

Observatorio Industrial del Sector Químico

PINTURAS Y TINTAS DE IMPRIMIR

ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS DE I+D+i A NIVEL INTERNACIONAL. COMPARACIÓN CON LA REALIDAD NACIONAL

Realizado por:

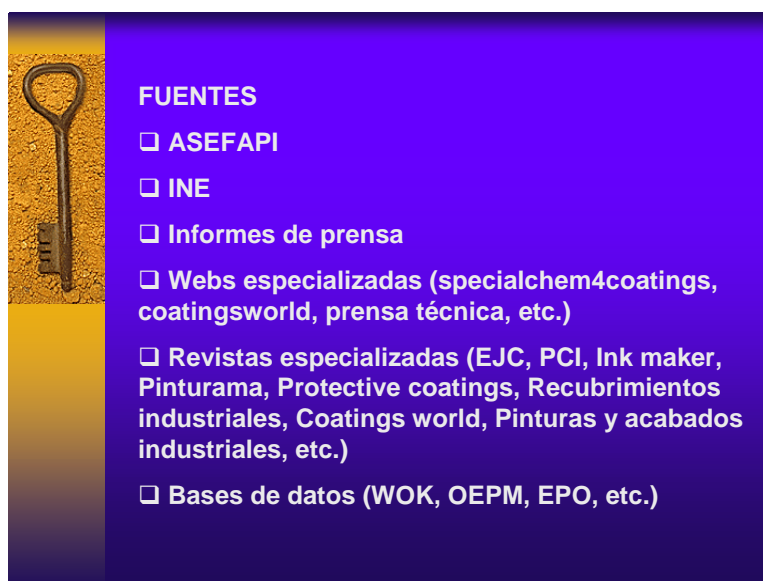


NOTA

El presente estudio se realiza para el OBSERVATORIO QUÍMICO INDUSTRIAL que el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha puesto en marcha con el fin de impulsar la economía del sector de las pinturas y tintas de imprimir, que se encuentra afectado por la situación actual de competencia creciente y agresiva de nuevos países.

El estudio ha sido elaborado por el equipo integrado por Javier García Jaca, Izaskun Garmendia y Míriam García del Dpto. de Materiales de CIDEMCO Centro de Investigación Tecnológica, en colaboración con FEDIT (Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología).

Las principales fuentes consultadas han sido las siguientes:



INDICE

1.	PRESENTACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL SECTOR DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL TIPO DE APLICACIÓN	5
1.1.	INTRODUCCIÓN	5
1.2.	LISTADO DE LA NORMATIVA MÁS SIGNIFICATIVA	14
2.	ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA TÉCNICA.....	15
2.1.	LÍNEAS TECNOLÓGICAS EN RECESIÓN A NIVEL DE INVESTIGACIÓN	15
2.1.1.	RESINAS EPOXI	15
2.1.2.	ADITIVOS	15
2.1.3.	RECUBRIMIENTOS EN BASE SOLVENTE	16
2.2.	LÍNEAS TECNOLÓGICAS EN CURSO	17
2.2.1.	ELIMINACIÓN DE COVs	17
2.2.2.	PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN Y ELIMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE	18
2.2.3.	ELIMINACIÓN DE TBT	19
2.2.4.	OTRAS LÍNEAS TECNOLÓGICAS	20
2.2.5.	TINTAS	20
2.3.	PREPARACIÓN DE SUPERFICIES	22
2.4.	SITUACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS SECTORES DEL MERCADO	23
2.4.1.	AUTOMOCIÓN	23
2.4.2.	ARQUITECTURA Y DECORACIÓN	24
2.4.2.1.	RESTAURACIÓN DE EDIFICIOS	25
2.4.3.	INDUSTRIAL.....	26
2.4.4.	MADERA.....	27
2.4.5.	MARINA	28
2.4.5.1.	BIOCIDAS Y FUNGUICIDAS.....	29
2.4.6.	OTROS MERCADOS.....	30
2.4.6.1.	RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS	30
2.4.6.2.	OFFSHORE	30
2.4.6.3.	AEROESPACIAL	30
2.5.	ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS	31
2.5.1.	RECUBRIMIENTOS INTELIGENTES.....	31
2.5.2.	RECUBRIMIENTOS FIBRADOS	35
2.6.	DESARROLLOS COMERCIALES DE LAS MAYORES COMPAÑÍAS DE PINTURAS A NIVEL MUNDIAL.....	36
2.7.	DESARROLLOS COMERCIALES DE LAS MAYORES COMPAÑÍAS DE TINTAS A NIVEL MUNDIAL	39
2.8.	SITUACIÓN ESPAÑOLA	41
2.9.	CUADRO COMPARATIVO	44
2.9.1.	PATENTES	44
2.9.2.	PUBLICACIONES.....	44
2.9.3.	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	46
3.	ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS TECNOLÓGICAS EMERGENTES	51
3.1.	SITUACIÓN INTERNACIONAL.....	51
3.1.1.	TECNOLOGÍAS DE CURADO ALTERNATIVO.....	51
3.1.1.1.	MONOCURADO UV	53
3.1.1.2.	DOBLE CURADO UV	53
3.1.2.	NANOTECNOLOGÍA	53
3.1.3.	RECUBRIMIENTOS HÍBRIDOS	59

3.1.4.	CASOS ESPECÍFICOS	63
3.1.4.1.	INDUSTRIA DEL COIL COATING	63
3.2.	SITUACIÓN ESPAÑOLA	64
3.2.1.	ALGUNAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO.....	65
3.3.	CUADRO COMPARATIVO	66
3.3.1.	PATENTES	66
3.3.2.	PUBLICACIONES CIENTÍFICAS.....	67
3.3.3.	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	72
4.	EL SECTOR Y EL SISTEMA DE I+D+i EN ESPAÑA.....	74
4.1.	GRUPOS Y ORGANISMOS QUE HACEN I+D+i RELACIONADA CON EL SECTOR EN ESPAÑA	74
4.2.	AYUDAS A LA I+D+i	76
4.3.	LÍNEAS TECNOLÓGICAS DEL SECTOR EN EL PLAN NACIONAL DE I+D+i	79
5.	CONCLUSIONES	83

1. PRESENTACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL SECTOR DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL TIPO DE APLICACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente documento es el de aportar información novedosa, relevante y aplicable para la industria de las pinturas y tintas de imprimir, y con ello conseguir su aplicación en nuevos productos o procesos, así como en la planificación de las líneas de investigación y desarrollo (I+D+i) y en la toma de decisiones estratégicas. Para ello, el documento recoge la información recopilada sobre el panorama tecnológico actual de este sector. Asimismo, se realiza un estudio comparativo de la competitividad del sector dentro del contexto nacional e internacional y se identifican las tendencias del sector para el futuro.

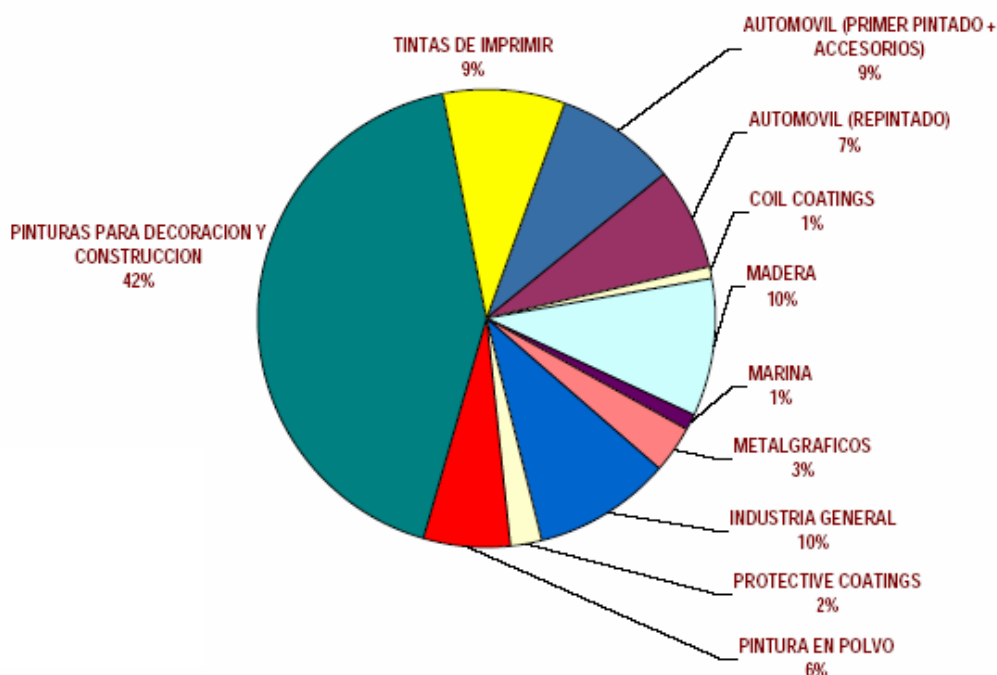
El criterio que se ha seguido para clasificar la industria del sector es el propuesto en la clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE93). El sector analizado es el correspondiente a la clasificación CNAE 24.3 Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas que se incluye dentro del grupo CNAE 24 correspondiente a la Industria Química.

Las empresas agrupadas dentro de este sector comprenden diversas actividades que se detallan a continuación:

- Pinturas y barnices para la madera
- Pinturas en polvo
- Pintura para el automóvil
 - Primer pintado automóvil
 - Repintado automóvil
- Pintura naval
- Recubrimientos sanitarios
- Tintas de imprenta
- Productos para señalización
- Pinturas Industrial de altas prestaciones protectoras
 - Protección frente a la corrosión
 - Protección frente al fuego
 - Impermeabilizantes
- Pinturas y barnices de decoración
- Pinturas y barnices para uso doméstico
- Coil coating
- Plastes
- Barnices metalgráficos

Los campos a los que van dirigidos los productos de estas empresas son muy variados. Algunos ejemplos son la automoción, la construcción, el mobiliario, los electrodomésticos, naval, etc. La distribución de las ventas de pintura en España por sectores en el 2005 se muestra en el gráfico 1.

