINIO	ALTO
ENARA, S.COOP.LTDA.	MADRID	DESARROLLO DE ENVASES DE ALTA BARRERA MEDIANTE LAMINACIÓN DE POLÍMEROS CON ESTRUCTURA DE MULTICAPAS	ALTO
ESMALGLASS, S.A.	PAIS VASCO	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA PARA LA ESTAMPACIÓN DE FORJA EN CALIENTE	ALTO
	VALENCIA	FRITAS DE APLICACIÓN EN SECO Y OPTIMIZACIÓN DE SU PROCESO DE FUSIÓN	ALTO

Cuadernos CDTI

ESMALGLASS, S.A.	VALENCIA	MEJORA DE CALIDAD EN FRITAS CERAMICAS	ALTO
ESTAÑOS DE ZAMORA, S.A.	C. Y LEON	OBTENCION DE ESTAÑO ELECTROLITICO.	ALTO
FABRICACION ASIENTOS VEHICULOS INDUSTRIALES, S.A.	CATALUÑA	BUTACA PARA TRENES DE LARGO RECORRIDO	MEDIO
FABRICACION DE HERRAMIENTAS Y UTENSILIOS, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE LINEA DE FABRICACION Y ENSAYOS DE FRESAS MADRE DE METAL DURO PARA SKIVING Y FRESAS MADRE DE U.T. CORTADAS POR LASER	ALTO
FELGUERA CALDERERIA PESADA, S.A.	ASTURIAS	TANQUES ENTERRADOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS DEL PETROLEO	BAJO
FELGUERA MELT, S.A.	ASTURIAS	DESARROLLO DE UNA NUEVA PLANTA DE MOLDEO EN MOLDE METALICO PERMANENTE CON ESTRUCTURA DE CONTROL CIM	ALTO
FIHERTECNIC, S.A.	PAIS VASCO	UTILES EN MATERIALES COMPUESTOS AVANZADOS	MEDIO
FLAMAGAS, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE LA EXTRUSION Y TREFILADO DE UN TUBO CAPILAR DE POLIÓXIDO DE METILENO	MEDIO
FUNDICIONES DEL ESTANDA, S.A.	PAIS VASCO	DESARROLLO DE NUEVAS ALEACIONES EN FUNDICION	BAJO
GERUNDENSE DE PLASTICOS, S.A.	CATALUÑA	PROCESO DE OBTENCION DE MATERIALES ACRILOCERAMICOS	ALTO
GRES DE NULES, S.A.	VALENCIA	REDUCCION DE LA VARIABILIDAD EN PAVIMENTOS CERAMICOS	ALTO
HISPANO FERRITAS, S.A.	C. LA MANCHA	DESARROLLO E INDUSTRIALIZACION DE DIVERSAS GAMAS DE PRODUCTOS DE FERRITAS Y SISTEMA INTEGRAL DE CONTROL DE PROCESOS	ALTO
HISPANO FERRITAS, S.A.	C. LA MANCHA	MATERIALES Y COMPONENTES ELECTRONICOS BASADOS EN FERRITAS	ALTO
HISPANO QUIMICA, S.A.	CATALUÑA	ESTERES SINTETICOS PARA LA LAMINACION EN FRIO DE CHAPA DE ACERO	MEDIO
INDUSTRIAL AVILES, S.A.	ASTURIAS	NUEVA PLANTA DE LOST FOAM Y LINEA DE INVESTIGACION EN FUNDICION	ALTO
INDUSTRIAS DE OPTICA PRATS, S.A.	CATALUÑA	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE TRATAMIENTOS ANTIRREFLEJANTES PARA LENTES OPTALMICAS	MEDIO
INDUSTRIAS DE OPTICA, S.A.	CATALUÑA	TRATAMIENTOS ANTIRREFLEJANTES EN LENTES ORGANICAS	ALTO
JOSE A. LOMBA CAMIÑA, S.A.	GALICIA	DESARROLLO DE METODOS DE PROCESADO DE PASTAS CERAMICAS REFRACTARIAS OXIDICAS VIA SECA. PLANTA PILOTO	MEDIO
JOSE A. LOMBA CAMIÑA, S.A.	GALICIA	PLANTA PARA EL DESARROLLO Y PRODUCCION DE RODILLOS CERAMICOS EN CIRCON Y CIRCUMMULLITA CON ALTAS PRESTACIONES PARA BORNOS MONOSTRATOS	ALTO
KERABEN, S.A.	VALENCIA	MEJORA DE LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL Y DISMINUCION DE TONALIDADES EN REVESTIMIENTOS CERAMICOS POROSO	ALTO
LLADRO, S.A. MANUFACTURAS METALICAS JEVIT, S.A.	VALENCIA	DESARROLLO DE PASTAS CERAMICAS PARA COLAJE DE ELEVADA BLANCURA Y TRANSLUCIDEZ	MEDIO
MECANIZACIONES Y FABRICACIONES, S.A.	NAVARRA	NUEVA GAMA DE SILLAS DE OFICINA	ALTO
MECANIZACIONES Y FABRICACIONES, S.A.	ASTURIAS	FABRICACION DE ESTRUCTURAS CON MATERIALES COMPUESTOS	BAJO
METALS RESEARCH, S.A.	ANDALUCIA	PERFILES HIDRODINAMICOS EN MATERIALES COMPUESTOS PARA EMBARCACIONES DE RECREO	ALTO
METALURGICA DEL NALON, S.A.	ASTURIAS	RECUPERACION / AFINO Y FABRICACION DE SEMILABORADOS DE METALES PRECIOSOS	ALTO
MINERO METALURGICA CANTABRIA, S.A.	ASTURIAS	PLANTA INTEGRAL PARA FABRICACION DE NUEVOS COMPUESTOS ORGANOMETALICOS DE ESTAÑO Y ACEROS ESPECIALES A PARTIR DE HOJALATA	ALTO
NORTON ADVANCED CERAMICS ESPAÑA, S.A.	ASTURIAS	RECUPERACION DE RESIDUOS DE CRIOLITA Y OBTENCION DE CEMENTOS REFRACTARIOS Y LIGANTES DE FRAGUADO	MEDIO
PERFILES PLASTICOS DE NAVARRA, S.A.	MADRID	FABRICACION DE NUEVOS MATERIALES CERAMICOS	MEDIO
PLASMAVAC, S.A.	NAVARRA	DESARROLLO DE PERFILES DE POLIAMIDA REFORZADA POR PULTRUSION PARA VEHICULOS INDUSTRIALES	BAJO
POLIFLOR, S.L.	CATALUÑA	NUEVA PLANTA DE DEPOSICION Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	ALTO
POLIMER, S.A.	PAIS VASCO	MEMBRANAS DE TEFLON POLIORIENTADO PARA BOMBAS	BAJO
PROCOAT, S.L.	NERCIA	PLANTA DE SINTESIS ORGANICA PARA LA FABRICACION DE ELASTOMEROS	ALTO
PRODUCTOS AMEMSA, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE PRODUCTOS FILMOGENOS ORGANO-INORGANICOS PARA LA PROTECCION EN CONTINIO DE ACERO CINCOADO PARA APLICACIONES CRITICAS	BAJO
PRODUCTOS BASICOS AISLANTES, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE UN PROCESO DE POLIMERIZACION ACRILICA EN CASCADA	MEDIO
PRODUCTOS SUPERNET, S.A.	CATALUÑA	FIBRA SUSTITUTIVA DEL AMIANTO	ALTO
PROTECCIONES PLASTICAS, S.A.	CATALUÑA	PROCESO DE COMPACTACION PARA LA FABRICACION DE PARAFINA DE USO TEXTIL	BAJO
RAMONDIR, S.A.	CATALUÑA	PROCESO DE CENTRIFUGACION PARA LA FABRICACION DE TUBERIAS CON RESINAS REFORZADAS	ALTO
S.A. DE TEJIDOS INDUSTRIALES S.A. METALOGENIA	LA RIOJA	DESARROLLO DE LINEA PARA LA PRODUCCION DE CAPSULAS DE SN FLURO PARA SOBRETAPONADO DE BOTELLAS	ALTO
SERS, S.A.	CATALUÑA	TEJIDOS PARA SALAS BLANCAS	ALTO
SIDERCAL, S.A.	CATALUÑA	IMPLANTACION DE UNA NUEVA LINEA DE FABRICACION PARA LA OBTENCION DE PIEZAS DE DESGASTE	ALTO
SILICONAS HISPANIA, S.A.	CATALUÑA	CERAMIZACION PLANCHAS OFFSET	ALTO
SOCCIEDAD ESPAÑOLA DE PRODUCTOS FOTOGRAFICOS VALCA, S.A.	ASTURIAS	ADITIVO PARA SIDERURGIA	BAJO
SPAYIK, S.A.	CATALUÑA	SILICONAS DE APLICACIONES ESPECIFICAS	ALTO
	C. Y LEON	DESARROLLO DE UN PROCESO DE FABRICACION DE EMULSIONES FOTOSENSIBLES POR TECNICAS DE PRECIPITACION CONTROLADAS	ALTO
	ARAGON	TABIQUE PREFABRICADO DE HORMICON	ALTO

Cuadernos CDTI

SYNTHESA ESPAÑOLA, S.A.	CATALUÑA	DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS E IMPLEMENTACION DE LINEAS PARA LA FABRICACION DE PINTURAS AL AGUA Y DE BASE DISOLVENTE ORGANICO	ALTO
TRACOMSA, S.A.	ASTURIAS	NUEVO PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO	ALTO
ULMA, S.COOP.LTDA.	PAIS VASCO	DESARROLLO DE HORMIGON POLIMERICO	ALTO
VICINAY CADENAS, S.A.	PAIS VASCO	DESARROLLO DE CADENAS DE ALTA TECNOLOGIA DESTINADAS AL SECTOR OFFSHORE	ALTO
YESOS PAMPLONA, S.A.	NAVARRA	DESARROLLO DE YESOS PARA PROTECCION CONTRA INCENDIOS Y YESOS PARA APLICACION EN EXTERIORES	BAJO

(a) Alto: > 100 Mpts; Medio: entre 50 y 100 Mpts; Bajo: < 50 Mpts

Proyectos de Innovación Tecnológica

EMPRESA	CC.AA.	TITULO	PPTO. TOTAL (a)
COMPANIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S.A.	ANDALUCIA	DESARROLLO Y DEMOSTRACION DEL PROCESO DE ISOMERIZACION DE NAFTAS LIGERAS	ALTO
CROMOMED, S.A.	VALENCIA	ELECTROTEXTURADO Y CROMADO DURO DE CILINDROS DE LAMINACION EN FRIJO	ALTO
GEMA O.D. S.A.	CATALUÑA	FABRICACION DE DISCOS OPTICOS	ALTO
GRAE, S.A.	EXTREMADURA	EXTRACCION Y ELABORACION DE GRANITOS.	ALTO
HISPANO QUIMICA, S.A.	CATALUÑA	PRODUCTOS QUIMICOS AUXILIARES PARA EL SECTOR DE AUTOMOCION	ALTO
INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL ALUMINIO, S.A.	ANDALUCIA	FABRICACION DE HOJA FINA DE ALUMINIO CONVERTIDA	ALTO