Gráfico 1. Distribución de las ventas por sectores en el 2005. Fuente: Asefapi



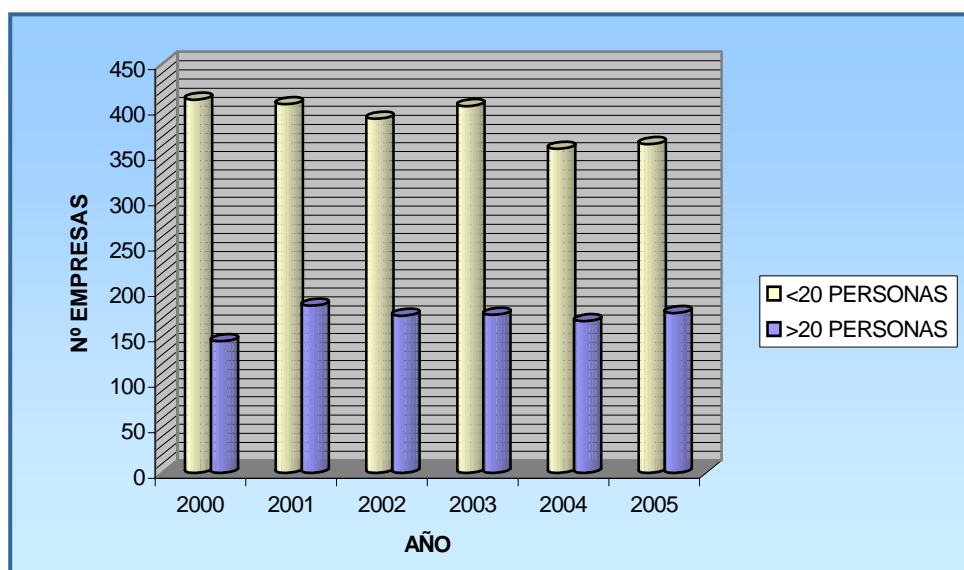
Según el CEPE (Confederación Europea de Asociaciones de Fabricantes de Pinturas, Tintas de Imprimir y colores para artistas), cuyos miembros representan el 85% de las ventas totales de pintura y el 95% de las ventas de las tintas, las ventas de pintura en Europa occidental ascendieron en el 2005 a cerca de 5,5 millones de toneladas, lo que representa un valor de 16 billones de euros. El 60% de la fabricación está dirigido al sector de la arquitectura y decoración, un 12% más que en España. Existen más de 2.500 fabricantes de pintura, de los cuales más de 1.500 son PYMEs y se encuentran localizados en su mayoría en el sur de Europa. Estas empresas dan empleo a aproximadamente 100.000 personas. La venta de tintas en Europa occidental alcanza casi 1 millón de toneladas con un valor de case 4 millones de euros. Existen 75 fabricantes de tintas que operan en más de 150 zonas y dan empleo a aproximadamente 20.000 personas.

En EE.UU se fabricaron durante el 2005 más de 5000 millones de litros de pintura con un receso del 0,8% respecto al año anterior. Esta cantidad supuso una facturación de más de 14 billones de euros. Al igual que en Europa, el 58,8% de la fabricación se dirigió al sector de la arquitectura y la decoración.

En España, atendiendo a tamaños del sector y según datos del INE (Instituto Nacional de Estadística), el número de empresas correspondientes al CNAE 24.3 pasó de ser 578 en el 2003 a 524 en el 2004, las cuales daban trabajo a 17.795 y 16.966 personas, respectivamente, en los años mencionados.

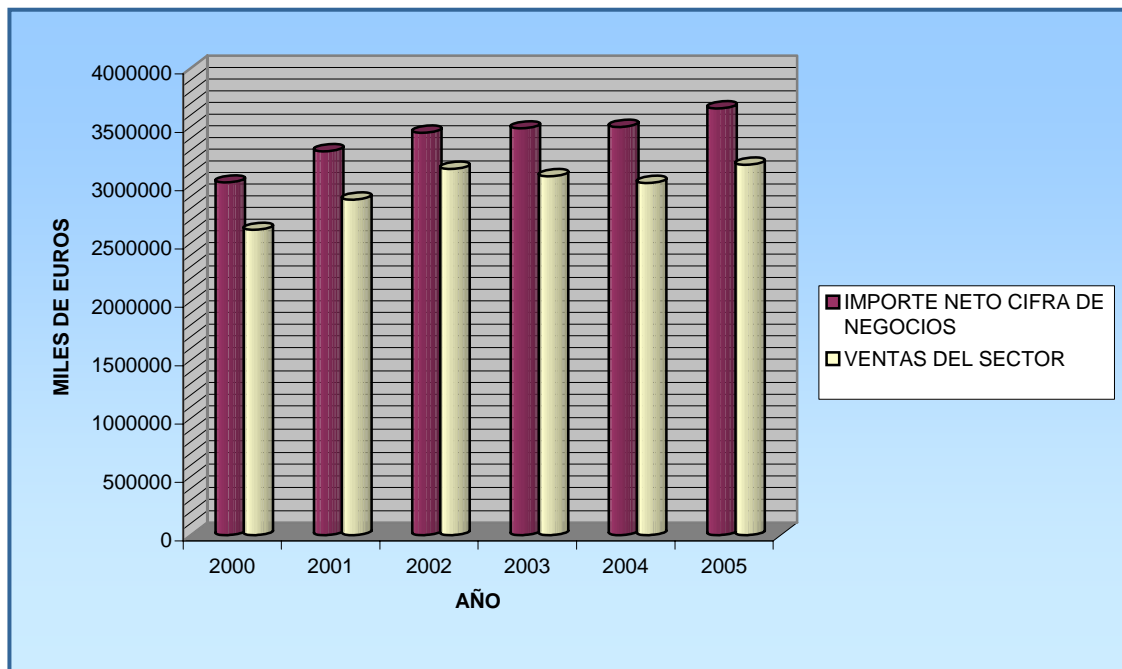
Según el gráfico 2 que muestra el número de empresas por número de personas ocupadas, la mayor parte de las empresas son PYMES. La estructura productiva revela una desaparición paulatina de las empresas, especialmente las más pequeñas, debido tanto a su falta de capitalización como a la fragilidad del tejido empresarial frente a la globalización del mercado.

Gráfico 2. Evolución del número de empresas por número de trabajadores. Fuente: INE



El importe neto de la cifra de negocios fue de 3.499.778 miles de euros en el 2004, experimentando una evolución positiva del 101% desde 1994. Esta evolución se observa en el gráfico 3 que representa la evolución del importe neto de la cifra de negocios y las ventas del sector en los últimos años. El importe alcanzado en el 2004 corresponde al 11,7% del total de toda la industria química agrupada en el CNAE 24. Sin embargo, tal como puede apreciarse la dinámica de las ventas del sector parece debilitarse fuertemente frente a los resultados generados en el curso de los años anteriores. En 2004, la variación acumulada era casi neutra, con un pequeño 0,4% respecto al 11% y 9% registrados en los años 2000 y 2001. A partir de los datos del INE se observa que esta tendencia se aprecia desde 2002, así entre 2000 y 2004, el sector perdió más de diez puntos de crecimiento hasta acabar estabilizándose en la cifra actual.

Gráfico 3. Evolución de la cifra de negocios y las ventas del sector. Fuente: INE



Respecto a las ventas de pintura y tintas de imprimir por sectores industriales, la tabla 1 muestra los datos correspondientes a los años 2004 y 2005 de las empresas asociadas a ASEFAPI (Asociación de fabricantes de pinturas y tintas de imprimir). Se observa que la tónica general del sector no es positiva. Los sectores que peores resultados presentaron fueron la automoción, el coil coating y los recubrimientos protectores. La industria metalgráfica fue la que sufrió el mayor retroceso en venta de pintura, sin embargo el importe de la cifra de negocios se mantiene en positivo. Las industrias que presentaron el mejor comportamiento y obtuvieron los mayores beneficios fueron la marina, la pintura en polvo y la madera. El sector creció globalmente solo el 0,7%.

Estos deficientes resultados pueden ser consecuencia de varios factores entre los que se puede reflejar la íntima relación del sector con todos los sectores industriales. El sector de las pinturas, siendo el proceso final de acabado de muchos sistemas, es en cierto modo reflejo de la situación en la que se encuentran otros sectores industriales. Por lo tanto la tendencia negativa de sectores como el de la automoción conduce a recesos en el sector de la pintura. Otro factor negativo es la partida de diversas empresas españolas a países de Europa del Este, China o países en vías de desarrollo donde la mano de obra es más barata. La reducción del número de empresas conduce a una disminución del volumen de negocio del sector de la pintura y las tintas.

Por otra parte la demanda de las normativas medioambientales crecientes dentro de la comunidad económica europea (reglamento REACH y otros) implica demandas de cambio en ciertos sistemas, lo que dificulta la formulación y uso de ciertos sistemas permitidos hasta el momento y requieren una inversión o el uso de materiales que encarecen los productos.

Tabla 1. Ventas de pintura y tintas de imprimir en España. Fuente: Asefapi

	TONELADAS			EUROS (miles)		
	2004	2005	% Incr.	2004	2005	% Incr.
PINTURAS INDUSTRIALES	322.417	317.903	-1,4	906.145	903.397	-0,3
AUTOMOCIÓN	74.963	72689	-3,0	346.217	333.506	-3,7
COIL COATING	6.000	5.700	-5,0	17.873	16.979	-5,0
MADERA	90.000	91.800	2,0	197.321	204.227	3,5
MARINA	7.200	7.600	5,6	25.500	27.540	8,0
METALGRÁFICOS	22.050	19.514	-11,5	66.150	67.142	1,5
INDUSTRIA GENERAL	105.704	105.600	-0,1	201.584	206.623	2,5
REC. PROTECTORES	16.500	15.000	-9,1	51.500	47.380	-8,0
PINTURA EN POLVO	38.563	39.600	2,7	121.115	125.960	4,0
DECORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	656.000	657.000	0,2	888.338	899.886	1,3
TINTAS	61.446	63.105	2,7	178.122	179.903	1,0
TOTAL	1.078.426	1.077.608	-0,1	2.093.720	2.109.146	0,7

En el marco de la fragilidad del mercado a raíz fundamentalmente del aumento de precios de las materias primas y del sector energético, el sector se encuentra con grandes obstáculos para modernizarse y ampliar su producción. Así, las inversiones en activos materiales registran una fuerte bajada situándose en 98 millones de euros invertidos, acumulando una pérdida del 59% desde 2002 hasta el 2004.

El volumen de negocio de comercio exterior alcanzó casi los 800 millones de euros en 2005, mostrando que el sector mantiene su esfuerzo comercial en los mercados exteriores después del incremento del 5,75% registrado en 2004. Entre los años 2000 y 2005, las ventas del sector aumentaron cerca de 160 millones de euros.

La UE representa la base principal de las ventas internacionales del sector. En 2005, el volumen de negocio rondó los 559 millones de euros (prácticamente un 70% del total). Tal como se muestra en el gráfico 4, la principal fuente de demanda extranjera es Portugal, que supone el 30% de la facturación española. Francia acumula el 17%, Alemania el 16% e Italia el 14%. El gráfico 5 muestra los países que han presentado las diferencias más notables en cuanto al incremento y al descenso de compras de productos del sector. En el apartado de los malos resultados, es Luxemburgo el país que está en cabeza con un descenso del 45,5%, seguido de Reino Unido con un 17,5% y Dinamarca con un 12,8%. En un sentido opuesto, Finlandia y Bélgica aparecen como las dos nuevas salidas comerciales para el sector, con mejoras del 25,4% y 22,8%, respectivamente, en el año 2005.

Gráfico 4. Distribución de las exportaciones en la UE

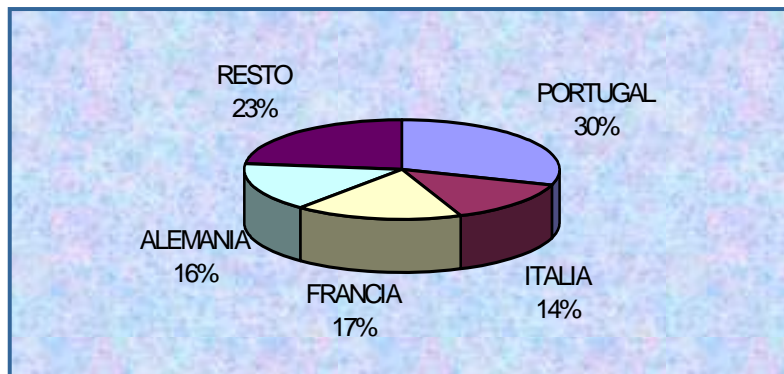
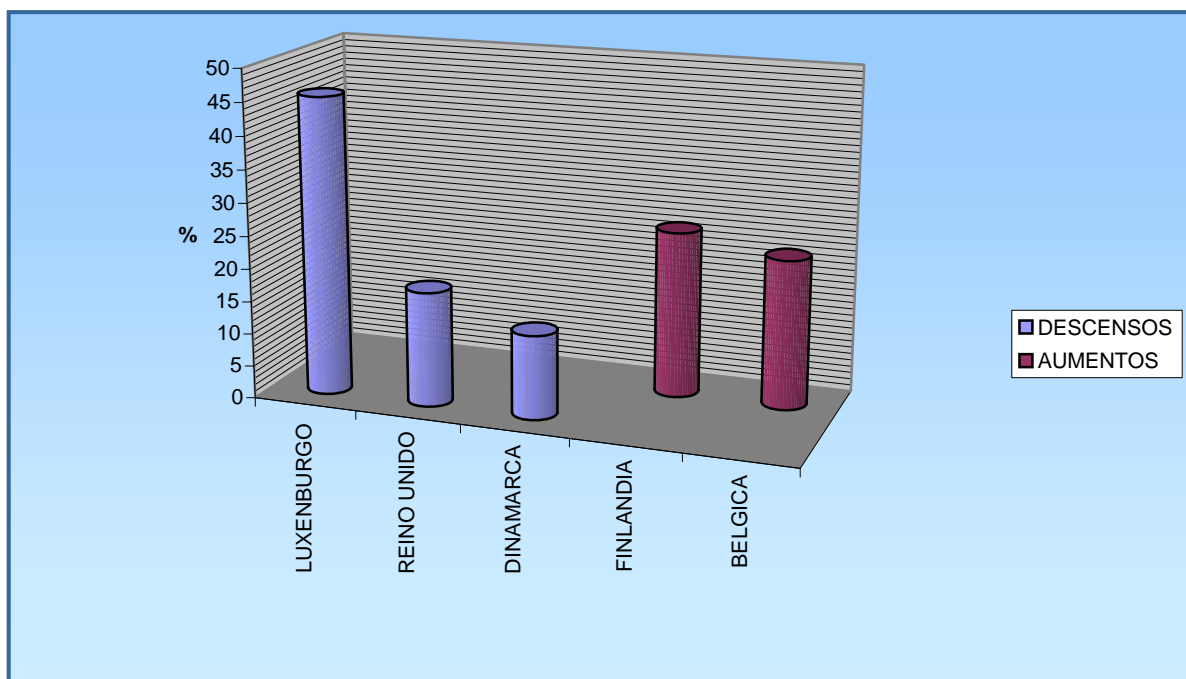
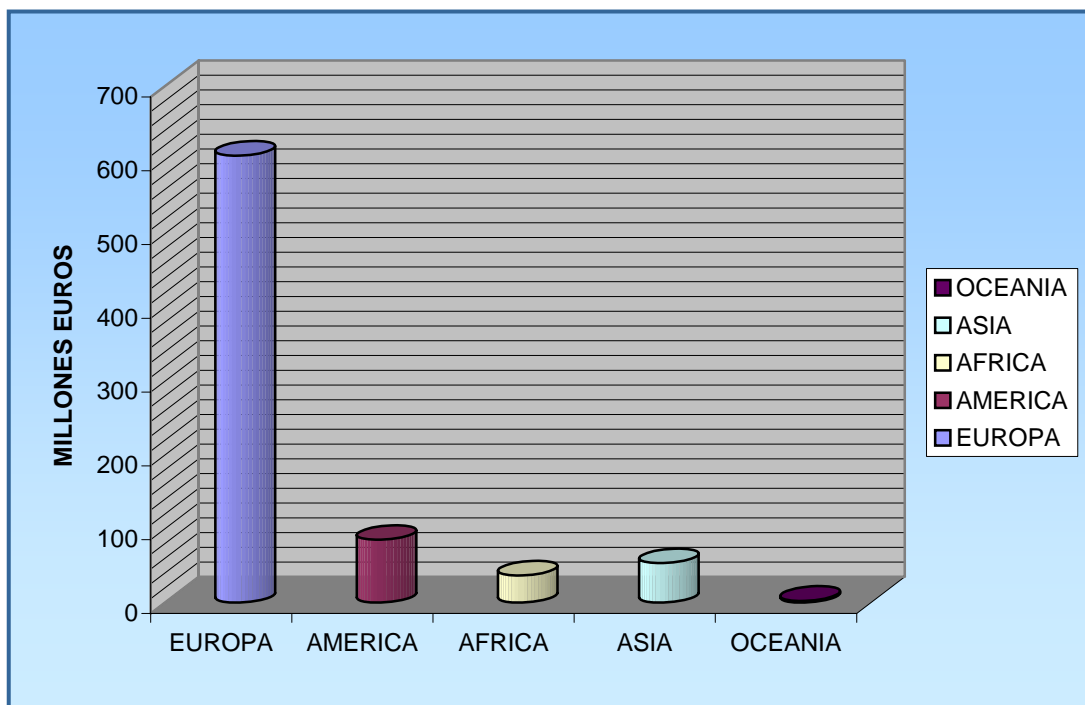


Gráfico 5. Países de la UE con mayor diferencia en el volumen de compras de productos del sector



Mientras que el continente europeo supone un volumen de compras de 605,5 millones de euros con un leve crecimiento del 0,79%, el continente americano representa un interesante potencial comercial con cerca de 85 millones de euros. En la zona geográfica de América Central y en el sur del continente se encuentran las mejores perspectivas con evoluciones del 27% y el 18%. El continente africano también revela una evolución positiva del 5,5% y supone para España un volumen de ventas de 36,5 millones de euros. Las áreas asiáticas y oceánicas, que suman respectivamente 53,3 y 2,34 millones de euros, generan aumentos del 10,3% y 7,9%. Las exportaciones mundiales se comparan en el gráfico 6.

Gráfico 6. Volumen de negocio de las exportaciones



En la tabla 2 se comparan los datos de importación y exportación de las pinturas y las tintas en el 2005 para las empresas asociadas a ASEFAPI. La relación entre la importación y la exportación con países europeos es mayor en el caso de las tintas siendo un balance bastante negativo. El balance, a pesar de ser negativo, es bastante más equilibrado en el caso de las pinturas. Por otra parte, las exportaciones con países no comunitarios representan aproximadamente 5 veces más que las importaciones tanto en caso de las pinturas como en de las tintas.

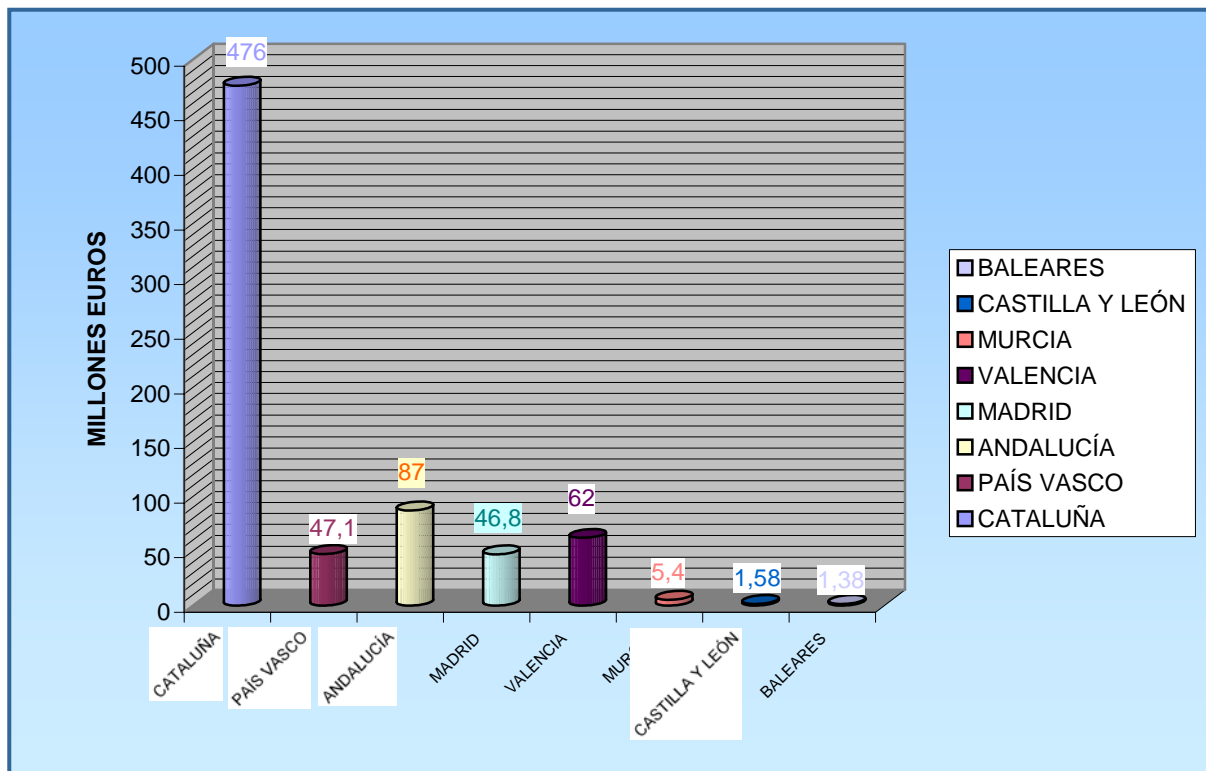
Tabla 2. Comercio exterior de las pinturas y las tintas en el 2005. Fuente: Asefapi

	COMERCIO CON UE				COMERCIO CON TERCEROS			
	IMPORTACIÓN		EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN		EXPORTACIÓN	
	TON.	MILES €	TON.	MILES €	TON.	MILES €	TON.	MILES €
PINTURA	156.611	435.698	105.620	237.466	9.425	31.716	46.196	103.284
TINTAS	30.295	167.353	11.448	75.747	790	10.743	4.601	17.108

El 60% de las exportaciones realizadas por España las realiza Cataluña, que representa un volumen financiero de 476 millones de euros en 2005. Esta comunidad ha sufrido un incremento del 3% respecto al 2004. El segundo polo de exportación del sector es Andalucía, con una facturación de 87 millones de euros y representando un 11% del total, sin embargo a perdido un 5% respecto del 2004. Les sigue en tercera posición la Comunidad Valenciana con un 7,7% del conjunto, exportando productos por un valor total de 62 millones de euros y experimentando también una evolución negativa. El País Vasco y Madrid rondan el 6% y generan respectivamente 47,1 y 46,8

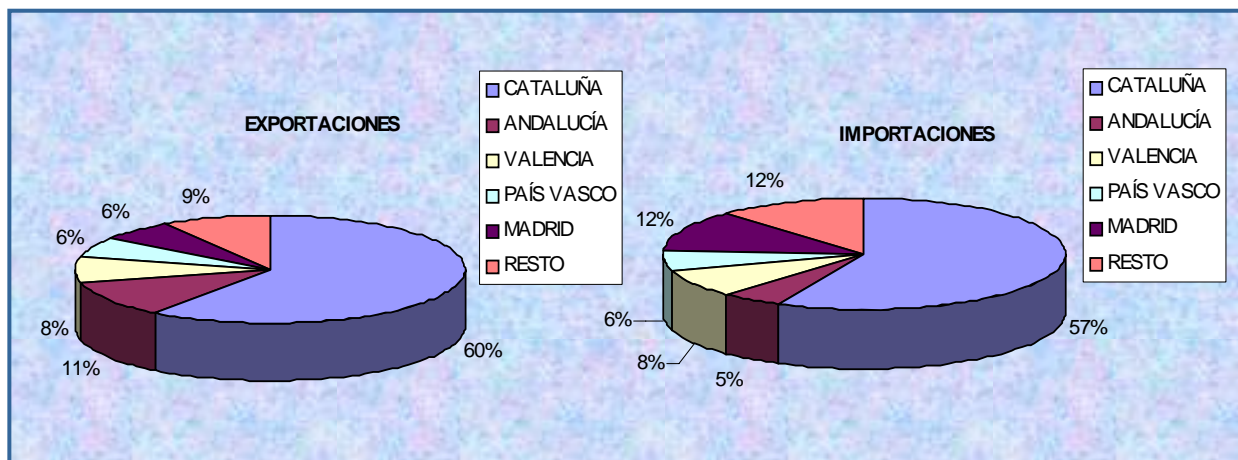
millones de facturación. Las comunidades que han presentado variaciones más positivas en 2005 han sido Murcia, Castilla y León y las Islas Baleares, representado un volumen de ventas sobre los mercados exteriores de 5,4, 1,58 y 1,38 millones de euros, respectivamente. El gráfico 7 representa el volumen financiero de las exportaciones de las distintas comunidades autónomas.