(a) Alto: > 100 Mpts; Medio: entre 50 y 100 Mpts; Bajo: < 50 Mpts

ANEXO IV: PROYECTOS BRITE/EURAM EN MATERIALES CON PARTICIPACION ESPAÑOLA, 1988-93

TITULO DEL PROYECTO	PARTICIPANTES ESPAÑOLES	OTROS PAISES	PRESUP. TOTAL (KECU)	% PARTICIP. ESPAÑOLA
A BEHAVIOURAL MODEL FOR THE DESIGN OF COMPONENTS IN WOVEN FABRIC REINFORCED CERAMIC MATRIX COMPOSITES	CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES TECNICAS DE GUIPUZCOA LABORATORI GENERAL D'ASSAIGS I D'INVESTGACIONS	F, UK	4.292	8,66 8,18
A NOVEL CREEP RESISTANT TIN STRENGTHENED 9-12% CR FERRITIC STEEL FOR ADVANCED STEAM POWER PLANT	BADCOCK & WILCOX ESPAÑOLA, S.A.	D, F, UK	2.826	8,85
ACTIVE AND PASSIVE OPTICAL COMPONENTS BASED ON IN-SITU FORMED ANISOTROPIC LIQUID CRYSTALLINE POLYMERIC SYSTEMS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	F, NL, UK	3.128	7,17
ADVANCED DRY GLAZES AND DRY GLAZING TECHNOLOGIES FOR TRADITIONAL CERAMICS	ESMALTES CERAMICOS TORRECID, S.A.	I	4.510	27,49
ANTICORROSION COATINGS FOR HIGH TEMPERATURE PETROCHEMICAL REACTORS	ACIEROEL S.A.	B, F, I, IRL	2.095	22,26
BASIC STUDIES ON FIELD EMITTER ARRAYS, MICROGUNS: CHARACTERIZATION AND APPLICATION	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID OTROS	F	965	20,21 9,33
COST EFFECTIVE PROCESSING TECHNIQUES FOR CARBON-CARBON COMPOSITES	FIBRETECNIC, S.A. NASMET-CENTRO TECNOLÓGICO DE MATERIALES	D, UK	4.320	15,39 24,45
CREEP CRACK GROWTH IN CARBON MANGANESE STEELS AT 300-430 1/2 C	LAREIN-LABORATORIOS ENSAYOS E INVESTIGACIONES INDUSTRIALES	I D, P, S, UK	4.522	8,8
DESIGN AND SIMULATION OF INTEGRATED BIOCHEMICAL PROCESSES	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	A, DK, UK	794	28,67
DEVELOPMENT IN COST-EFFECTIVE FORMING OF DEFECT-FREE CERAMICS. EXTENSION OF PRESSURE SLIP-CASTING TO HIGH-PERFORMANCE MATERIALS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	I, NL, UK	5.200	4,81
DEVELOPMENT OF HIGH TEMPERATURE FATIGUE, CREEP AND THERMAL SHOCK RESISTANT ZIRCON AND MULLITE-ZIRCONIA CERAMICS	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATERIALES PRINCIPADO DE ASTURIAS	F, UK	999	35,64
DEVELOPMENT OF INJECTION-PROCESSABLE MATERIALS FOR FOOTWEAR SOLES	ASOCIACION INVESTIGACION INDUSTRIAS DEL CALZADO Y CONEXAS REPSOL QUIMICA, S.A. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	F, GR	2.015	26,5 22,06 13,1
DEVELOPMENT OF RAPID PROTOTYPING TECHNOLOGIES BASED ON LASER SINTERING	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA	D, I	1.010	39,6
DEVELOPMENT OF REACTION SINTERED MULLITE-ZIRCONIA FOR HIGH TEMPERATURE APPLICATIONS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS JOSE A. LOMBA CAMIÑA, S.A.	F, F	2.005	24,12 20,14
DEVELOPMENT OF SPLIT-FILM CO-KNITTED THERMOPLASTIC COMPOSITES	BREMEN, S.A.	B, D, NL, S	3.305	3,42
ELECTRO ACTIVE COMPOSITES FOR IMAGING AND TEST APPLICATIONS (ECTA)	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	DK, F, UK	2.131	22,85
FACILITATED TRANSPORT MEMBRANES WITH IMPROVED STABILITY FOR REMOVAL OF HEAVY METALS FROM INDUSTRIAL WASTE WATER	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	F, NL, UK	986	27,86

Cuadernos CDTI

FUNCTIONAL NANOSCALED MATERIALS FOR LONG TERM STABLE GAS SENSORS - NANOGAS	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	D, F, I	4.945	7,28
HIGH FREQUENCY THERMOSET MATERIAL (HITCOM)	CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	F, UK	1.180	15,72
HIGH SPEED LASER IDENTIFICATION OF PLASTICS AND POLYMERS FROM DOMESTIC WASTE FOR RECYCLING PURPOSES	GAIKER - CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	D, GR	999	30,24
HIGH TECH SUPERCONDUCTING TAPES BY MOCVD WITH UNUSUAL SOURCES FOR HIGH CURRENT APPLICATIONS (SUPERCOVD)	OTROS	D,F	980	15,31
INNOVATIVE GEOTHERMAL METHODOLOGY TO DETECT DEEP BLIND POLYMETALLIC OREBODIES	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	F	735	12,59
INTEGRATED OXIDATION PROTECTION OF CERAMIC MATRIX COMPOSITES (ICP-CMC)	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	D, E, NL, UK	4.425	13,29
MELT TEXTURE PROCESSING OF BULK YBCO MATERIAL FOR MAGNETIC LEVITATION AND ENERGY CONVERSION	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	D,F	992	19,15
MICROPOWDER PROCESSING USING LOW PRESSURE PLASMA TECHNOLOGIES	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	CH, E, NL, P	990	13,14
MINIMAL STRUCTURES USING HIGH STRENGTH CONCRETE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	DK, F	2.431	13,94
NEW APPROACH FOR VALUABLE ELEMENTS RECOVERY FROM CONCENTRATES & WASTES BY SELECTIVE CHLORINATION THROUGH BINARY CHLORIDES	INASMET-CENTRO TECNOLÓGICO DE MATERIALES	E, P	999	33,3
NEW METALLIC MATERIALS FOR HIGH PERFORMANCE THERMAL INSULATION	INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL	F, I	4.360	15,9
NEW PIEZOELECTRIC CERAMICS WITH $T_c > 100$ °C FOR OPERATION UP TO 800 °C	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	CH, D, DK, F, UK	4.366	17,41
NOVEL COMPACT STEAM REFORMER FOR FUEL CELLS, WITH HEAT GENERATION BY CATALYTIC COMBUSTION AUGMENTED BY INDUCTION HEATING	TECNOLOGIA Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN, S.A.	D, NL, P, UK	4.918	10,07
OFF-LINE QUALITY CONTROL IN FILAMENT WINDING DESIGN AND PRODUCTION ENGINEERING	EMPRESA NACIONAL SANTA BARBARA DE INDUSTRIAS MILITARES, S.A. GAIKER - CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL	B, D, UK	4.832	37,25 23,38 3,97
PROPERTY TAILORING AND NET SHAPE PROCEEDING OF STRUCTURES FROM TEXTILE PREFORMS WITH THERMOPLASTIC MATRICES (PROTAIL THERM)	CONSTRUCCIONES AERONÁUTICAS, S.A. INASMET-CENTRO TECNOLÓGICO DE MATERIALES	CH, D, SF	4.374	12,04 13,33
PSYCHO POWERFULL SYSTEMS FOR IDENTIFICATION AND CONTROL OF HIGH NON LINEAR PROCESSES USING NEURAL NETWORKS	UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	NL, UK	991	33,3 20,18
SIMULATION OF THE RESI TRANSFER MOULDING PROCESS FOR EFFICIENT DESIGN	INASMET-CENTRO TECNOLÓGICO DE MATERIALES	B, F, GR, IRL, NL, UK	1.203	15,23
TECHNOLOGY & CHARACTERIZATION OF SILICON CARBIDE FILMS FOR HIGH TEMPERATURE APPLICATIONS	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA	D, F, GR	1.053	19,18
THE APPLICATION OF DIAMOND FILMS TO ENHANCE THE EROSION WEAR RESISTANCE OF CEMENTED TUNGSTEN CARBIDE COMPONENTS	ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA NAVARRA CONSTRUCCIONES AERONÁUTICAS, S.A.	IRL, S, UK	4.239	15,33 8,42

Cuadernos CDTI

THE DEVELOPMENT OF A HIGH STRENGTH ALUMINIUM LITHIUM ALLOY	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	D, F, GR, NL, UK	3,734	9,22
THE SYNTHESIS, CHARACTERISATION AND APPLICATION OF PILLARED CLAYS (PILC'S) PRODUCED IN LARGE QUANTITIES	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	B, F, GR, UK	986	14,1

ANEXO V: PROYECTOS EUREKA CON PARTICIPACION ESPAÑOLA EN EL AREA DE MATERIALES 1986-93

AÑO DE APROB.	PROYECTO	PAISES	PARTICIPANTES ESPAÑOLES	PPTO. TOTAL (Mpta)	PPTO. ESPAÑOL (Mpta)
1988 (*)	EU-11: ESTRUCTURA PARA COCHES UTILIZANDO NUEVOS MATERIALES	E, (F), UK, D, NL	CRISTALERÍA ESPAÑOLA	8.340,0	150,0
1986	EU-22: SISTEMA INTEGRADO AUTOMATIZADO PARA NEUTROGRAFIA	E, (F)	SENER, ROBOTIKER	1.900,0	570,0
1990	EU-206: TURBINAS AVANZADAS DE GAS PARA AUTOMOVILES	E, (F), S, A, D	CERATEN	3.176,0	300,0
1989	EU-268: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ALUMINIO BAJO CARGA DE FATIGA	E, (NL), UK, F, P, D	INSPAL, LABEIN	127,0	75,0
1992	EU-691: PROCESADO DE RAYOS ELECTRONICOS DE ALTA POTENCIA	E, (SF)	INTERNATIONAL ELECTRONICS	540,0	77,0
1992	EU-790: MEJORA DE LA VELOCIDAD Y FIABILIDAD EN ESCOPELAS DE AIRE COMPRIMIDO PARA TIRO AL BLANCO DE PRECISION	E, (B)	J. MUTILLOA	203,0	30,0
1993	EU-800: INGENIERIA DE SUPERFICIE	E, (UK), N, P, NL, SF, S, IRL, DK	INASMET	(**)	(**)
1993	EU-801: ADHESIVOS Y TECNOLOGIAS DE UNION	E, (UK), N, P, NL, SF, S, BEL	INASMET	(**)	(**)
1993	EU-903: ENCOFRADO ERGONOMICO MODULAR PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION	E, (F), D	VETROTEX ESPAÑA PROINTER ES	212,2	99,7
1993	EU-977: TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESOS DE DOBLE CARA UTILIZANDO TECNOLOGIA BASADA EN ELECTRORECUBRIMIENTO A TRAVES DE HUBCOS	(E), F	EUROCIR	235,0	200,0

Notar país que lidera el proyecto entre corchetes. (*) Fecha de incorporación del participante español
(**) Proyectos paraguas

**ANEXO VI:
LA ACTIVIDAD
DEL CSIC
EN MATERIALES
AVANZADOS**

Dentro del Programa Nacional de Materiales, el CSIC ha obtenido 2.128 Mpta, el 43% de los fondos destinados a Proyectos de Investigación, y el 25% de los fondos destinados a Proyectos de Infraestructura, 397 Mpta.