Gráfico 7. Volumen financiero de las exportaciones por CC.AA. Fuente: prensa técnica



Las importaciones también aumentaron en 2005 en un 4,5% respecto al año precedente para situarse en 950 millones de euros. Según fuentes de Estacom, las importaciones han experimentado un aumento del 16,5% respecto del año 2000. Alemania, Francia e Italia representan el 60% del conjunto importado con valores de 295, 142 y 132 millones de euros, respectivamente. Por comunidades autónomas, las áreas más activas son las mismas que en el caso de las exportaciones aunque el porcentaje importado difiere del exportado, tal como se muestra en el gráficos 8. Cataluña, Valencia y País Vasco importan y exportan prácticamente el mismo porcentaje, sin embargo, las exportaciones andaluzas duplican las importaciones, mientras que Madrid importa relativamente más de lo que exporta.

Gráfico 8. Distribución del comercio exterior por CC.AA. Fuente: prensa técnica



1.2. LISTADO DE LA NORMATIVA MÁS SIGNIFICATIVA

- Real Decreto 117/03 para el control de COVs en instalaciones. Obliga a las instalaciones en las que se utilizan disolventes orgánicos en cantidades importantes a no superar determinados valores límites de emisión. Entre las actividades afectadas se encuentra la fabricación de barnices, tintas y adhesivos
- Real Decreto 227/2006 para el control de COVs en productos. Introduce en la legislación española restricciones en la comercialización de determinados productos para pinturas de decoración y productos para el repintado de vehículos
- El Real Decreto 252/2006 revisa los objetivos de reciclado y valorización de envases y residuos de envases
- Directiva 2004/35. Trata de la prevención y responsabilidad civil de las actividades que conllevan algún riesgo medioambiental para las aguas, suelo, especies o hábitats naturales
- Real Decreto 9/2005 sobre suelos contaminados. Establece una relación de actividades susceptibles de causar contaminación en el suelo, así como fijar criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 3349/1983 de plaguicidas. Los productos biocidas están regulados por este decreto que obliga a su inscripción en el Registro Oficial de Plaguicidas para su comercialización
- Real Decreto 1054/2002 de biocidas. Los productos del sector sólo se podrán formular con las sustancias activas que se vayan incorporando a las listas positivas del Real Decreto y en algunos casos será necesario registro y/o autorización
- Directiva 2006/8/CE sobre modificaciones en la legislación sobre preparados peligrosos. Cambian los criterios para la clasificación medioambiental de preparados
- Real Decreto 948/2005. Aprueba medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas
- El Programa REACH tiene por objeto establecer un sistema único para productos químicos existentes y nuevos
- Comité de normalización CTN 48 Pinturas y Barnices de AENOR. Se elaboran, traducen y aprueban las normas de producto pintura y barniz de origen nacional, europeo e internacional
- Comité de normalización CTN 54 Industrias Gráficas de AENOR. Se elaboran, traducen y aprueban las normas de producto tintas de origen nacional, europeo e internacional

2. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

2.1. LÍNEAS TECNOLÓGICAS EN RECESIÓN A NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Las pautas de investigación en el mundo de los recubrimientos han ido cambiando durante los últimos 10 años. Algunas líneas tecnológicas en boga en aquella época han ido desapareciendo, mientras que otras que se encontraban en fase de inicio o no existían han ido ganando terreno. Las líneas tecnológicas que más peso han perdido son las siguientes:

- Resinas epoxi
- Aditivos
- Tratamientos galvánicos
- Recubrimientos en base solvente

2.1.1. RESINAS EPOXI

Una de las líneas tecnológicas prioritarias hace algunos años era el estudio de las **resinas epoxi**. Actualmente, estas resinas son ampliamente conocidas y se emplean en múltiples aplicaciones, con lo cual el esfuerzo tecnológico dedicado es menor.

2.1.2. ADITIVOS

El **color** y los **pigmentos** eran objeto de múltiples estudios para conocer en profundidad que era el color, cómo se mide y cómo se utilizan las mediciones numéricas para comparar y duplicar los colores. Gran parte de la I+D en esta área se ha dedicado al estudio de los pigmentos para obtener un buen poder cubriente, con una distribución de tamaño de partícula estrecho y pequeño y capaces de otorgar propiedades adicionales tales como promover un tacto suave en el recubrimiento, dotar al recubrimiento de características adecuadas (anticorrosivas...). Hoy en día las empresas siguen trabajando en el desarrollo del color, especialmente con los pigmentos y colorantes que producen efectos especiales tales como el efecto metálico, perlado, irisado o multicolor.

El **desarrollo de aditivos especiales** y la **modificación de aditivos** está perdiendo fuerza. Hace 5 o 10 años muchos trabajos de investigación se dirigían al estudio de aditivos para recubrimientos en polvo o siliconas, o a la modificación de aditivos como por ejemplo los tensoactivos fluorados o los espesantes específicos. Actualmente los fabricantes tienen una gran cantidad de aditivos específicos, por lo que el desarrollo de nuevas especies se encuentra ralentizado.

2.1.3. RECUBRIMIENTOS EN BASE SOLVENTE

Cabe destacar la sustitución que se está llevando a cabo de los **recubrimientos en base solvente** por los recubrimientos menos contaminantes en base acuosa o recubrimientos en polvo. Hace algunos años los estudios sobre estos sistemas se encontraban en sus inicios, por lo que no se habían abandonado los trabajos de I+D de los sistemas en base solvente. Hoy en día, y como consecuencia de la estricta legislación medioambiental, se están eliminando los solventes de todas las formulaciones, lo que hace que se invierta mucho mayor esfuerzo en I+D en las formulaciones menos contaminantes.

La mayor innovación tecnológica en los recubrimientos en polvo se llevó a cabo en la década de los 80 y 90. Hoy en día el nivel de innovación y la diferenciación técnica es mucho menor. El aumento global de mercado de estos recubrimientos aumentó de 3.454 billones de € en el 2005 a 3.638 millones de € en el 2006. Hace 10 años el consumo fue de 2.1 billones de €. Las ventajas que supone la tecnología en polvo se detalla a continuación:

- No se producen emisión de COVs
- Ahorro de material
- Fácil aplicación en objetos 3D
- Excelente cubrición de los bordes
- Excelente eficiencia de transferencia y ahorro de energía
- Ciclos de curado cortos
- Menos capas de recubrimiento
- Requiere una mínima preparación de superficie
- Necesidad de menor espacio en planta

Las tendencias que se están observando según el tipo de producto dentro de este campo son las siguientes:

- La importancia de los sistemas epoxi continúa
- Aumento del uso de los sistemas híbridos por las propiedades específicas que ofrecen
- Aumento moderado de las resinas acrílicas y siliconas en algunos mercados
- Los poliuretanos pierden importancia por su elevado coste y la dificultad que presentan en el control del espesor del film
- Desciende el uso del poli(cloruro de vinilo) por su deficiente comportamiento en relación a otros sistemas
- Sustitución de pinturas en polvo con TGIC por otras libres de TGIC por el riesgo que supone esta sustancia para la salud en el sector del embalaje.

2.2. LÍNEAS TECNOLÓGICAS EN CURSO

Según una encuesta realizada por “*specialchem*” (página web especializada en recubrimientos orgánicos) sobre las tendencias en los recubrimientos, se deduce que el área más importante para el desarrollo en el caso de los fabricantes es dar soluciones específicas a los clientes. Por detrás se encuentran el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y la adecuación a la regulación medioambiental. En los últimos puestos del ranking se encuentran la competencia y mejorar las características de los productos. Cabe destacar que la importancia del factor medioambiental y de los COVs en la I+D difiere notablemente de una región a otra. Mientras que en África y Asia está en quinta posición, en Europa está la tercera y en USA la segunda.

En cuanto a la importancia de los últimos desarrollos y nuevas tecnologías para las empresas encuestadas, el 24% responde que los más importantes son los que permiten adecuarse a las exigentes normativas medioambientales. En segunda posición con el 21% se encuentra la mejora de las tecnologías actuales.

Esta encuesta pone de manifiesto que las líneas tecnológicas en el mundo de los recubrimientos vienen dadas principalmente por la búsqueda de procesos respetuosos con el medio ambiente, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Eliminación de COVs (compuestos orgánicos volátiles)
- Eliminación de cromo hexavalente
- Eliminación de TBT (tributilestaño)

2.2.1. ELIMINACIÓN DE COVs

Las estrictas regulaciones medioambientales, el movimiento de la construcción ecológica y la mayor conciencia de los consumidores frente a los riesgos asociados a la exposición frente a toxinas son factores clave en el desarrollo de pinturas y recubrimientos de bajo contenido o con cero COVs. Actualmente todas las empresas ofrecen una línea de productos bajas en COVs y sin olor, además muchas de ellas están trabajando para obtener certificados ecológicos para sus productos.

La introducción en el mercado de estos productos ha encontrado dificultades en algunos sectores, bien porque el comportamiento o la estética que ofrecen no es la misma que la que ofrecen las tradicionales pinturas en base solvente, o bien porque requieren una inversión en nuevo equipamiento. Sin embargo, las nuevas normativas de emisiones están forzando a los usuarios a un cambio, por lo que los recubrimientos bajos o con cero COVs están incrementando su cuota de mercado. Para ello, los fabricantes de pinturas están mejorando sus productos para adecuarse a las exigencias de los usuarios y poder ofertar **productos en base acuosa** que se comporten como los de base solvente. Las grandes compañías como *Basf*, *Internacional Specialty Products*, o *Ace Paint's Centofante* están sacando al mercado nuevos productos basados en latex y dispersiones acuosas.

Entre los problemas que plantean los sistemas base agua se encuentran el control de la espuma, superficies desiguales e irregulares, brillo y mayor dificultad en el control de las propiedades dinámicas de aplicación, y la pulverización. Los esfuerzos de los fabricantes se centran en superar estos problemas para formular productos con una buena calidad final, facilidad de aplicación y buenas propiedades de secado. Para alcanzar este objetivo y aumentar el uso de pinturas en base agua en sectores como el repintado del automóvil o la industria del mueble, se están desarrollando aditivos específicos.

La entrada en el nuevo milenio dejó atrás el boom de los **recubrimientos en polvo**. Sin embargo, hoy en día se están llevando a cabo trabajos de investigación para que esta tecnología pueda sustituir y competir con las demás ofertas industriales en campos como el coil coating, piezas de automoción fabricadas por SMC y sustratos sensibles al calor (madera, MDF, plástico o aplicaciones metálicas específicas). Para conseguir este objetivo, se están desarrollando nuevas resinas multifuncionales. Asimismo, el desarrollo de estas pinturas abre un abanico de posibilidades para su empleo en aplicaciones donde se requiera una característica especial como resistencia a altas temperaturas (para hornos, calentadores, tuberías o chimeneas) o actividad antimicrobiana (para las industrias de la salud, medicina o alimentación). Respecto a las pinturas en polvo resistentes al calor, los puntos en los que hay que innovar son:

- El color para poder obtener una amplia gama de colores
- La estabilidad del brillo
- Mejorar la protección frente a la corrosión

En la industria del coil coating no se utilizan mucho los recubrimientos en polvo a causa de la dificultad para igualar las elevadas velocidades de las líneas de los recubrimientos líquidos. Ahora las líneas de recubrimiento en polvo pueden alcanzar velocidades más altas con la nueva tecnología dual de curado y los nuevos tipos de aplicación como el MSN Powder Cloudtm o la aplicación de la pintura en polvo con rodillo. La tecnología dual de curado donde se complementan el curado UV e IR (infrarrojo) es muy prometedora y será tratada en detalle en el capítulo 3 de líneas tecnológicas emergentes.

2.2.2. PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN Y ELIMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE

La protección frente a la corrosión de los elementos metálicos ha sido y es una línea de investigación prioritaria en todo el mundo. Sin embargo, las líneas de desarrollo para hacer frente a este problema son distintas en la actualidad y respecto al pasado. Hasta hace aproximadamente 5 años el estudio de los distintos **tratamientos galvánicos** ocupaban las páginas de todas las revistas especializadas en recubrimientos y actualmente a I+D+i continúa aunque a menor ritmo. Las líneas de investigación destacables eran las siguientes:

- Cobreado con baños cianurados
- Cincado con baños ácidos y con baños cianurados
- Cadmiado con baños cianurados

- Cromado decorativo y cromado duro
- Niquelado
- Estaño y aleación estaño-plomo
- Latonado
- Deposición de metales preciosos
- Anodizado de aluminio
- Recubrimientos depositados sin corriente

Las líneas tecnológicas prioritarias eran los recubrimientos aplicados sin corriente, la sustitución del cadmio por aleaciones de cinc y la búsqueda de alternativas a los baños de cianuro. Hoy en día los recubrimientos orgánicos (pinturas) han ganado mucho terreno y están sustituyendo a los tratamientos galvánicos en la protección frente a la corrosión. Esto es consecuencia de su menor coste, del mayor espectro de colores y tonalidades y excelente resistencia a la corrosión.

De acuerdo con la Directiva de Fin de Vida Útil de los Vehículos (ELV) de la Unión Europea, no se permite ya el uso de cromo hexavalente (Cr VI) en los revestimientos de protección contra la corrosión. Sólo se permite una concentración máxima del 0,1% en peso en el caso de materiales homogéneos. Con estos valores, la directiva ELV coincide con la RoHS/WEEE para materiales eléctricos y electrónicos.

El Cr VI se encuentra en recubrimientos de conversión de cromo utilizados para proteger acero, aluminio y otros sustratos recubiertos con zinc. Los mercados a los que afecta esta directiva son la automoción, los colectores para motores y automóviles, las bombas de agua, la fundición de arena o las piezas sin pulir. La tecnología de recubrimientos de conversión exentos de Cr VI para el zinc y sus aleaciones ha alcanzado una aceptación universal, pero no puede ser aplicada con éxito sobre el aluminio. Durante los últimos 10 años, se han analizado posibles alternativas pero sin éxito. Hoy en día se están investigando varias vías para desarrollar un sistema de capa de conversión sin cromo entre las que destacan el uso de cromo trivalente, zirconatos, titanatos, permanganatos, silanos, polímeros y mezclas de éstos. Otra alternativa para la sustitución del Cr VI es utilizar pinturas en polvo y metalizado al vacío. En este proceso se emplea una imprimación epoxi, seguido de una deposición metálica al vapor y un acabado final con pintura en polvo acrílica transparente.

2.2.3. ELIMINACIÓN DE TBT

En las últimas décadas el TBT ha sido el biocida más empleado en las pinturas antifouling. Sin embargo, el TBT es muy tóxico para el medio marino incluso a pequeñas concentraciones por lo que las OMI (Organización Marítima Internacional) prohibió la aplicación de pinturas que tuviesen TBT desde el 2003, y toda pintura que tenga TBT deberá ser eliminada de cualquier parte de la embarcación para el 2008. Esto supone una búsqueda intensiva de alternativas menos tóxicas. Las posibles alternativas se analizarán en más detalle en el apartado dedicado a pinturas marinas. Sin embargo, cabe destacar la búsqueda de nuevos tipos de toxinas. Investigadores holandeses están trabajando con una toxina biológica extraída de las esponjas. En Japón están experimentando con un antifouling muy prometedor basado en capzasa. Sin embargo, el éxito en el mercado de nuevos biocidas está determinado por el coste y el tiempo necesario que supone su registro.

2.2.4. OTRAS LÍNEAS TECNOLÓGICAS

Además de la mejora medioambiental, también se está trabajando en otras líneas tecnológicas. El mercado de los **aditivos** es un mercado maduro donde no se anticipan mejoras espectaculares, sin embargo, las nuevas tecnologías y los nuevos requerimientos de las pinturas podrían cambiar el panorama de los aditivos. Los nuevos productos bajos o con cero COVs están obligando a las compañías a desarrollar nuevos aditivos con formulaciones sin COVs. Actualmente los formuladores buscan aditivos versátiles que se puedan adecuar a múltiples familias de producto. Sin embargo, las tendencias de futuro prevén el desarrollo de aditivos específicos para cada aplicación que sean capaces de mejorar propiedades específicas como la calidad del recubrimiento o la durabilidad.

Los **pigmentos metálicos** continúan siendo muy populares para gran variedad de aplicaciones. El alto precio de la materia prima unido a las exigencias de mercado está llevando a las empresas a realizar importantes actividades de I+D. Algunas de las empresas fabricantes de aditivos más importantes como *Ciba Specialty Chemicals*, *Wolstenholme* o *Silberline* están invirtiendo en I+D para conseguir pigmentos metálicos más brillantes y con una mayor gama de colores que abarquen el azul, el beige, el verde o el bronce. También se busca un look metálico líquido y colores que cambien con el ángulo de observación.

Entre los mayores desarrollos en el mundo de los pigmentos se encuentran los **pigmentos orgánicos de altas prestaciones** (HPP) que son capaces de ajustarse a las necesidades específicas de cada cliente en cuanto a durabilidad, adecuación a la normativa y color se refiere. Este tipo de pigmentos se utilizan especialmente en aplicaciones industriales, arquitectónicas y automoción.

Según las compañías líderes en el sector, la demanda por los efectos de apariencia únicos junto con una mejora de la durabilidad proporcionan oportunidades únicas para la innovación. Los más interesantes son los pigmentos “limpios” con alto cromatismo que ofrecen una amplia gama de colores y los que ofrecen mayor resistencia a las condiciones medioambientales específicas.

Entre las múltiples aplicaciones que ofrecen estos pigmentos se encuentra la de permitir a las compañías la formulación de pinturas con más colores que ofrezcan reflectancia infrarroja para mantener las paredes, tejados, etc. a menor temperatura ofreciendo una mejora de la eficiencia energética. Para competir con los mercados emergentes de India, China y Corea, las grandes compañías como *Basf*, *Clariant*, *Thomas Swas Performance Products*, *Sun Chemical* o *Ciba* están realizando un gran esfuerzo en I+D para el desarrollo de los HPP.

2.2.5. TINTAS

Respecto al mundo de las tintas, y como consecuencia de los movimientos financieros y de las últimas adquisiciones, las cinco mayores compañías del sector dominan el mercado europeo de las tintas. Las tintas en base solvente son las que dominan el sector como consecuencia de su precio favorable y el elevado número de

impresoras. Las **tintas UV** y las **basadas en agua** están al alza por exigencias medioambientales con el objetivo de reducir los COVs. También se trabaja en la búsqueda de tintas con **tiempos de secado más cortos** y en el desarrollo de diferentes tipos de tinta en función del soporte. Las últimas tendencias muestran que la tecnología se está moviendo hacia las aplicaciones con chorro de tinta. En este campo, las tintas en base agua están ganando terreno: fundamentalmente en las impresoras de oficina y caseras y se emplean ampliamente en la impresión textil digital. También su uso va en aumento en el diseño gráfico interior. Según los expertos, la tecnología acuosa puede tener un futuro brillante en las áreas industriales para chorro de tinta. Los últimos desarrollos de las grandes compañías como *Kodak*, *Nazdar*, *Fujifilm Sericol*, *Jetriol* o *SunJet* se centran en los tres tipos de tintas. En las tintas en base acuosa se busca una buena estabilidad en la prensa y un buen balance entre el secado rápido en el sustrato pero no en los platos de la prensa. En las tintas en base solvente se está trabajando para reducir los COVs, ampliar la gama de colores y ofrecer tintas con mejores prestaciones. Finalmente, las investigaciones sobre tintas UV se centran en obtener tintas con un secado más rápido, con una química que permita utilizarlas en más tipos de aplicaciones y promover la adhesión.

2.3. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Es necesario preparar las superficies antes y durante la aplicación de un sistema protector para obtener una mejor protección del sustrato que se traducirá en una reducción de costos de mantenimiento. Para seleccionar el método más adecuado de preparación de superficies, deben ser considerados los siguientes factores:

- Seguridad
- Accesibilidad
- Protección de maquinaria y equipo
- Variables del medio ambiente
- Costos

Además, la preparación de superficies variará en función del sustrato a tratar. A continuación se detallan los métodos de preparación más habituales para distintos sustratos.

En este campo, los avances se están realizando en los equipos de preparación de superficies. Se han desarrollado equipos de chorro de agua a alta presión que comparándolo con los métodos tradicionales como el tratamiento químico o el chorro de arena, presenta mayor eficacia y rapidez con menor costo y siendo más respetuoso con el medio ambiente. También existe la limpieza criogénica basada en la proyección de pellets de hielo seco a altas velocidades. La baja temperatura hace que la capa de suciedad se rompa y desprenda sin dejar residuos en la superficie. Entre los últimos avances también se encuentra el uso del láser óptico en estado sólido que montado en una línea de trabajo permite la limpieza de las piezas en continuo sin uso de otros agentes.

2.4. SITUACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS SECTORES DEL MERCADO

En la tabla 4 se resumen los datos de mercado de los sectores más importantes de la industria de los recubrimientos.