El CSIC, que cuenta con más de 10 institutos relacionados directa o indirectamente con el sector de materiales, tiene un papel importante tanto en Proyectos de Investigación como ligados al sector industrial. Esta situación es fruto de un Programa Movilizador que el CSIC creó con vistas a implantar en la práctica diversos grupos de investigación en ciencia y tecnología de materiales, que trabajan tanto en investigaciones de carácter básico como en el desarrollo de nuevos compuestos que pueden tener importantes aplicaciones en óptica, microelectrónica, electrotecnia, medicina o construcción, entre otros.

Como resultado de estas acciones, existe actualmente en el CSIC un ámbito bien definido y de gran variedad científica. En él están incluidos tanto los institutos sectoriales (Ciencia y Tecnología de Polímeros, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas -CENIM-, Cerámica y Vidrio y Eduardo Torroja de Materiales de la Construcción), creados en la década de los 50 para apoyar a los sectores industriales, como los cuatro nuevos institutos de ciencia de materiales (Aragón, Barcelona, Madrid y Sevilla), creados en el periodo 1986-87, que cubren aspectos no incluidos en los institutos sectoriales. Asimismo, grupos de investigación pertenecientes a otros centros (Estructura de la Materia, Química-Física, Catálisis y Microelectrónica) completan la infraestructura del CSIC en este área y que, en su conjunto, son los ejecutores mayoritarios del Programa Nacional de Materiales del Plan Nacional de I+D.

Los resultados obtenidos hasta ahora por el CSIC en cuanto a la investigación y el desarrollo de nuevos materiales, han sido muy buenos. En el ámbito del Programa Nacional de

Materiales se participa (cifras de 1992) en 116 proyectos con un presupuesto asociado de 1.600 Mpta. Por otro lado, la constitución de los Laboratorios Europeos Asociados (LEA) con el CNRS francés ha dado origen a una nueva concepción de la cooperación científica internacional, que permite acceder de manera bilateral a los fondos de la CE. Dos de los tres laboratorios de este tipo existentes en la actualidad están centrados en el área de materiales, y participan en ellos los institutos de materiales de Barcelona y Zaragoza. Otro ejemplo es la línea de radiación sincrotrón hispanofrancesa en el Laboratorio para la Utilización de la Radiación Electromagnética (LURE) en París, gestionada por el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid.

Además de ser competitivos en Europa, estos grupos de investigación han logrado numerosos contactos con industrias, particularmente a través de los institutos sectoriales. Un paso importante que se dado en este sentido ha sido la puesta en marcha de laboratorios o unidades mixtas de investigación con empresas. Un ejemplo de esta acción ha sido la creación, entre Carbueros Metálicos S.A. y el CSIC, de un laboratorio de altas presiones y altas temperaturas, ubicado en el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona.

Desde el punto de vista científico se están obteniendo resultado muy esperanzadores, sobre todo en las áreas en que ha sido posible alcanzar una masa crítica de investigadores con el soporte necesario, llegando a que sus trabajos sean considerados entre los de más alto nivel internacional.

La relación de centros del CSIC que trabajan directa o indirectamente en el área de ciencia y tecnología de materiales, se muestra a continuación. Recientemente ha empezado a funcionar un nuevo centro, el Laboratorio de Nuevos Materiales (Comunidad Foral de Navarra), cuyos primeros trabajos se han desarrollado en torno a la tecnología de implantación iónica.

CENIM
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALURGICAS
AVDA. GREGORIO DEL AMO, 8
28040 MADRID
Teléfono: 91-5347425
Tfax: 91-5518800
Director: J.L. ALVAREZ RIVAS

Técnicas instrumentales y equipos:

- MICROSAS ANALITICAS
- ENSAYOS DE MATERIALES Y CONTROL
- MICROSCOPIA ELECTRONICA
- TRATAMIENTOS TERMICOS SUPERFICIALES
- CONCENTRACION Y PREPARACION DE MINERALES
- PROCESOS DE SOLDADURA
- HORNOS DE TRATAMIENTOS
- TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES

Asistencia técnica. HOMOLOGACION:

- RECUBRIMIENTOS GALVANIZADOS EN CALIENTE SOBRE PRODUCTOS Y PIEZAS
- PRODUCTOS METALICOS BASICOS (PLOMO DE OBRA, REFINADO DE PRIMERA FUSION, LAMINADOS DE CINC, CADMIO); LABORATORIO DE HOMOLOGACION
- SOLDADURAS BLANDAS DE ESTAÑO/PLATA; LABORATORIO DE HOMOLOGACION
- BARRAS CORRUGADAS DE HORMIGON ARMADO; LABORATORIO DE HOMOLOGACION
- MATERIALES RELACIONADOS CON LA EDIFICACION; LABORATORIO DE HOMOLOGACION NORMALIZACION
- ALUMINIO ANODIZADO
- CTN7 ENSAYOS DE MATERIALES
- CTN14 SOLDADURA
- CTN22 MINERIA
- CTN26 SIDERURGIA
- CTN31 METALES, BRONCES Y LATONES; CTN35 ALEACIONES LIGERAS Y ESPECIALES; CTN36 FUNDICION; VOCAL

Líneas de investigación:

- UTILIZACION DE ESCORIAS LI PARA ENMIENDAS DE SUELOS
- CONTROL DE LA CORROSION DE MATERIALES: MEDIDAS DE LA VELOCIDAD DE CORROSION EN ARMADURAS DE HORMIGON ARMADO
- INTERACCION DE LOS MATERIALES CON SU ENTORNO (MAPAS DE CORROSION): CORROSION ATMOSFERICA, CORROSION A ALTA TEMPERATURA, VIDRIOS METALICOS. MECANISMOS DE CORROSION
- DESARROLLO Y PROCESADO DE NUEVOS MATERIALES POR SOLIDIFICACION RAPIDA. ESTUDIO DE SUS PROPIEDADES MECANICAS. RELACION CON LA MICROESTRUCTURA.
- TRATAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE LASER, (TEMPLE SUPERFICIAL, ENDURECIMIENTOS CON FUSION Y ALEACION Y RECUBRIMIENTO)
- TÉCNICAS INSTRUMENTALES NOVEDOSAS DE ANALISIS DE FERROALEACIONES
- ANALISIS POR PLASMA ICP Y ESPECTROMETRIA DE MASAS EN PRODUCTOS SIDERURGICOS (MINERALES, ESCORIAS, RESIDUOS INDUSTRIALES)
- TRATAMIENTO HIDROMETALURGICO DE SULFUROS POLIMETALICOS (COMPLEJOS) DEL SUROESTE DE ESPAÑA (RECUPERACION DE VALORES METALICOS)
- TRATAMIENTOS TERMOMECANICOS DE MATERIALES METALICOS AVANZADOS. SIMULACION DE PROCESOS DE CONFORMACION. MODELOS MATEMATICOS
- PROCESADO Y CARACTERIZACION DE MATERIALES COMPUESTOS. APLICACIONES PARA BLINDAJES, CONSTRUCCION DE AUTOMOVILES (FIBRA CORTA)
- CINETICA DE PROPAGACION DE GRIETAS EN UNIONES SOLDADAS DE MATERIALES SIMILARES O DISIMILARES (ACEROS AL CARBONO, AUSTENITICOS, TITANO, CERAMICA)
- MINERALURGIA DE BENEFICIO DE MINERALES DE HIERRO Y VALORIZACION DE COPRODUCTOS (ESCORIAS, RESIDUOS, POLVOS DE ACERIA)

CNM
CENTRO NACIONAL DE MICROELECTRONICA
FAC. CIENCIAS UNIVERSIDAD AUTONOMA
BELLATERRA
08913 BARCELONA
Teléfono: 93-5801406
Tfax: 93-5802625
Director: P. SERRA MESTRES

Técnicas instrumentales y equipos:

- TECNOLOGIA PLANAR DE DISPOSITIVOS DE SILICIO
- CARACTERIZACION ELECTRICA DE DISPOSITIVOS
- SIMULACION Y CAD DE DISPOSITIVOS Y CIRCUITOS INTEGRADOS
- INGENIERIA INVERSA DE DISPOSITIVOS Y CIRCUITOS INTEGRADOS
- CRECIMIENTO EPITAXIAL POR M.B.E. DE SEMICONDUCTORES III-V
- CARACTERIZACION OPTICA DE DISPOSITIVOS Y MATERIALES III-V
- TÉCNICAS DE PRODUCCION DE DISPOSITIVOS III-V

Análisis técnica. ENSAYOS:

- MEDIDAS PUNTUALES PARA CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA Y ÓPTICA SOBRE MUESTRA Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

Líneas de investigación:

- ARQUITECTURAS Y DISPOSITIVOS PARA DSP
- TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE CIRCUITOS INTEGRADOS
- DESARROLLO DE DISPOSITIVOS DE ESPECIAL INTERÉS, COMO CIRCUITOS INTELIGENTES DE POTENCIA (SMART POWER) Y SENSORES FÍSICOS Y QUÍMICOS
- INVESTIGACIÓN SOBRE MATERIALES Y EQUIPOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS EN MICROELECTRÓNICA
- TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS III-V
- CRECIMIENTO POR MBE Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRUCTURAS SEMICONDUCTORAS
- NUEVAS TECNOLOGÍAS DE PROCESO EN MICROELECTRÓNICA
- HERRAMIENTAS DE DISEÑO PARA CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS
- SENSORES QUÍMICOS Y BIOSENSORES
- DISEÑO Y PRUEBAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS

ICET

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEL CEMENTO "EDUARDO TORROJA"

SERRANO GALVACHE S/N

28033 MADRID

Teléfono: 91-3020700

Teléfono: 91-3020440

Director: M.^aC. ANDRADE PERDRIX

Técnicas instrumentales y equipos:

- ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
- GRANULOMETRÍA LASER
- POROSIMETRÍA DE MERCURIO
- MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO
- ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍAS DISPERSIVAS
- DIFRACCIÓN DE RAYOS X
- ESPECTROMETRÍA ICP
- INGENIERÍA ASISTIDA POR ORDENADOR (CAE)
- ANÁLISIS RESISTENTE-DEFORMATIVO EN TIEMPO REAL DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
- DETERMINACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS POR MEDIOS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS
- DETERMINACIÓN DE DEFORMACIONES MEDIANTE BANDAS EXTENSOMÉTRICAS O ELONGÁMETRO MECÁNICO

Apoyo tecnológico. ENSAYOS:

- ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS DE CEMENTOS SEGUN RC-75
- ANÁLISIS QUÍMICO DE CEMENTOS SEGUN RC-75
- ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS DE HORMIGÓN (FABRICACIÓN, CURADO Y ROTURA DE 3 PROBETAS)
- ENSAYO MECÁNICO DE VIGUETAS, SEGUN NORMATIVA SELLO CETA/N
- CÁLCULO DE ESTRUCTURAS:
 - cálculo de corrimientos y esfuerzos axiales en estructuras articuladas, planas y espaciales
 - cálculo de corrimientos y giros, momentos flectores, esfuerzos cortantes y axiales en estructuras planas de nudos rígidos
 - cálculo de corrimientos y giros, momentos flectores y esfuerzos cortantes en estructuras de nudos rígidos
 - cálculo de corrimientos y giros, momentos flectores y tensiones, esfuerzos cortantes y axiales en estructuras espaciales de nudos rígidos
 - cálculo de corrimientos, momentos flectores, esfuerzos cortantes y axiales en pórticos regulares de edificación
- ROTURA A COMPRESIÓN DE PROBETA CILÍNDRICA DE HORMIGÓN
- INFORMES Y DICTAMENES TÉCNICOS DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Apoyo tecnológico. DOCUMENTOS DE IDONEIDAD TÉCNICA (I.D.T.):