Tabla 4. Datos de mercado de los sectores principales del sector (Fuente: www.specialchem4coatings.com)

	Automoción OEM	Automoción repintado	Arquitectura y decoración	Marina	Rec. Electrofítico	Mobiliario	Cubiertas de madera
Mercado (miles de toneladas)	825	680	9000	525	100	785	97
Compañías más relevantes	BASF	Akzo Nobel	Akzo Nobel	Chugoku	BASF	Akzo Nobel	Akzo Nobel
	DuPont	BASF	ICI	Hempel	DuPont	Arch	Beckers
	PPG	DuPont	Nippon	International	PPG	Beckers	BonaKemi
		PPG	Sherwin Williams	Jotun	Sherwin Williams	Milesi	Klump
		Sherwin-Williams	Sigma kalon	Sigma Kalon	Sigma Kalon	Sherwin Williams	
						Valspar	
Cuota de mercado	72%	70%	33%	85%	70%	22%	70%
Incremento de mercado (2005)	2%	0%	1%	2-3%	2-4%	3%	1-3%

2.4.1. AUTOMOCIÓN

En Europa occidental y Estados Unidos la industria de la automoción ha presentado un incremento poco apreciable, lo que se traduce en menor beneficio para los fabricantes y mayor presión de costes para la cadena de proveedores. Esto podría dificultar el desarrollo de nuevas tecnologías en los recubrimientos, sin embargo, las nuevas normativas medioambientales y las exigencias de los consumidores para mejorar la durabilidad del acabado de los vehículos están haciendo que la tecnología de los recubrimientos avance rápidamente en el sector. Con el fin de reducir las emisiones de COVs y las pérdidas de material, las compañías de pinturas líderes en el sector están sacando al mercado nuevos productos en polvo, de altos sólidos y en base agua. También se está trabajando con nuevos recubrimientos en polvo UV. Mientras que en la Unión Europea se promueve la utilización de acabados acuosos para adecuarse a la normativa, en los países en vías de desarrollo las directivas medioambientales no son tan estrictas y se decantan por la utilización de recubrimientos con altos sólidos.

Muchas de las compañías europeas de automoción, inicialmente lavan la carrocería plástica en un medio acuoso, después se le realiza un tratamiento a la llama para

promover la adhesión. El proceso continúa con la aplicación de una imprimación acuosa, para terminar con una base acuosa y un acabado en base solvente. En estados Unidos la adhesión se promueve mediante una imprimación y los productos en base acuosa no son tan utilizados como en Europa.

La eliminación de alguna de estas etapas en el recubrimiento supondría grandes beneficios para las compañías fabricante de vehículos. La nanotecnología ofrece la posibilidad de eliminar pasos en el proceso de pintado mientras permite aplicar capas más finas de recubrimiento, reduciendo el peso total de recubrimiento por vehículo.

Con el fin de ofrecer a los diversos fabricantes de vehículos soluciones a sus necesidades, los fabricantes de pinturas deben centrar sus actividades de investigación en estos cinco elementos:

- Apariencia y color para diferenciar los productos acabados
- Adecuación a los requerimientos medioambientales
- Durabilidad
- Facilidad de manejo
- Coste de la operación de pintado

Cada marca de recubrimientos busca colores y efectos únicos que los identifique. Actualmente, los recubrimientos metálicos de poco brillo y con efecto líquido que producen una apariencia aterciopelada metalizada están muy en boga. *PPG*, por ejemplo, está desarrollando acabados con nanopartículas transparentes que difractan la luz para impartir color dependiendo del ángulo de visión. *BASF* también está introduciendo nuevos colores y tonalidades en su gama que producen efectos distintos dependiendo del ángulo de visión.

2.4.2. ARQUITECTURA Y DECORACIÓN

Las pinturas de interior para paredes están diseñadas para proporcionar un aspecto estético más que una protección. Por tanto, el color juega un papel primordial en el mercado de pinturas para decoración de interiores. Además de color, las pinturas también deben ofrecer un tacto especial y crear una atmósfera única. Asimismo, las tendencias actuales optan por pinturas con menos brillo y lavables. Por tanto, los fabricantes de pinturas deben centrarse en trabajar estos aspectos para desarrollar sus pinturas de interior.

En cualquier caso, las regulaciones medioambientales son el factor principal en el desarrollo de los recubrimientos decorativos. Los nuevos desarrollos no solo deben adecuarse a las normativas actuales de cada país, sino que también deben anticiparse para obtener una ventaja competitiva. Según una encuesta realizada por *paintingscoatings.com* la adecuación medioambiental de las pinturas se llevará a cabo considerando los siguientes factores:

- Incorporando cambios en la tecnología de las resinas
- Reduciendo la T_g (temperatura de transición vítrea) de las resinas actuales
- Utilizando aditivos y coalescentes bajos en COVs.

Los recubrimientos formulados, además de adecuarse a la normativa medioambiental, deberán tener buen comportamiento y propiedades de aplicación para ofrecer productos de calidad igual o superior a los actuales.

El mercado de los revestimientos para sustratos como el hormigón, cemento, mortero, ladrillo o estuco también se encuentra afectado por las regulaciones de COVs. Se requieren formulaciones bajas en COVs e inodoras. Los fabricantes de pintura están sacando al mercado nuevas formulaciones en base acuosa y 100% de sólidos que ofrecen la misma resistencia química, resistencia a la luz UV, resistencia a la abrasión, resistencia a la eflorescencia, permeabilidad al vapor de agua, dureza, adhesión e impermeabilidad que los productos tradicionales. Las resinas que se están empleando en estas aplicaciones son látex acrílicos y a nivel de isocianatos los sistemas alifáticos. Pero no hay que olvidar que la evolución en los tratamientos a fachadas y otros elementos constructivos se dirige cada vez más hacia productos que combinen una elevada capacidad de protección (impermeabilización, resistencia al paso de CO₂, capacidad de anclaje y penetración en el soporte) con una elevada capacidad de transpiración y mayor gama de colores. El desafío de estas pinturas de cara al futuro pasa por el desarrollo y la utilización de gamas más amplias de colores pero que mantengan la resistencia y la estabilidad e incrementar la durabilidad de las propiedades del recubrimiento.

2.4.2.1. RESTAURACIÓN DE EDIFICIOS

La industria de la construcción sigue siendo uno de los pilares en el crecimiento de la economía mundial. El 42% de las ventas del sector de los recubrimientos está destinado a la construcción y la decoración, por lo que se le debe prestar especial atención a esta industria. Actualmente, la restauración de edificios está cobrando mayor relevancia. En España se restauraron 37.046 edificios con un presupuesto de ejecución de material de 2,6 billones de euros en el 2005.

El agua, principal agente responsable de la degradación de los materiales de construcción, ejerce una acción directa sobre éstos por erosión, solubilidad de sales, ablandamiento y expansión por congelación. Además también ejerce una acción indirecta por transporte de sales y ácidos. La restauración se basa en evitar los daños causados por la presencia de humedad en la edificación. Para ello, debe evitarse la penetración del agua en las edificaciones y debe facilitarse su salida por evaporación.

Las pinturas de silicato, ampliamente utilizadas en el pasado, han alcanzado hoy en día gran interés debido a su alta permeabilidad al vapor de agua, a su aspecto mineral y a su larga duración. Estas propiedades las hace idóneas para su utilización en la restauración de edificios.

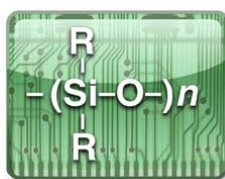
Las pinturas de silicato, en su origen, fueron revestimientos formulados en dos componentes. Hoy en día, sin embargo, se utiliza una emulsión de silicato potásico estabilizada o un polisilicato a cuya formulación se le añaden todo tipo de aditivos, cargas y pigmentos inorgánicos. Entre las propiedades que presentan estos revestimientos resaltan los siguientes:

- Consolidación de sustrato de naturaleza mineral
- No hay formación de película
- Incombustibles y resistentes al calor
- Estabilidad frente a la luz y la radiación UV
- Altamente resistentes a la intemperie y a ambientes ácidos

- Elevada permeabilidad al vapor de agua
- Impermeabilidad
- Ecológicas
- Económicas

Las pinturas basadas en silicatos no son eficientes al aplicarlas sobre recubrimientos orgánicos y con algunos tipos de sustratos. La tendencia actual es el uso **siloxanos o resinas de silicona** acuosas que representan un paso intermedio entre las pinturas de silicato y una emulsión de pintura convencional. La estructura de estas resinas se presenta en la figura 9.

Figura 9. Estructura química de las resinas de silicona



Estas resinas son dispersiones de bajo peso molecular que permiten mayor facilidad de penetración que las emulsiones convencionales. Durante el secado físico se forman films duros, pero durante las reacciones de reticulación que se producen entre la resina y el sustrato se forma un film completamente reticulado fuertemente adherido al sustrato. Si se formulan en pinturas con altas concentraciones de pigmento, combinan alta permeabilidad al vapor de agua con carácter hidrofóbico, alta durabilidad, resistencia al ataque microbiano y resistencia al fuego. Además, a diferencia de las pinturas de silicato, estos materiales ofrecen mejor apariencia estética y se pueden aplicar sobre sustratos previamente pintados.

2.4.3. INDUSTRIAL

Los recubrimientos industriales abarcan diversos segmentos como la construcción, fabricación de aparatos, maquinaria y mobiliario doméstico. Hoy en día los fabricantes de recubrimientos industriales deben hacer frente a la competencia global, elevados costes de energía, aumentos en el precio de las materias primas y la cada vez más restrictiva normativa medioambiental. Para responder a estos desafíos, las compañías de pinturas deben desarrollar recubrimientos y procesos de aplicación más efectivos y rentables.

El mercado de los recubrimientos industriales se centra en desarrollar productos para reducir las emisiones de COVs de las plantas fabricantes. Asimismo, los consumidores también demandan productos que satisfagan otras necesidades como son:

- Mayor gama de colores
- Temperaturas de curado más bajas para los esmaltes
- Ciclos de secado más cortos para pinturas de secado al aire
- Mayor resistencia a la corrosión y humedad

- Resistencia al rayado y a la huella
- Mayor durabilidad de las superficies pintadas

En términos de I+D, el siguiente hito para los recubrimientos industriales es el desarrollo de soluciones con mayor valor estético y eficiencia energética. En este campo los “recubrimientos inteligentes” o “smart coatings” juegan un papel fundamental y dada su relevancia tecnológica se presentan de modo detallado en el apartado 2.6.

Respecto al coil coating, la mayoría de las empresas están desarrollando recubrimientos de curado UV para poder realizar las operaciones de coil coating de modo más rápido y con mayor eficiencia energética.

2.4.4. MADERA

Los recubrimientos para madera se emplean entre otros en la fabricación de mobiliario, revestimientos exteriores, cubiertas o armarios, por lo que deben proporcionar además de una buena apariencia estética, protección.

El mercado de los recubrimientos para madera se está viendo seriamente afectado por las regulaciones medioambientales. Los fabricantes de pinturas europeos y estadounidenses están desarrollando productos en base acuosa que pueden ser tan duraderos como las formulaciones en base solvente. El problema radica en que estos nuevos productos se aplican de forma diferente y tienen una apariencia distinta a los típicos productos de base solvente. Actualmente, la mayor parte de la I+D en este campo está dirigida a minimizar el contenido de COVs en los recubrimientos. En el resto del mundo la presión legislativa es mucho menor, por lo que sigue dominando la tecnología en base solvente.

En esta línea, las últimas innovaciones llegadas al mercado para la madera son los barnices de resinas de poliuretano al disolvente con alto contenido en sólidos, los barnices de resinas de poliuretano en dispersión acuosa de uno y dos componentes y los aceites polimerizados de secado ultravioleta que permiten secar el aceite al instante en el mismo lugar del trabajo.