- EVALUACIÓN TÉCNICA DE NUEVOS MATERIALES, SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN A PETICIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL Y EUROPEA, TALÉS COMO:
 - Sistemas estructurales
 - Hormigón acero
 - Ventanas, puertas, cerramientos y cubiertas ligeros
 - Impermeabilizaciones de cubiertas, Sistemas de aislamiento (interior, exterior y fachadas ventiladas)
 - Prefabricación en general (Sistemas)
 - Divisiones interiores. Derivados del yeso. Claraboyas. Paredes plásticas
 - Sistemas de proyección del hormigón
 - Cimentación. Cifrelos. Aparatos auxiliares. Ventilación
 - Canalizaciones. Instalaciones de fontanería y saneamiento
 - Revestimiento de suelos y fachadas en plástico
 - Sistemas de sellado
 - Sistemas de bloques. Cerramientos pesados
 - Derivados del hormigón. Finales

- Debiles acristalamientos. Acristalamientos
- Parametros industriales
- Colectores solares

- AFRECIACIONES TECNICAS EUROPEAS COMO CONSECUENCIA DE LA PUESTA EN PRACTICA DE LA DIRECTIVA COMUNITARIA "PRODUCTOS DE CONSTRUCCION"
- DIFUSION DEL SISTEMA DIAGNOSTICO DE INNOVACION EUROPEO (I.D.I.E.A.) EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

Apoyo tecnológico. ACTIVIDADES INTEGRADAS EN LAS SIGUIENTES ENTIDADES NACIONALES: AENOR

- CTN 36 SIDERURGIA
- CTN 41 CONSTRUCCION
- CTN 51 PLASTICOS Y CAUCHO
- CTN 61 MATERIAL REFRACTARIO
- CTN 67 CERAMICA Y MATERIAL SANITARIO PARA CONSTRUCCION
- CTN 74 ACUSTICA
- CTN 80 CEMENTOS Y CALES
- CTN 83 HORMIGON
- CTN 85 PUERTAS, VENTANAS, PERSIANAS, HERRAJES Y CERRADURAS
- CTN 88 PRODUCTOS DE CEMENTO REFORZADO CON FIBRAS
- CTN 92 AISLAMIENTO TERMICO
- CTN/04 MATERIALES IMPERMEABILIZANTES PARA LA CONSTRUCCION
- CTN/112 CORROSION Y PROTECCION DE MATERIALES METALICOS
- CTN/113 CHIMENEAS MODULARES METALICAS
- CTN/117 PREFABRICADO DE CEMENTO Y HORMIGON

Apoyo tecnológico. CERTIFICACION:

- CONFORMIDAD DE VIGUETAS DE HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO PARA FORJADOS. SELLOS CIETAN
- CONFORMIDAD DE BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGON ARMADO. SELLO CIETSID
- ACTIVIDADES INTEGRADAS EN LOS SIGUIENTES COMITES TECNICOS DE AENOR:
 - CTC 065: CEMENTOS
 - CTC 066: PRODUCTOS DE CEMENTO REFORZADO CON FIBRAS
 - CTC 067: PRODUCTOS DE ACERO PARA HORMIGON
 - CTC 068: MATERIALES AISLANTES TERMICOS
 - COMISION DE CERTIFICACION

Líneas de investigación:

- COMPORTAMIENTO DE MATERIALES DE NATURALEZA SILICEA FRENTE A PRODUCTOS ORGANICOS EN EL CAMPO DE LA CONSTRUCCION
- ESTUDIO DEL EMPLEO DE CENIZAS VOLANTES, HUMO DE SILICE, PUZOLANAS NATURALES ESPAÑOLAS Y EXTRANJERAS EN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION
- HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS ACRILICAS DE POLIPROPILENO, VIDRIO Y METALICAS
- MECANISMOS DE REACCION ENTRE CONGLOMERANTES HIDRAULICOS Y MEDIOS AGRESIVOS NATURALES
- CARACTERIZACION DE MATERIALES DE REPARACION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON DAÑADAS POR ATAQUE DEL MEDIO CIRCUNDANTE
- ANALISIS DE LA FASE ACUOSA DEL HORMIGON
- PREDICCION DE VIDA UTIL DE ESTRUCTURAS DAÑADAS POR ACCIONES FISICO-QUIMICAS
- NUEVAS TECNICAS DE MEDIDA "IN SITU" DE LA CORROSION DE ARMADURAS
- MECANISMOS BASICOS DE CORROSION METALICA EN HORMIGON (CLORUROS, CARBONATACION Y CORROSION BAJO PRESION)
- DESARROLLO DE NUEVAS TECNICAS ANALITICAS PARA DETERMINACION DE ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE CEMENTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
- OBTENCION DE CEMENTO CON BAJOS REQUERIMIENTOS ENERGETICOS
- APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS MINEROMETALURGICOS
- OBTENCION DE GEOPOLIMEROS PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS CON APLICACION EN RESTAURACION Y OBRAS CIVILES
- ESTUDIO DE MORTEROS PUZOLANICOS ANTIGUOS Y DESARROLLO DE NUEVOS MORTEROS
- ESTUDIO DE LA ALTERACION DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LAS CATEDRALES DE SALAMANCA Y TOLEDO. BASES CIENTIFICAS PARA SU CONSERVACION Y RESTAURACION
- INVESTIGACION DE METODOS TRADICIONALES Y ACTUALES EMPLEADOS EN LA CONSERVACION Y RESTAURACION DE MONUMENTOS CONSTRUIDOS EN ARENISCA DE VILLANAYOR
- ESTUDIO DE LOS PROBLEMAS DE LA REHABILITACION DE EDIFICIOS Y CENTROS URBANOS, PREFERENTEMENTE HISTORICOS Y MONUMENTALES, ASI COMO DE LOS METODOS DE CONSERVACION Y RESTAURACION
- ESTUDIO DE LAS CONDICIONES HIDROTHERMICAS POR MEDIO DE SIMULACION MATEMATICA
- ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE SISTEMAS ACTIVOS CONCRETOS
- ESTUDIO DE DISPOSICIONES CONCRETAS TENDIENTES A LA MEJORA DEL COMPORTAMIENTO PASIVO DE EDIFICIOS
- ESTUDIO DE LA IMPERMEABILIZACION DE MORTEROS, YESOS Y LADRILLOS CERAMICOS, ARENSCAS Y OTROS MATERIALES
- ESTUDIO "IN SITU" DE REVESTIMIENTOS DE FACHADAS
- ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS DE MUY BAJO COSTE PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL
- APLICACION DE LAS CENIZAS VOLANTES COMO SUBPRODUCTO INDUSTRIAL DE LA CONSTRUCCION, COMO SUSTITUTIVO DEL CEMENTO EN LA FABRICACION DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS
- EVALUACION BAJO PARAMETROS MECANICOS, TERMICOS, DE HABITABILIDAD, DURABILIDAD, ETC. DE LOS MODELOS A ESCALA NATURAL, REALIZADOS CON MATERIALES Y UNIDADES DE OBRAS COMPLETAS EFECTUADOS CON LA APLICACION DE SUBPRODUCTOS PROCEDENTES DE LAS INDUSTRIAS ELECTRICAS (TERMICAS)
- EMPLEO DE YESO ARMADO CON FIBRAS VEGETALES
- EMPLEO DE CEMENTO ARMADO CON FIBRAS NATURALES
- CREACION DE UNA BASE DE DATOS SOBRE TECNOLOGIAS DE BAJO COSTE

- MECANICA PROBABILISTICA Y ESTIMACION DEL RIESGO POTENCIAL DE EDIFICACIONES Y OBRAS PUBLICAS FRENTE A FENOMENOS CATASTROFICOS DE ORIGEN NATURAL
- ADECUACION DE LA COMUNICACION USUARIO-ORDENADOR, CON ESPECIAL ENFASIS EN EL USO DE TECNICAS INTERACTIVAS, UTILIZACION DE LENGUAJES NATURALES Y ORIENTADOS, Y DE TECNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA INTERPRETACION DE DATOS INCOMPLETOS O CONTRADICTORIOS Y TOMA DE DECISIONES DE PROYECTO BASADAS EN LA EXPERIENCIA
- ANALISIS DE LA ESTRUCTURA MAS ADECUADA PARA LA BASE DE DATOS A MANEJAR, QUE DEBE INCLUIR INFORMACION ARQUITECTONICA, ESTRUCTURAL, GRAFICA Y ECONOMICA
- DESARROLLO DE MODELOS DE COMPORTAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON Y SU INTERACCION CON EL SUELO Y DE METODOS DE ANALISIS Y DIMENSIONAMIENTO
- DESARROLLO DE MODELOS Y DE METODOS DE CALCULO PARA EL ANALISIS DEL PANDEO DE SOPORTES EN FLEJO-COMPRESION RECTA O DESVIADA Y DEL PANDEO GLOBAL DE PORTICOS, INCORPORANDO EL EFECTO DE ACCIONES DIFERIDAS
- METODOS PARA VERIFICAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE CAD
- DESARROLLO DE SISTEMAS INTEGRADOS EN LAS AREAS DE EDIFICACION Y DE PUENTES, APLICANDO LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS Y LAS TECNICAS DESARROLLADAS, SIENDO SUSCEPTIBLES DE SER COMERCIALIZADOS
- TIPIFICACION DE LOS PROBLEMAS PATOLOGICOS EN ESTRUCTURAS YA CONSTRUIDAS, ANALIZANDO SUS CAUSAS Y ESTABLECIENDO UNA METODOLOGIA DE ESTUDIO
- DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD REALES DE LAS ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS, ESTEN O NO AFECTADAS POR PROBLEMAS PATOLOGICOS
- ESTIMACION DE LA VIDA RESIDUAL DE LAS ESTRUCTURAS
- METODOS DE REHABILITACION Y PROTECCION PARA PROLONGAR LA VIDA UTIL DE LAS ESTRUCTURAS RECUPERABLES
- ESTUDIO TEORICO-EXPERIMENTAL DE LA LEY TENSODEFORMACIONAL DE UN HORMIGON POR SOBRECONFINAMIENTO DEBIDO A LOS ESFUERZOS
- DESARROLLO DE MATERIALES PARA CARRETERAS DE HORMIGON
- DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO A FATIGA DE MATERIALES EN PAVIMENTOS RIGIDOS
- EVALUACION DE PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DEL HORMIGON SECO COMPACTO, CON DISEÑO DE SISTEMAS DE DENSIFICACION OPTIMA
- ANALISIS DE PLAZOS DE TRABAJABILIDAD DEL HORMIGON SECO COMPACTO CON RODILLO
- ADECUACION DE LOS HORMIGONES POROSOS A LOS FIRMES RIGIDOS
- CARACTERISTICAS ADHERENTES ENTRE LAS DIFERENTES CAPAS DE UN MISMO HORMIGON DE EDADES DISTINTAS
- VALORACION DE LA ADHERENCIA DE PASADORES DE ACEBO EN EL HORMIGON SECO
- DISEÑO DE FIRMES RIGIDOS MEDIANTE PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS

ICMA

INSTITUTO DE CIENCIA DE MATERIALES DE ARAGON
PL. SAN FRANCISCO S/N
50009 ZARAGOZA
Teléfono: 976-567920
Fax: 976-522528
Director: J. BARTOLOME SANJOAQUIN

Técnicas instrumentales y equipos:

- ESPECTROSCOPIA IR
- MEDIDAS DE CONDUCTIVIDAD EN DISOLUCION
- DETERMINACION DE PESOS MOLECULARES EN DISOLUCION
- ESPECTROSCOPIA MOSSBAUER DE 191AU
- ESPECTROSCOPIA DE RESONANCIA DE SPIN ELECTRONICO
- ESPECTROSCOPIA DE RESONANCIA MAGNETICA MULTINUCLEAR
- DETERMINACION DE ESTRUCTURAS POR IR
- DETERMINACION DE ESTRUCTURAS POR DIFRACCION DE RAYOS X
- CROMATOGRAFA DE GASES
- ESPECTROSCOPIA UV-VIS
- ESPECTROMETRIA DE MASAS
- POLARIMETRIA
- ANALISIS ELEMENTAL
- HPLC (CROMATOGRAFA DE LIQUIDOS DE ALTA RESOLUCION)
- MICROSCOPIA OPTICA
- TERMOCALORIMETRIA
- CALORIMETRIA DIFERENCIAL
- VISCOSIMETRIA
- TECNICAS DE CRECIMIENTO DE CRISTALES
- ESPECTROSCOPIA DE RMN (RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR)
- ESPECTROSCOPIA OPTICA DE ABSORCION Y EMISION
- ESPECTROSCOPIA RAMAN
- MEDIDA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA
- ANALISIS DE ARMONICOS
- MEDIDA DE IMANACION
- MEDIDA DE RESISTIVIDAD CON CORRIENTE ALTERNA
- MEDIDA DE CALORIMETRIA ADIABATICA
- MEDIDA DE CAPACIDAD CALORIFICA POR DESIMANACION ADIABATICA
- ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION DE RAYOS X

- HORNO DE DESCARGA EN ATMÓSFERA DE ARGÓN
- HORNO DE RECOCIDOS
- PREPARACIÓN DE POLVOS ORIENTADOS MAGNETICAMENTE
- MAGNETOMETRO DE DILATACION TERMICA Y MAGNETOESTRICCION
- MAGNETOMETRO DE ANISOTROPIA MAGNETOCRISTALINA
- SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA AC
- MAGNETOMETRO DE MUESTRA VIBRANTE
- MEDIDA DE MAGNETOESTRICCION
- MEDIDA DE LA CONSTANTE DIELECTRICA Y DE LA TANGENTE DE PERDIDAS
- MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD ELECTRICA

Líneas de investigación:

- SINTESIS DE COMPUESTOS DE ORO, PALADIO Y PLATINO CON POSIBLES APLICACIONES EN MEDICINA (ANTIARTRITICOS Y ANTITUMORALES) PARA DECORACION DE CERAMICAS Y VIDRIOS (FABRICACION DE ORO LIQUIDO)
- SINTESIS DE PRECURSORES CATALITICOS PARA PROCESOS DE HIDROGENACION O HIDROFORMILACION
- SINTESIS DE "CLUSTERS" (AGREGADOS METALICOS) DE APLICACION EN CATALISIS
- PREPARACION DE CATALIZADORES EN FASE HOMOGENEA
- PREPARACION DE COMPUESTOS DE RUDIO, IRIDIO, RUTENIO Y OSMIO PARA LA INDUSTRIA PETROQUIMICA
- MATERIALES ORGANICOS (DE BAJO Y ALTO PESO MOLECULAR) PARA OPTICA NO LINEAL
- SINTESIS Y CARACTERIZACION DE CRISTALES LIQUIDOS CON PROPIEDADES FERROELECTRICAS
- SINTESIS Y CARACTERIZACION DE MATERIALES POLIMERICOS MAGNETICOS
- SINTESIS Y PRODUCCION DE VIDRIOS DE ALTA TRANSMITANCIA EN LA REGION DEL INFRARROJO. APLICACION A FIBRAS OPTICAS PARA COMUNICACIONES
- FOSFOROS DE ALTA EFICIENCIA LUMINICA. APLICACION PARA ALMACENAMIENTO DE IMAGENES RADIOLOGICAS
- SINTESIS DE MATERIALES PARA LASERES SINTONIZABLES DE ESTADO SOLIDO
- TECNOLOGIA CRIOGENICA (TEMPERATURAS DE HELIO Y NITROGENO LIQUIDO)
- DETECCION DE FUGAS DE HELIO GASEOSO
- DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PROTOTIPOS DE INSTRUMENTACION CIENTIFICA APLICADA A MEDIDAS ELECTRICAS Y MAGNETICAS
- NUEVOS MATERIALES SUPERMAGNETICOS Y SUPERCONDUCTORES
- CARACTERIZACION TERMOMAGNETICA DE MATERIALES DE INTERES COMO IMANES PERMANENTES Y PARA REGISTRO MAGNETICO
- MEDIDA DE CICLOS DE HISTERESIS MAGNETICA
- CARACTERIZACION DILATOMETRICA DE ALEACIONES DE ALTA TEMPERATURA
- PREPARACION Y CARACTERIZACION DE ALEACIONES METALICAS
- CRECIMIENTO DE FIBRAS POR FUSION POR LASER
- CARACTERIZACION METALOGRAFICA
- CARACTERIZACION DE MATERIALES DIELECTRICOS (PERMITIVIDAD Y TANGENTE DE PERDIDAS)
- SINTESIS DE SUPERCONDUCTORES CERAMICOS DE ALTA TEMPERATURA

ICNB

INSTITUTO DE CIENCIA DE MATERIALES DE BARCELONA
CAMPUS UNIV. AUTONOMA
08193 BELLATERRA (BARCELONA)
Teléfono: 93-5805729
Tlx: 93-5801853
Director: C. MIRAVITLLES TORRAS

Técnicas instrumentales y equipos:

- LABORATORIO DE CRECIMIENTO DE CRISTALES (HORNO, CRISTALIZADORES, ETC.)
- DEPOSICION QUIMICA EN FASE VAPORE
- DIFRACCION DE RAYOS X (MONOCRISTAL Y POLVO CRISTALINO)
- MAGNETOMETRO
- ESPECTROSCOPIA IR

Líneas de investigación:

- TECNICAS DE CRECIMIENTO DE CRISTALES PARA LA OBTENCION DE BIOMATERIALES
- METODOLOGIA DE RESOLUCION DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS
- SINTESIS DE MATERIALES ORGANICOS E INORGANICOS CON PROPIEDADES SEMICONDUCTORAS, SUPERCONDUCTORAS, MAGNETICAS, PIEZOELECTRICAS, OPTICAS Y CATALITICAS
- OBTENCION Y CARACTERIZACION DE POLIMEROS ORGANICOS CON PROPIEDADES ELECTRICAS, MAGNETICAS Y MECANICAS
- ESTUDIO DE PROPIEDADES OPTICAS
- COMPORTAMIENTO MECANICO DE MATERIALES EN INGENIERIA CIVIL. ANALISIS DE ESTRUCTURAS
- TECNICAS DE DEPOSITOS CVD DE MATERIALES
- NUEVOS METODOS DE PREDICCION Y RESOLUCION DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS, ESPECIALMENTE DE MATERIALES POLICRISTALINOS
- ESTUDIO DE CINETICA DE TRANSFORMACIONES POLIMORFICAS "IN SITU" MEDIANTE DIFRACCION DE RAYOS X

KMM

INSTITUTO DE CIENCIA DE MATERIALES DE MADRID

"SEDE A"

SERRANO, 144

28006 MADRID

Teléfono: 91-4117651

Tlx: 91-360806

Tlx: 91-3611304

Director: E. MAURER MORENO

"SEDE B"

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID C XII

CANTOBLANCO

28049 MADRID

Teléfono: 91-3973499

Tlx: 91-3974938

Tlx: 91-3974923

Director: J.M. MARTINEZ DUART

"SEDE C"

SERRANO 115 BHS

28006 MADRID

Teléfono: 91-3624526

Tlx: 91-3622838

Director: J.M. SERRATOSA MARQUEZ

"SEDE D"

SERRANO, 113

28006 MADRID

Teléfono: 91-3618471

Tlx: 91-4111772

Tlx: 91-3611307

Director: O. GARCIA MARTINEZ

Técnicas instrumentales y equipos:

- CRECIMIENTO DE MONOCRISTALES (METODOS CZOCHRALSKI, BRIGHMAN Y DISOLUCIÓN)
- SISTEMA DE DEPOSICION CVD
- ABSORCION ATOMICA
- DIFRACTOMETRO DE RAYOS X AUTOMATICO DE POLVO
- DIFRACTOMETRO DE RAYOS X DE 12 KW PARA PEQUEÑOS ANGULOS
- DIFRACTOMETRO DE RAYOS X CON CAMARA DE ALTA TEMPERATURA
- GENERADORES DE RAYOS X CON CAMARAS GUINIER, PRECISION Y WEISSENBERG
- MICROSCOPIA ELECTRONICA DE TRANSMISION
- MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO
- ESPECTROMETRO DE RMN PULSADA DE 100 MHz
- ESPECTROMETRO DE RMN DE 400 MHz PARA SOLIDOS (MAS)
- ESPECTROMETRIA DE RESONANCIA PARAMAGNETICA ELECTRONICA
- ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION IR
- ESPECTROFOTOMETRO UV, V, NIR
- ANALISIS TERMICO (ATD, TG, DSC)
- MICROCALORIMETRIA DE ADSORCION LKB
- CROMATOGRAFIA DE GASES
- ESPECTROSCOPIA DE ELECTRONES SECUNDARIOS
- ESPECTROMETRIA DE MASAS
- ESPECTROSCOPIA AUGER (AES), ELS, UPS, ESD
- MICROSCOPIA AUGER (SAM)
- ESCA (XPS)
- LEED Y LEED DIFUSO
- ESPECTROSCOPIA BRILLOUIN
- HOLOGRAFIA DINAMICA
- MAGNETOMETRO DE MUESTRA VIBRANTE (CON EQUIPO DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA)
- MAGNETOMETRO DE MUESTRA VIBRANTE CONVENCIONAL
- INSTALACION PARA MEDIDAS TERMOMAGNETICAS
- EQUIPAMIENTO DIVERSO PARA MEDIDA Y CONTROL DE CAMPOS MAGNETICOS
- CARACTERIZACION FERRO-FIJO-PIEZOELECTRICA
- LICUEFACCION DE NITROGENO Y HELIO
- SOLDADURA TIG BAJO ATMOSFERA DE ARGON

- SOLDADURA ELECTRICA POR PUNTOS
- TALLER DE SOPLADO DE VIDRIO
- LABORATORIO DE ELECTRONICA

Apoyo tecnológico. CALIBRACION:

- BAJAS PRESIONES HOMOLOGACION
- CTN/92 FISICA DEL ESTADO SOLIDO, LABORATORIO DE HOMOLOGACION

Apoyo tecnológico. NORMALIZACION:

- ASOCIACION ESPAÑOLA DE CONTROL DE CALIDAD. COMITE DE METROLOGIA
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. COMISION DE CONTROL DE CALIDAD

Líneas de investigación:

- PROCEDIMIENTO Y CELULA DE MOLDEO DE FABRICACION DE FIBRAS CERAMICAS PIEZOELECTRICAS MOLDEADAS POR EXTRUSION
- PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE CERAMICAS PIEZOELECTRICAS Y PIRELECTRICAS DE TIO3PB MODIFICADO MEDIANTE REACTIVACION DE LOS MECANISMOS DE SINTESIS Y SINTERIZACION
- OBTENCION DE CATALIZADORES DE HIDROGENACION EN SEPIOLITAS NATURALES Y/O MODIFICADAS
- DERIVADO DE SEPIOLITA CON PROPIEDADES ACIDAS QUE LO HACEN APTO COMO CATALIZADOR O SOPORTE DE CATALIZADORES EN PROCESOS DE ESTERIFICACION, DESHIDRATACION, ISOMERIZACION Y CRAQUEO DE HIDROCARBUROS
- PREPARACION Y CARACTERIZACION DE NUEVOS MATERIALES (OXIDOS Y POLVOS MICROCRISTALINOS CON MORFOLOGIA Y TAMAÑO CONTROLADO, COMPUESTOS DE INCLUSION, ASPECTOS CRISTALOQUIMICOS, DETERMINACION ESTRUCTURAL)
- PREPARACION DE MATERIALES ARILSULFONICOS DERIVADOS DE SILICE Y DE SILICATOS, DE POTENCIAL UTILIDAD EN ADSORCION SELECTIVA (CROMATOGRAFIA IONICA), INTERCAMBIADORES IONICOS Y CATALIZADORES ACIDOS
- DEPOSICION DE MATERIALES EN LAMINA DELGADA MEDIANTE "SPUTTERING" Y CVD (PULVERIZACION CATODICA Y DEPOSICION QUIMICA EN FASE VAPOR), APLICACION A CONTACTOS EN MICROELECTRONICA, RECUBRIMIENTOS OPTICOS
- OBTENCION DE PARTICULAS CERAMICAS PIEZOACTIVAS PARA MATERIALES CERAMICOS COMPACTOS Y COMPUESTOS
- CELULA DE DIFUSION PARA CONDICIONES DE MICROGRAVEDAD
- TECNOLOGIA DE ALTO Y ULTRA VACIO; UNIONES VIDRIO-METAL, TRAMPAS DE ZEOLITA, MANOMETRO DE IONIZACION, MANOMETRO DE TERMOPAR, BOMBA DE ADSORCION, SOLDADURA POR TIG, ESPECIAL PARA VACIO
- CONVERSION DE ENERGIA SOLAR A TERMICA SIN ELASTOMEROS
- METROLOGIA DE BAJAS PRESIONES: CALIBRACION DE INDICADORES DE VACIO
- SUPERFICIES E INTERCARAS (ESTRUCTURA, CORRELACION ELECTRONICA Y ESPECTROSCOPIA, TRANSICIONES DE FASE, REACTIVIDAD)
- SINTESIS, CARACTERIZACION Y MODELIZACION DE SUPERCONDUCTORES DE ALTA TEMPERATURA CRITICA
- CONDUCTORES IONICOS Y MEMBRANAS (SILICATOS POROSOS, COMPUESTOS TIPO FLUORITA, AMORFOS)
- SEMICONDUCTORES (SUPERREDES Y POZOS CUANTICOS, SILICIO HIDROGENADO)
- MATERIALES Y DISPOSITIVOS PARA MICROELECTRONICA (MATERIALES PARA PELICULAS CONDUCTORAS Y AISLANTES)
- MATERIALES OPTICOS (MATERIALES FOTOREFRACTIVOS)
- MATERIALES FERROELECTRICOS (SENSORES PIEZOELECTRICOS)
- MATERIALES MAGNETICOS (MATERIALES PARA IMANES PERMANENTES "TR-FE-O" AMORFOS, MULTICAPAS METALICAS)
- CRISTALES LIQUIDOS

ICMS

INSTITUTO DE CIENCIA DE MATERIALES DE SEVILLA

APDO. 1115 AVDA. REINA MERCEDES, S/N.

41012 SEVILLA

Teléfono: 954-611962

Tel: 954-625626

Dirección: J. L. PEREZ RODRIGUEZ

Técnicas instrumentales y equipos:

- DIFRACCION DE RAYOS X
- SISTEMA INSTRON 1135
- DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X (MONOCRISTAL)
- CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO
- ESPECTROMETRIA IR-TP
- MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO ISI 5540
- ESPECTROMETRIA DE RMN (RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR)
- ESPECTROSCOPIA DE FOTOLECTRONES E IONES XPS/ISS/ESCA
- ANALISIS TERMICO A VELOCIDAD CONSTANTE (ATVC)
- DETERMINACION CRIOSCOPICA DEL PESO MOLECULAR
- ENSAYO DE COMPRESION A VELOCIDAD CONSTANTE
- ISOTERMOS DE ADSORCION DE GASES
- DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X (POLVO)
- MEDIDA DE SUPERFICIE ESPECIFICA
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICOS

Cuadernos CDTI

Líneas de investigación:

- SINTESIS DE COMPUESTOS ORGANOMETALICOS PARA EMPLEAR COMO PRECURSORES DE OTROS MATERIALES CON PROPIEDADES ESPECIFICAS: MAGNETICAS, OPTICAS
- DEPOSICION POR EVAPORACION DE ORGANOMETALICOS MEDIANTE TECNICAS DE ULTRA ALTO VACIO
- PREPARACION DE DEPOSITOS POR COPRECIPITACION EN DISOLUCIONES. DEPOSICION FOTOQUIMICA DE SEMICONDUCTORES CON EL FIN DE ABARATAR DRASTICAMENTE LA FABRICACION DE MICROCHIPS
- DESARROLLO DE LA QUIMICA "DULCE": ARQUITECTURA MOLECULAR, SILICATOS DE ESTRUCTURA ABIERTA, POROSIDAD CONTROLADA, SISTEMAS DE INTERCALACION PARA CATALIZADORES
- SINTESIS DE CERAMICAS TIPO OXIDICO Y NO OXIDICO; CERMETS
- ESTUDIOS DE BASE PARA CERAMICOS DE TODO TIPO
- PREPARACION DE VIDRIOS METALICOS MEDIANTE ENFRIAMIENTO ULTRARRAPIDO
- ANALISIS DE SUPERFICIES

ICV

INSTITUTO DE CERAMICA Y VIDRIO
CTRA. VALENCIA KM. 24,300
ARGANDA DEL REY
28500 MADRID
Teléfono: 91-8706550
Tlx: 91-8711800
Tlx: 91-8711804
Director: P. DURAN BOTIA

Técnicas instrumentales y equipos:

- MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO
- DIFRACCION DE RAYOS X
- ESPECTROSCOPIA IMPEDANCIA COMPLEJA
- DILATOMETRIA
- INFRARROJOS
- ANALISIS MEDIANTE ICP
- SEDIGRAF
- BET

Líneas de investigación:

- PROCESADO Y ESTUDIO DE MATERIALES CERAMICOS ESTRUCTURALES OXIDICOS Y NO OXIDICOS CON ALTAS PRESTACIONES MECANICAS Y TECNICAS A ELEVADA TEMPERATURA
- SINTESIS Y PROCESADO DE NUEVAS MATERIAS PRIMAS A PARTIR DE PRODUCTOS NATURALES DE BAJO COSTO Y DE DESCHOS INDUSTRIALES
- PROCESADO Y ESTUDIO DE MATERIALES ELECTROCERAMICOS: CONDUCTORES IONICOS, SUPERCONDUCTORES, PIEZOELECTRICOS CERAMICOS, CONDENSADORES MULTICAPA, SENSORES CERAMICOS CON PROPIEDADES ELECTRONICAS
- PRODUCCION DE VIDRIOS ESPECIALES PARA APLICACIONES ESPECIFICAS: VIDRIOS DE ALTA TEMPERATURA DE FUSION OBTENIDOS POR SOL-GEL, VIDRIOS CON PROPIEDADES OPTICAS NO LINEALES RESISTENTES AL MEDIO, ETC
- PROCESADO DE MATERIALES VITROCERAMICOS (EMPLEO DE BASALTOS, VITRIFICACION DE RESIDUOS RADIACTIVOS, BIOMATERIALES)
- PROCESADO Y ESTUDIO DE COMPOSITES DE MATRIZ VITREA Y/O MATRIZ POLIMERICA CON ALTAS PRESTACIONES MECANICAS Y TERMICAS

IEM

INSTITUTO DE ESTRUCTURA DE LA MATERIA
SERRANO, 119-125
28006 MADRID
Teléfono: 91-5623431
Tlx: 91-5619400
Tlx: 91-411296
Director: F.J. BALTA CALLEJA

Técnicas instrumentales y equipos:

- TERMINALES DE ORDENADOR
- ESPECTROSCOPIA RAMAN
- ESPECTROSCOPIA FTIR
- LASERES DE GASES Y DE COLORANTES ESTABILIZADOS
- ESPECTROSCOPIA DE RMN (RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR)
- HPLC (CROMATOGRAFIA DE LIQUIDOS DE ALTA RESOLUCION)
- DIFRACCION DE RAYOS X
- MICROSCOPIA OPTICA
- CALORIMETRIA DIFERENCIAL
- DIAMAGNETISMO

Líneas de investigación:

- TEORÍA DE SUPERCUERDAS, FUNDAMENTOS Y FENOMENOLOGÍA
- ESTRUCTURA NUCLEAR, REACCIONES NUCLEARES Y DISPERSIÓN, FISIÓN, ISÓTOPOS, DESINTEGRACIÓN NUCLEAR, EL PROBLEMA NUCLEAR DE MUCHOS CUERPOS Y DISPERSIÓN DE LEPTONES POR NÚCLEOS Y HADRONES
- ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE FLUIDOS DENSO, LÍQUIDOS, TEORÍA DE MUCHOS CUERPOS, MECÁNICA ESTADÍSTICA, INTERACCIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS CON LA MATERIA
- ESTUDIO TEÓRICO DE PROCESOS DINÁMICOS EN FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR
- TRANSFERENCIA DE ENERGÍA Y FOTODISOCIACIÓN MOLECULAR
- DINÁMICA INTERNA MOLECULAR, APLICACIONES A LA ESPECTROSCOPIA, LA BIOLOGÍA Y LA FARMACOLOGÍA MOLECULAR
- ESPECTROSCOPIA LASER RAMAN COHERENTE E INFRARROJO POR DIFERENCIA DE FRECUENCIAS ÓPTICAS. ESTUDIO DE MOLECULAS ESTABLES Y COMPLEJOS DEBILMENTE LIGADOS EN HACES MOLECULARES
- ESPECTROSCOPIA VIB-ROTACIONAL, DINÁMICA MOLECULAR Y EFECTOS NO LINEALES
- DESARROLLOS INSTRUMENTALES EN ESPECTROSCOPIA LASER DE ALTA RESOLUCIÓN, RAMAN INVERSO E INFRARROJO POR DIFERENCIA DE FRECUENCIAS ÓPTICAS
- ESTUDIO POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y EL EFECTO INVERNADERO
- BASES QUÍMICO-FÍSICAS DEL PLEGAMIENTO DE PROTEÍNAS
- ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE MATERIALES AVANZADOS