Entre las últimas líneas tecnológicas relevantes del sector se encuentran:

- Recubrimientos ignífugos. Retardan la acción del fuego, la propagación y la combustión de la llama, y minimizan la emisión de humos.
- Productos para mejorar la resistencia a la abrasión para aplicaciones en suelos de madera.
- Ampliación de la gama de colores. Junto a los acabados naturales sobre pavimentos naturales aparecen los acabados de moda, donde el color destaca como protagonista por encima de la naturalidad del pavimento. En esta línea, encontramos colores como el verde, el lila o el dorado.
- Tratamientos «todo en uno». La especialización en este mercado es buena, aunque la estrella son los tratamientos de superficie, tanto en aceites como en barnices, que cumplan más de una función en una única aplicación.

- Tratamientos contra los insectos y agentes biológicos. Son ideales para pavimentos de exterior donde la madera es más susceptible a sufrir ataques de xilófagos e insectos ligados a la madera.
- Línea de productos para cuidar y mantener la belleza de los suelos entre los que se encuentran muchos otros productos: reparadores, regeneradores, nutritivos, embellecedores, antiestáticos, impermeabilizantes etc.
- Recubrimientos acuosos
- Recubrimientos en polvo para aplicación en sustratos sensibles a la temperatura y sistemas combinados polvo/UV

2.4.5. MARINA

Las pinturas antifouling son un elemento clave para reducir costes en la industria naval. Desde la década de los 70, el biocida más empleado en las pinturas antifouling había sido el TBT. Desde su prohibición, se está realizando una búsqueda intensiva de alternativas menos tóxicas. A continuación se presentan las alternativas existentes:

- Recubrimientos de matriz soluble: el biocida, habitualmente óxido de cobre, se dispersa en la matriz y se libera libremente al medio marino inicialmente de forma muy rápida. Estos recubrimientos son frágiles y se dañan fácilmente.
- Pinturas antiadherentes: Se basan en polisiloxanos o polialcoholes fluorados con pigmentos de teflón y no emplean biocidas. Los organismos emplean un fluido polar como adhesivo. Si la energía superficial del recubrimiento es muy baja, los organismos no podrán adherirse a la superficie. Sin embargo, estas pinturas no son suficientemente resistentes en condiciones extremas, p.e. hielo. Bajo estas condiciones el recubrimiento se daña, la rugosidad aumenta y las propiedades antiadherentes se pierden. Se considera que para que estos recubrimientos sean efectivos se debe operar a más de 18 nudos.
- Polímeros autopulimentantes (SPC): Se basan en resinas de acrilato metálicas (estaño, cobre, zinc, etc.) solubles en el medio marino mediante hidrólisis en la superficie del recubrimiento. El agua de mar hidroliza la unión éster liberando el biocida y convirtiendo al polímero en hidrofílico de manera que se va desprendiendo al medio marino. Esta tecnología es bastante cara y requiere espesores muy elevados.
- Polímeros de reducción controlada (CDP): Estos sistemas también son autopulimentantes. Se utiliza la resina de colofonia que es soluble en el medio marino y se va desprendiendo junto con el biocida en el medio marino. El problema de estos sistemas es que, además de emplear óxido de cobre como biocida, se liberan grandes capas produciendo un aumento de rugosidad en la superficie y problemas de repintado.
- Sistemas eléctricos y electromagnéticos: Se crea una diferencia de potencial entre el casco del barco y el mar que hace que se produzca un proceso químico que previene la formación de incrustaciones. Esta tecnología es muy efectiva pero extremadamente cara y podría facilitar la corrosión.

A pesar de todos los avances realizados, ninguna de las alternativas es comparable al comportamiento de las pinturas con TBT. En los últimos años se está realizando una activa labor investigadora en este campo a fin de encontrar nuevas soluciones. La compañía *Kansai Paint* ha incorporado a su pintura de silicona un aceite de silicona no reactivo para que exude lentamente desde el film para

incrementar las propiedades antifouling. *Nanogate Technologies* ha producido un recubrimiento antifouling que contiene partículas polielectrolíticas basadas en complejos de fluor. Las pruebas realizadas apuntan a que funciona en agua dulce, pero aún no se ha probado en agua salada. *Subsea Industries* ha desarrollado una pintura con escamas de vidrio que funciona muy bien como anticorrosivo. *Hydron Speed Coat* ha patentado un recubrimiento antiadherente basado en una resina hidrofílica, aunque aún no se ha comprobado su efectividad. *SealCoat* comercializa una pintura que contiene fibras que al moverse previenen la adhesión de los percebes, pero no el crecimiento de algas. *Ameron* está trabajando en varias tecnologías novedosas, incluyendo antifouling libres de biocidas y libres de metales. En el campo de los recubrimientos marinos, *SigmaKalon* trabaja en la tecnología de los silicatos en base acuosa, sistemas epoxi novolaca de altos sólidos y polihidral silsesquioxanos oligoméricos.

El mercado de la pintura náutico deportiva está aumentando cada día más sus ventas. El incremento de puntos de amarre en las costas españolas y del resto del mundo constata que este mercado está en pleno crecimiento. Este mercado consume 15.000 litros y presentó en el 2005 un aumento de mercado del 1-2%. pesar de ser un mercado todavía pequeño, tiene un componente de exigencia muy alto puesto que los productos están expuestos a condiciones ambientales muy duras como son la humedad, la salinidad, la luz solar y el problema de la osmosis, uno de los principales riesgos con los que se encuentran las embarcaciones náutico deportivas. Las tendencias que se aprecian en este sector son las siguientes:

- Eliminación de biocidas medioambientalmente cuestionados: afecta a los yates y a los astilleros
- Aumento en las regulaciones sobre los COVs: empleo de productos en base acuosa o de altos sólidos
- Mejorar la salud y la seguridad de los usuarios: simplificar el proceso de aplicación y mejorar la durabilidad

2.4.5.1. BIOCIDAS Y FUNGUICIDAS

Los biocidas y funguicidas no solo se utilizan en las pinturas marinas. Las pinturas anti-microbianas y muchas de las pinturas en base acuosa llevan incorporadas estas sustancias. Las regulaciones medioambientales estadounidenses y europeas, junto con la Directiva de productos biocidas europea (BDP) presenta un reto para los suministradores de biocidas, porque muchos de ellos han sido prohibidos por su persistencia en el medio, el riesgo por exposición para el ser humano o la contribución a la calidad del aire en interiores. Como consecuencia se están desarrollando y patentando muy pocos nuevos productos. La mayoría de las compañías ofrecen distintas mezclas de los biocidas aprobados actualmente y están trabajando para obtener productos bajos en COVs y en base acuosa. *Arch Chemicals* ha patentado la tecnología ZOE basada en zinc piritiona y ha sacado al mercado una fórmula antimicrobiana cero-COV basada en benzoisotiazolina. *Dow Chemicals* y *ISP* han comercializado recientemente sustancias activas en base acuosa libres de formaldehído y bajas en COVs.

2.4.6. OTROS MERCADOS

2.4.6.1. RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

La tecnología electrolítica, que tiene un mercado de 100.000 toneladas, se emplea como imprimaciones en construcción, automoción, sistemas de aire acondicionado y otros aparatos por su elevado standard de calidad y relativamente bajo costo. Entre sus ventajas destacan que no requieren la adición de cromato de zinc y se utiliza menos disolvente que en otros sistemas de aplicación. Su mayor desventaja es la dificultad que supone cambiar de un color a otro. Tecnológicamente, y empujado por las directivas internacionales y la legislación medioambiental, se observa una tendencia al cambio de productos en base agua o en polvo. Además, los requerimientos crecientes de la industria conducen al desarrollo de productos que sequen y curen más rápidamente.

2.4.6.2. OFFSHORE

El mercado offshore representa una cuota de mercado de 50.000 toneladas, donde las principales casas comerciales como Hempel, International, Jotun y SigmaKalon abarcan el 75% del mercado total. En el 2005 este sector ha presentado un incremento del 10-20%.

Las presiones medioambientales han obligado a este sector a emplear nuevas formulaciones de pinturas libres de plomo y TBT. Sin embargo, tecnológicamente las tendencias parecen mantenerse lejos de emplear epoxis libres de solvente. Las compañías petrolíferas buscan en los productos duraciones de hasta 25 años. Comercialmente han aparecido unos pocos productos específicos para plataformas petrolíferas y otras unidades offshore, como un sistema bicapa que sustituye al actual sistema de tres o cuatro capas.

2.4.6.3. AEROESPACIAL

La industria aeroespacial consume 25.000 toneladas de recubrimiento anual. El mercado está liderado por Akzo Nobel y PPG y presentó un incremento de mercado del 7% en el 2005.

El peso, el rendimiento y la flexibilidad continúan siendo los motores de esta industria. Las tendencias tecnológicas actuales giran hacia el uso de recubrimientos de mica reflectantes e imprimaciones estructurales en base acuosa donde el espesor del film se puede controlar fácilmente y ofrecen buena resistencia química. Por el contrario, los acabados exteriores en base agua no tienen tanta aceptación porque presentan menor resistencia química a los aceites usados, altamente agresivos.

El objetivo principal sigue siendo el uso de la tecnología libre de cromo. De hecho, muchas aerolíneas europeas han adoptado esta medida. A pesar de que aún se siguen empleando en gran medida los materiales convencionales, cada vez se emplean más los productos de altos sólidos.

2.5. ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS

2.5.1. RECUBRIMIENTOS INTELIGENTES

Los **smart coatings** o **recubrimientos inteligentes** ofrecen toda una variedad de soluciones mediante el uso de las tecnologías más avanzadas. Según su definición, un recubrimiento inteligente es aquel que detecta y responde activamente a cambios en su entorno de una manera funcional y predecible. Los recubrimientos inteligentes tienen multitud de posibilidades, entre las que se encuentran las siguientes:

- Reemplazar sensores mecánicos con aparatos compactos que no tengan partes móviles
- Aumentar el ciclo de vida de los recubrimientos
- Eliminación más sencilla del recubrimiento una vez terminada su vida útil
- Actuar en imprevistos
- Responder a cambios regulares en temperatura, luz, etc.

La tabla 5 muestra algunos ejemplos del uso de los smart coatings

Tabla 5. Ejemplos de distintos usos de los rec. Inteligentes

Clasificación	Rec. Inteligentes en uso	Nuevos conceptos en desarrollo
Monitores externos (sensores, etc.)	Rec. fotocromicos (gafas de sol, cintas de monitorización) Indicadores de seguridad termocromicos	Detección de la presión de aire Rec. biocidas de liberación controlada Monitores de historia térmica (para embalajes de alimentación y farmacia)
Monitores internos (reaccionan ante cambios en el propio rec.)		Detección de la corrosión Auto regeneración (protección de la corrosión, integridad, apariencia)
Superficies activas	Protección frente al fuego intumescente Varios sistemas antifalsificación	Rec. fotocatalíticos Adhesión controlada Rec. biocidas recargables Hidrofobicidad variable Rec. autodestructibles (reciclables)

Cool roof

Entre los recubrimientos inteligentes más actuales se encuentran los que emplean la tecnología “cool roof”, que consiste en recubrir una superficie con recubrimientos que contengan un material reflectante capaz de reducir la temperatura de esa superficie y por tanto del interior de un edificio, reduciendo los costes de enfriamiento en hasta un 50%. Esta tecnología se está aplicando en techos, paredes y coil coating. Uno de los retos más importantes de esta tecnología era conseguir “recubrimientos fríos” con colores oscuros. Recientemente BASF ha comercializado un recubrimiento basado en poliéster siliconizado de alta reflectividad en toda una gama de colores incluido el negro. Actualmente se encuentran desarrollando recubrimientos de PVDF con esta tecnología. Otras compañías como PPG o *Textured Coatings of America* también comercializan recubrimientos que emplean la tecnología de transmisión de luz y calor.