INCYTET

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE POLÍMEROS

JUAN DE LA CIERVA, 3

28006 MADRID

Teléfono: 91-5644853

Teléfono: 91-5632900

Director: J. L. MATO LÓPEZ

Técnicas instrumentales y equipos:

- RAYOS X
- MICROSCOPIA Y SALS
- CROMATOGRAFÍAS
- OSMOMETRÍA
- CALORIMETRÍA
- VISCOSIMETRÍA
- LUMINISCENCIA
- ESPECTROSCOPIAS IR, UV, VIS Y RAMAN
- DILATOMETRÍA
- GPC
- MEDICIÓN DE MOMENTOS DIPOLARES
- ANÁLISIS MECANO-DINÁMICO

Apoyo tecnológico. ENSAYOS:

- ENSAYOS MECÁNICOS Y DE RESISTENCIA AL OZONO DE MUESTRAS DE GOMA
- CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS COMPUESTOS Y FORMULACIÓN CUANTITATIVA
- ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO
- DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS DE MATERIALES PLÁSTICOS

Apoyo tecnológico. HOMOLOGACIÓN:

- CONTROL DE PRODUCTOS DE PLÁSTICO QUE POSEEN MARCAS DE CALIDAD CONCEDIDAS POR AENOR; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN
- JERINGILLAS DE PLÁSTICO PARA USAR UNA SOLA VEZ; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN
- PERFILES DE PVC NO PLASTIFICADO; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN
- REVESTIMIENTOS FLEXIBLES DE PVC, SIN SOPORTE, PARA SUELOS; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN
- TUBOS DE POLIÉTERENO DE BAJA, MEDIA Y ALTA DENSIDAD PARA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN
- PELÍCULAS DE POLIÉTERENO DE BAJA DENSIDAD PARA INVERNADEROS; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN
- TUBOS DE POLIÉTERENO RETICULADO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN, FRÍA Y CALIENTE; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN
- TUBOS DE POLIPROPILENO COPOLÍMERO PARA CONDUCCIONES DE FLUIDOS A PRESIÓN Y A DIFERENTES TEMPERATURAS; LABORATORIO DE HOMOLOGACIÓN

Líneas de investigación:

- POLÍMEROS BIOLÓGICAMENTE ACTIVOS
- POLÍMEROS ESPECIALES A TRAVÉS DE LA MODIFICACIÓN DE POLÍMEROS CONVENCIONALES DE GRAN CONSUMO
- NUEVOS MATERIALES PARA LA APLICACIÓN EN MICROELECTRÓNICA Y COMO FORMADORES DE MEMBRANAS SEMIPERMEABLES
- POLÍMEROS FOTOSENSIBLES, FOTONICIADOS DE POLIMERIZACIÓN
- ESTUDIOS TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES SOBRE CARACTERÍSTICAS CONFORMACIONALES DE POLÍMEROS Y SU RELACIÓN CON LAS PROPIEDADES
- MEZCLAS PIRO Y PIEZO ELÉCTRICAS
- COMPATIBILIZACIÓN DE MULTICOMPONENTES A TRAVÉS DE LA FUNCIONALIZACIÓN
- MODIFICACIÓN DE CARGAS INORGÁNICAS PARA PLÁSTICOS Y CAUCHO
- COMPATIBILIZACIÓN DE MEZCLAS POLIMÉRICAS
- COMPOSITOS CON FIBRAS CERÁMICAS

IO
INSTITUTO DE OPTICA "DAZA DE VALDES"
 SERRANO, 121
 28006 MADRID
 Telefono: 91-5645517
 Tlx: 91-563590
 Director: A. CORRONS RODRIGUEZ

Técnicas instrumentales y aparatos:

- OPTICA FISICA
- OPTICA INSTRUMENTAL
- VISION
- TRATAMIENTO DE IMAGENES
- MEMORIAS OPTICAS
- ESPECTROSCOPIA ATOMICA
- ESPECTROSCOPIA MOLECULAR
- RADCOMETRIA
- FOTOMETRIA
- COLORIMETRIA
- LUMINOTECNIA
- DISOCIACION MOLECULAR
- LASERES
- ENERGIA SOLAR
- OPTOELECTRONICA
- METROLOGIA OPTICA

Asistencia técnica: ENSAYOS:

- VARIACION DE LA TRANSMITANCIA TOTAL EN FUNCION DEL TIEMPO EN MATERIALES FOTOCROMATICOS
- COORDENADAS DE CROMATICIDAD A PARTIR DE DATOS ESPECTROPOTOMETRICOS PARA UN ESPESOR DISTINTO DEL DE LA MUESTRA DADA
- DIFERENCIA DE COLOR RESPECTO A UN PATRON DE REFERENCIA DADO SEGUN UNA DETERMINADA FORMULA
- INDICE DE BLANQUEO SEGUN UNA FORMULA DADA
- LONGITUD DE ONDA DOMINANTE Y PUREZA RESPECTO AL ILUMINANTE A 0°C PARA UN ESPESOR DETERMINADO DISTINTO DEL DE LA MUESTRA DADA
- DISTRIBUCION ESPECTRAL ABSOLUTA DE LA RADIACION EMITIDA POR UNA FUENTE LUMINOSA (380— 800 nm)
- DISTRIBUCION ESPECTRAL RELATIVA DE LA RADIACION EMITIDA POR UNA FUENTE LUMINOSA (380-800 nm)
- CROMATICIDAD DE LA LUZ EMITIDA POR UNA FUENTE O FARO CON FILTRO
- INDICE GENERAL DE RENDIMIENTO EN COLOR DE UNA FUENTE LUMINOSA
- DETERMINACION DE LA TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA
- RESPONSIVIDAD ESPECTRAL ABSOLUTA Y RELATIVA DE FOTODETECTORES (0,4 A 1,1 MICRAS)
- LINEALIDAD DE LA RESPUESTA DE FOTODETECTORES
- ESTABILIDAD TEMPORAL DE FOTODETECTORES
- INTENSIDAD LUMINOSA DE UNA LAMPARA EN UNA DIRECCION Y A UN VOLTAJE DADO
- FLUJO LUMINOSO DE UNA LAMPARA
- MATRIZ DE INTENSIDADES (12 X 35 VALORES)
- COEFICIENTES DE UTILIZACION PARA ALUMBRADO DE INTERIORES
- MATRIZ DE INTENSIDADES REDUCIDA Y CURVAS ISOLUX EN UN PLANO
- CALCULO DE LA DISTRIBUCION DE LUMINANCIAS EN LA CALZADA (DANDO LA MATRIZ DE INTENSIDADES, LA MATRIZ DE COEFICIENTES DE LUMINANCIA DEL PAVIMENTO)
- CALCULO DE LA DISTRIBUCION DE LUMINANCIAS SOBRE EL PLANO DE LA CALZADA (DANDO LA MATRIZ DE INTENSIDADES Y LA GEOMETRIA DE LA INSTALACION)
- CURVA DE DISTRIBUCION DE INTENSIDADES EN UN PLANO DE UN PROYECTOR CON UNA LAMPARA A UN VOLTAJE DADO
- ESTUDIO FOTOMETRICO DE UN PROYECTOR CON UNA LAMPARA A UN VOLTAJE DADO (CALCULO DE RENDIMIENTO)
- CALIBRADO DE LA ESCALA DE UN LUXOMETRO
- CURVA DE DISTRIBUCION DE INTENSIDADES EN UN PLANO
- CURVAS DE DISTRIBUCION DE INTENSIDADES EN TRES PLANOS
- TEMPERATURA DE COLOR DE UNA LAMPARA DE INCANDESCENCIA A UN VOLTAJE DADO O DETERMINACION DEL VOLTAJE PARA UNA TEMPERATURA DADA
- RADIOS CONCAVOS DE SISTEMAS OPTICOS
- RADIOS CONVEXOS A PARTIR DE 20 mm DE SISTEMAS OPTICOS
- CAMPO REAL HASTA 180 GRADOS
- ABERRACIONES DE ONDA HASTA 8 cm DE APERTURA Y 1 m DE FOCAL
- ABERRACIONES GEOMETRICAS
- GALGAS A EXTREMOS HASTA 100 mm
- ESPESORES EN LAMINAS PLANOPARALELAS HASTA 1 mm DE ESPESOR
- TOPOGRAFIA DE SUPERFICIES METALICAS HASTA 100 mm
- TOPOGRAFIA DE SUPERFICIES DIELECTRICAS HASTA 100 mm
- PARALELISMO DE SUPERFICIES SEMITRANSMISORAS HASTA 8 cm
- PARALELISMO DE DIELECTRICAS HASTA 8 cm
- INDICES DE REFRACCION DE SOLIDOS Y LIQUIDOS DE 1 A 1,7 SIN LIMITACION RAZONABLE

- HOMOGENEIDAD DE INDICE DE REFRACCION
- DIMENSIONADO Y OPTIMIZACION DE INSTALACIONES SOLARES
- TRANSMITANCIA DE 2,5 A 40 MICROMETROS
- TRANSMITANCIA O REFLECTANCIA, DE 380 A 770 nm
- TRANSMITANCIA O REFLECTANCIA, DE 380 A 1500 nm
- TRANSMITANCIA O REFLECTANCIA, DE 220 A 770 nm
- TRANSMITANCIA O REFLECTANCIA, DE 220 A 1500 nm

Asistencia técnica: CALIBRACION:

- DIMENSIONES, OPTICA E ILUMINACION; LABORATORIO DE REFERENCIA Y CALIBRACION

Asistencia técnica: HOMOLOGACION:

- FOTOMETRIA Y LUMINOTECNIA; LABORATORIO DE ENSAYO NORMALIZACION
- CTN77: ILUMINACION
- CTN82: MAGNITUDES Y UNIDADES
- CTN20: ELECTROTECNIA
- CTN25: ALUMBRADO DEL AUTOMOVIL
- CTN72: SUBCOMISION DE COLORIMETRIA

Líneas de investigación:

- TRANSMISION DE INFORMACION POR FIBRA OPTICA
- OPTICA DE METALES EN EL ULTRAVIOLETA. APLICACIONES EN EL ESPACIO
- PROPIEDADES Y PROCESOS OPTICOS EN NUEVOS MATERIALES OPTOELECTRONICOS
- ESPECTROSCOPIA ATOMICA CUANTICA
- ESPECTROSCOPIA LASER
- ESTUDIO ESTRUCTURAL DE PEPTIDOS, NUCLEOTIDOS Y HETEROCICLOS RELACIONADOS POR ESPECTROSCOPIA RAMAN-LASER, INFRARROJA Y OTROS METODOS FISICOS
- METROLOGIA DE LATITUDES
- ESTUDIO Y CARACTERIZACION DE DETECTORES COMO PATRONES DE TRANSFERENCIA DE MAGNITUDES RADIOMETRICAS EN LOS INTERVALOS ULTRAVIOLETA, VISIBLE E INFRARROJO DEL ESPECTRO
- IMAGENES Y VISION
- PROCESOS NO LINEALES INDUCIDOS POR LA INTERACCIONES DE RADIACION LASER INFRARROJA EN MEDIOS GASEOSOS
- DISEÑO DE SISTEMAS OPTICOS

TIQT

INSTITUTO DE TECNOLOGIA QUIMICA Y TEXTIL
JORGE GIBONA SALCADO, 18-26
08034 BARCELONA
Teléfono: 93-2045964
Tlx: 93-2037432
Tlx: 93-2049800
Director: E. GRATACOS MASANELLA

Técnicas instrumentales y equipos:

- ENSAYOS FISICOS DEL CUERO
- TENERIA EXPERIMENTAL
- ULTRAFILTRACION POR FLUJO TANGENCIAL
- AUTANALIZADOR DE AMINOACIDOS
- TENSIOMETRO AUTOMATICO
- VISCOSIMETRO FERRANTI SHIRLEY
- MICROSCOPIA ELECTRONICA SEM 515 PHILIPS
- CONTADOR DE PARTICULAS COULTER COUNTER MOD. TA II
- ANALIZADOR EDXA MARCA EDAX = 980 PLUS
- XPS/ESCA - ESCALAS MK II
- DINAMOMETRO UNIVERSAL INSTRON
- PLANTA EXPERIMENTAL DE HILATURA DE FIBRAS DISCONTINUAS
- ENSAYOS DE PROPIEDADES FISICAS MACROSCOPICAS
- ENSAYOS DE CONFECIONABILIDAD DE PRENDAS DE VESTIR
- INSTALACION ROTSCHEL: COEFICIENTES DE FRICCION Y CARGA ELECTROSTATICA

Asistencia técnica: HOMOLOGACION:

- ENSAYOS DE BIODEGRADABILIDAD DE AGENTES TENSIONACTIVOS; LABORATORIO DE HOMOLOGACION NORMALIZACION
- AENOR CTN09 CUERO; VOCAL
- COMISIONES DE ENSAYOS FISICOS Y ANALISIS QUIMICOS DEL CUERO; PRESIDENTE
- AENOR CTN64; VOCAL
- AENOR CTN58; VOCAL

Líneas de investigación:

- REVALORIZACION DE SUBPRODUCTOS DE TENERIA
- CURTICIONES MIXTAS PARA DIVERSOS ARTICULOS DE CUERO
- BIODEGRADABILIDAD DE TENSOACTIVOS
- NUEVOS TENSOACTIVOS BIOCOMPATIBLES DE NATURALEZA PEPTIDICA
- DIAGRAMAS DE FASES DE SISTEMAS MULTICOMPONENTES COMO MEDIO DE PREPARACION DE FORMULACIONES DE INTERES TECNOLOGICO
- DETERGENCIA DE TEXTILES EN CONDICIONES DE MINIMO APORTE ENERGETICO
- CARACTERIZACION ESTRUCTURAL DE FLUIDOS MICROESTRUCTURADOS
- INENCOJIBILIDAD DE LA LANA EN MEDIOS CON TENSOACTIVOS
- HILABILIDAD DE FIBRAS DISCONTINUAS
- PARAMETROS DE CARGA ELECTROSTATICA EN FLAMENTOS CONTINUOS
- ANALISIS ESTRUCTURAL Y MORFOLOGICO DE MATERIALES
- ESTUDIO DE LA SIMULACION AL USO DE PRENDAS DE VESTIR
- TECNICAS DE HILATURA OPEN-END E HIBRIDA
- TECNICAS FISICAS DE ANALISIS
- ENSAYOS Y ESTUDIOS TECNOLOGICOS PARA LA INDUSTRIA DEL CUERO Y ARNES
- ANALISIS DE DETERGENTES Y OTROS PRODUCTOS QUIMICOS
- ANALISIS DE ACTIVIDAD ENZIMATICA
- ANALISIS DE COMPUESTOS PROTECTOS
- ESTUDIOS Y ANALISIS FISICO-MECANICOS PARA INDUSTRIAS DEL AMBITO DE TECNOLOGIA DE MATERIALES (TEXTILES, PULVIMETALURGICOS, DE RECURRIMIENTO)

ANEXO VII: PRINCIPALES CENTROS ESPAÑOLES CON ACTIVIDADES DE I+D EN TECNOLOGÍAS DE MATERIALES AVANZADOS

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)

INSTITUTOS DE CIENCIA DE LOS MATERIALES DE MADRID (VARIAS SEDES), BARCELONA, SEVILLA Y ZARAGOZA.
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS.
INSTITUTO DE CERÁMICA Y VIDRIO.
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE POLÍMEROS.
INSTITUTO NACIONAL DEL CARBÓN FRANCISCO FORTAZO FE.
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORRALBA.

UNIVERSIDADES PÚBLICAS

POLITÉCNICA DE MADRID. DEPARTAMENTOS DE LAS ETSI DE CAMINOS, INDUSTRIALES, AERONÁUTICOS, MINAS Y NAVALES.
AUTÓNOMA DE MADRID. DEPARTAMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS (QUÍMICAS Y FÍSICAS).
COMPLUTENSE DE MADRID. DEPARTAMENTOS DE LAS FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS Y CIENCIAS FÍSICAS.
POLITÉCNICA DE BARCELONA. DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES E INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA ETSI INDUSTRIALES.
CENTRAL DE BARCELONA. DEPARTAMENTOS DE LAS FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS Y CIENCIAS FÍSICAS.
POLITÉCNICA DE VALENCIA. DEPARTAMENTOS DE LA ETSI INDUSTRIALES.
CASTELLÓN. DEPARTAMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS.
ZARAGOZA. DEPARTAMENTOS DEL CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR Y FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FÍSICAS.
VALLADOLID. DEPARTAMENTOS DE LA ETSI INDUSTRIALES Y DE LA FACULTAD DE CIENCIAS.
PAÍS VASCO. DEPARTAMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.
VIGO. DEPARTAMENTO DE MATERIALES DE LA ETSI INDUSTRIALES.
SANTIAGO DE COMPOSTELA. FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS Y CIENCIAS FÍSICAS.
SEVILLA. DEPARTAMENTOS DE LA ETSI INDUSTRIALES.

OTROS CENTROS

INASMET-CENTRO TECNOLÓGICO DE MATERIALES.
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES TÉCNICAS DE GUIPUZCOA (CEIT).
TEKNIKER.
ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN METALÚRGICA DEL NOROESTE (AIMEN).
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATERIALES DE ASTURIAS (ITMA).
CENTRO TECNOLÓGICO DE NAVARRA.
LABORATORIO DE MAGNETISMO APLICADO (CENTRO MIXTO UC DE MADRID-RESNÉ).
ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE INDUSTRIAS CERÁMICAS (AICE).
LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES DEL CEDEX (INOPTMA).
INSTITUTO QUÍMICO DE SARRIA.
ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y COOPERACIÓN INDUSTRIAL DE ANDALUCÍA.

INASMET
CENTRO TECNOLÓGICO DE MATERIALES
CAMINO DE PORTUETXE, 12
20009 SAN SEBASTIÁN
Teléfono: 943-217590
Tlx: 943-218022
Presidente: A. BAÑUELOS
Director General: J.M. GIBAL

Técnicas Instrumentales y Equipos:

- ARCO ELÉCTRICO. PUESTA A PUNTO DE PROCESOS DE SOLDADURA POR PLASMA DE ALEACIONES DE TITANIO DE FUERTE ESPESOR.
- HACES DE ALTA ENERGÍA. SOLDADURA POR HAZ DE ELECTRONES
- TECNOLOGÍAS DE CONFORMADO: FORJA, LAMINACIÓN (ACERÍA) Y DEFORMACIÓN METÁLICA (ESTAMPACIÓN Y EMBUTICIÓN)
- TÉCNICAS DE MECÁNICA DE FRACTURA
- PULVIMETALURGIA
- TECNOLOGÍA DE SUPERFICIES: CVD
- TECNOLOGÍA QUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE: RECUPERACIÓN ELECTROQUÍMICA Y POR PLASMA DE METALES
- CARACTERIZACIÓN MECÁNICA: DILATOMETRÍA, ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, CORROSIÓN
- CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL: ESPECTROMETRÍA Y MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA; GARANTÍA DE CALIDAD
- INFORMÁTICA TÉCNICA: MODELIZACIÓN NUMÉRICA
- OTRAS

Líneas de Investigación

- HORNO SEMI-INDUSTRIAL PARA TRATAMIENTO TERMICO DE LAS FUNDICIONES ADI
- HORNO ROTATIVO DE COXICOMBUSTION. APLICACIONES DEL SISTEMA FUSOR PARA LA FABRICACION DE FUNDICION GRIS Y NODULAR
- RECUPERACION DE ESCORIAS DE ALUMINIO
- FABRICACIÓN DE ACEROS Y FUNDICIONES BLANDAS
- ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES SISTEMAS DE FABRICACION DE MACHOS, EN BASE A TRES SISTEMAS DE CAJA FRIA Y DOS DE CAJA CALIENTE
- ESTUDIOS SOBRE FUNDICIONES ESPECIALES: ACEROS REFRACTARIOS, BRONCES Y CUPROALUMINIOS, CON EL FIN DE SUSTITUIR MATERIALES Y CONSEGUIR MEJORAS TECNICAS Y ECONOMICAS
- DEFINICION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES (PRINCIPALMENTE, ANTORCHA DE PLASMA DE (MW) PARA EL PROYECTO DE "FUSION DE METALES POR OXIGAS-PLASMA EN UN HORNO ROTATIVO"
- ESTUDIOS SOBRE ESPUEZOS MECANICOS. COMPORTAMIENTO A FRACTURA DE MATERIAL MICROALEADO. CARACTERISTICAS DE UN ACERO INOXIDABLE AUSTENOPERRITICO MEDIANTE TECNICAS DE MECANICA DE FRACTURA; ESTUDIO DE LA FRAGILIDAD DE DIVERSAS ALEACIONES DE TITANIO Y SUS UNIONES SOLDADAS FRENTE A DIFERENTES TIPOS DE SOLICITACIONES
- COMPORTAMIENTO DE TUBOS SOLDADOS A ALTAS TEMPERATURAS PARA CENTRALES TERMICAS
- ASPECTOS MECANICOS, DE FRACTURA, FATIGA, RESPUESTA A MEDIOS AGRESIVOS, ETC., DE UNIONES SOLDADAS DE ALEACIONES DE TITANIO
- ESTUDIOS SOBRE CORROSION, FRACTURA, FASES FRAGILES Y MICROESTRUCTURALES EN ACEROS INOXIDABLES
- ESTUDIOS SOBRE MATERIALES TERMOESTRUCTURALES PARA APLICACIONES INDUSTRIALES A ELEVADAS TEMPERATURAS
- INVESTIGACION DEL EMPLEO DE ALUMINIO RECICLADO Y ALEACIONES DERIVADAS PARA LA FABRICACION DE COMPOSITOS DE MATRIZ METALICA REFORZADOS CON PARTICULAS
- OTRAS

Dirección editorial:
Departamento de Estudios y Documentación del CDTI

Diseño de la colección:
Quid Marketing, S.L.

Edición y realización:
A Priori, S.A.

Dibujo de cubierta:
José Luis Tellería Bartolomé

Fotomecánica:
Davinci, S.A.

Impresión:
Vía Gráfica, S.A.

© **Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)**
Madrid, 1994

1.ª impresión: junio 1994
I.S.B.N.: 84-605-0633-9
Depósito Legal: M-21375-1994



Centro para el Desarrollo
Tecnológico Industrial

Ministerio de Industria y Energía