Sensores

Cada vez se realizan más hologramas de seguridad y tintas que cambian de color. Actualmente la atención se centra en el uso de indicadores termocrómicos o pigmentos de aluminio en las tintas para que sea casi imposible duplicarlas. La tecnología DNA es uno de estos indicadores, dado que el DNA y varias nanopartículas se pueden aplicar mediante chorro de tinta. El *National Physics Laboratory* (NPL) está investigando en el uso de los materiales DNA en “sellantes inteligentes” para el ensamblaje de sistemas mecánicos microelectrónicos (MEMS). En vez de ensamblar estos aparatos diminutos individualmente a mano o con delicados sistemas de robots, se pretende aplicar tiras o bandas de DNA a los componentes con códigos individuales. Cuando varios de estos componentes estén juntos, buscarán y se unirán a la pareja que tenga el correspondiente código DNA. De esta manera se podrán producir simultáneamente miles de MEMS.

Los recubrimientos que responden reversible o irreversiblemente a cambios de temperatura poseen múltiples aplicaciones. Las **pinturas termocrómicas** reversibles se emplean como elementos de seguridad y muestran mediante una indicación visible una superficie caliente. Se emplean en radiadores, partes de motores, equipamiento doméstico o puertas antifuego. Las pinturas termocrómicas de baja temperatura pueden indicar la presencia de hielo en las carreteras sin necesidad de sensores separados ni sistemas de suministro de energía. Para estas aplicaciones se han desarrollado muchos pigmentos termocrómicos que abarcan desde compuestos metálicos u organometálicos a polímeros. Los sistemas termocrómicos no reversibles se llevan utilizando desde hace tiempo en adhesivos que en forma de bandas se aplican a las distintas partes de un objeto para asegurar que ha alcanzado la temperatura deseada. *Jetrion* está desarrollando tintas termocrómicas para el envasado de alimentos. El objetivo es producir un sistema de marcado que cambie de color irreversiblemente cuando el alimento ha estado almacenado a temperaturas demasiado altas. Mediante la incorporación de esta tinta en el código de barras, se puede realizar un sistema automático de detección y rechazo, así como un aviso visible para el consumidor. De forma más sofisticada se encuentran en fase de desarrollo recubrimientos y tintas que incluyen la historia térmica del envase, que indica si el alimento o el medicamento ha estado almacenado durante un breve espacio de tiempo a elevadas temperaturas o durante tiempos largos a temperaturas ligeramente superiores a las del límite de almacenaje seguro. Otros compuestos, en

vez de cambiar de color, cambian sus características electromagnéticas y son útiles en sistemas de control de temperatura.

Muchos materiales cristalinos muestran actividad piezoeléctrica, que significa que se genera en el material una corriente eléctrica al aplicar una fuerza o se deforman tras un campo eléctrico. Las **pinturas piezoeléctricas** se utilizan para monitorizar vibraciones, daños e integridad estructural en embarcaciones, puentes, edificios, reactores nucleares o aviones. Los recubrimientos sensibles a la presión superan las limitaciones de los tradicionales sensores de presión en vehículos de alta velocidad como los nuevos aviones, coches y trenes. Estas pinturas contienen una tinta cuyo color cambia con la presencia del oxígeno, cualquier incremento localizado de la presión producirá un aumento en el nivel de oxígeno y el recubrimiento cambiará el color. Este proceso se registra con cámaras. Los materiales sensores incluyen pireno y octa-etil porfirina de platino, cuyas fluorescencias cambian con el nivel de oxígeno. La limitación de este método es que las corrientes de aire también cambian la temperatura local del sustrato afectando a la fluorescencia. Una posible solución es la incorporación separada de un material como la tinta de cianina cuya fluorescencia se produce a distinta longitud de onda y es sensible a la temperatura pero no a la presión.

La corrosión producida bajo el film de pintura por la penetración de humedad y sales es difícil de detectar hasta que el daño es irreversible. En muchos casos donde el acceso a dichas zonas es difícil o crítico para la seguridad, el problema es aún más serio. En muchos casos la corrosión produce iones que aumentan en pH, por lo que la adición de un indicador de pH como la fenoftaleína en la pintura es suficiente. Los compuestos fluorescentes se detectan más fácilmente con un equipo óptico que los compuestos visibles. Materiales como la fluoresceína, bases de Schiff, oximas o hidroquinolinas cambian de inactivas a fluorescentes como consecuencia de las reacciones de corrosión.

Autorreparación

Los recubrimientos autorreparadores recuperan su integridad cuando se producen grietas en la superficie mediante la liberación de agentes activos a las zonas dañadas. Diversas universidades, centros e institutos en todo el mundo están trabajando en este concepto ofreciendo distintas soluciones.

Uno de los modos de conseguir este objetivo es mediante la inclusión de micropartículas en el recubrimiento que se rompan cuando se produce la grieta, liberando un fluido al área dañada. En otra investigación se cubrieron esferas de sílice con poliestireno sulfonado y polietilenimina. Al mezclar estas esferas en un gel de óxido de zirconio, las moléculas de imina se cargaban positivamente y las de sulfonato negativamente. Al introducir estas partículas cargadas en benzotriazol, éste se adhería a las partículas de sílice. Cuando el recubrimiento sufre un daño, las esferas se rompen y se libera el benzotriazol que actúa como inhibidor de la corrosión. En otro desarrollo se empleó un pigmento de arcilla que absorbe el cloruro y libera cerio para proteger al recubrimiento de la corrosión. También se realizaron investigaciones sobre micelas de surfactante auto-ensamblables que fluyen hasta el defecto. El refuerzo fibroso también es efectivo para esta función. Se pueden incorporar agentes regenerables dentro de las fibras huecas para que “sangren” en la zona dañada. Los nanotubos de carbono tienen un gran potencial en esta aplicación, si bien su precio es aún muy elevado.

También existe una patente que muestra que la autoregeneración de un recubrimiento de poliuretano reactivo bicomponente proviene del “deslizamiento de cadenas poliméricas”. Sin embargo, estos recubrimientos no muestran autoregeneración por debajo de 10°C. *Curran International* ha comercializado un recubrimiento de altas prestaciones basado en polifenilénulfuro para intercambiadores de calor carbono-acero de plantas nucleares geotérmicas. La carga bialuminato de calcio repara las grietas introduciéndose en ellas y promoviendo el crecimiento de hiper cristales minerales. Cinco fabricantes de pinturas han desarrollado junto con *Nissan* un acabado para automoción autorreparable que contiene una resina elástica que fluye hasta las grietas. El proceso de regeneración depende de la temperatura y se obtiene mediante aplicación de agua caliente en la zona dañada. *HMG* también se encuentra en fase de comercialización de un acabado para el repintado con características autoreparables.

Materiales autodestructibles

Con el objetivo de facilitar la eliminación de los adhesivos que unen dos superficies conductoras al terminar su vida útil, se pueden incorporar sales metálicas al adhesivo. Si se aplica un voltaje por encima de un valor crítico, la superficie del adhesivo se polariza y la unión se debilita.

En el área de las tintas, se ha propuesto el desarrollo de una tinta autoborradora. En la tinta se incorporan un agente colorante, un desarrollador del color y un agente decolorante. A temperaturas inferiores a 40°C, el agente colorante y el desarrollador de color reaccionarán para formar un compuesto coloreado, sin embargo, a temperaturas superiores a los 100°C el desarrollador de color se disocia del agente colorante para reaccionar con el decolorante.

Aplicaciones militares

Los recubrimientos inteligentes aportan soluciones únicas para la industria militar. Actualmente se están desarrollando nuevas pinturas para la armada estadounidense que permiten detectar y autorreparar los daños, proteger de la corrosión y camuflar los tanques, helicópteros, etc. La autorreparación se consigue mediante la inclusión de nanomáquinas en la pintura. La nanotecnología aplicada a los recubrimientos, y más concretamente los nanotubos de carbono y otros materiales, permiten camuflarse a los tanques y convertirse prácticamente en invisibles en el campo de batalla.

Superficies autolimpiables

Mientras el efecto de loto crea superficies autolimpiables mediante un mecanismo pasivo, los recubrimientos fotocatalíticos contienen nanopartículas como el dióxido de titanio que se activan con la luz solar y oxidan los contaminantes de la superficie. La plata está suscitando bastante interés en el empleo como biocida en recubrimientos higiénicos porque se puede incorporar de múltiples maneras y proporciona al recubrimiento una vida útil larga sin riesgos para los humanos. La plata, que se encuentra embebida en algún material como zeolitas, vidrio u otro material, se libera de la superficie del recubrimiento tras un ataque biológico, mientras la superficie se rellena de plata proveniente de las nanopartículas.

Alistagen Corporation comercializa un producto en el que el hidróxido de calcio está encapsulado en microcápsulas semipermeables que lo protegen de reaccionar con el CO₂ atmosférico, pero que le permiten reaccionar con organismos como bacterias, algas, hongos o moho en presencia de humedad.

Otras investigaciones se centran en preparar mezclas de polidimetilsiloxano hidrófobo con poli(2-hidroxietil acrilato) o poli(ácido acrílico) hidrófilo. Las mezclas crean en la superficie unos nano-dominios que se pueden recargar con biocidas como cloruro de cetiltrimetilamonio. En Estados Unidos también están investigando la posibilidad de producir recubrimientos bioactivos mediante la inclusión de organismos vivos como levaduras o bacterias. Los recubrimientos resultantes tienen nanoporos y pueden actuar como biocatalizadores, biosensores o recubrimientos sensibles a la luz.

2.5.2. RECUBRIMIENTOS FIBRADOS

Desde hace algunos años se encuentran en el mercado revestimientos elásticos fibrados. El objetivo de añadir fibras a las pinturas es aumentar la resistencia de los recubrimientos y minimizar la formación de fisuras en la pintura, incrementando la duración de la misma. Las fibras, habitualmente de vidrio, se presentan en forma de hilos de diferentes longitudes fácilmente dispersables en agua. Estos hilos se dosifican fácilmente y al dispersarse en el agua forman una red tridimensional capaz de reforzar mucho el recubrimiento. Además presentan alta efectividad a bajas dosis y son prácticamente invisibles, por lo que no producen alteraciones en el aspecto estético del producto.

Empresas como *Hempel*, *DuPont* u otras empresas españolas como *Eurocolor* aplican esta tecnología a sus productos.

2.6. DESARROLLOS COMERCIALES DE LAS MAYORES COMPAÑÍAS DE PINTURAS A NIVEL MUNDIAL

En este apartado se especificarán los últimos avances y productos comercializados en 2005 por los 10 mayores fabricantes del sector de los recubrimientos.

AKZO NOBEL

Ventas: 5579 billones €

Oficinas centrales: Arnhem, Holanda

Web: www.akzonobel.com

Línea de productos: recubrimientos decorativos, industriales, marinos y de protección y repintado de automóviles

Adquisiciones recientes: Swiss Lack, Zweihorn, Toide Paint, Coatech, Khimrezerv, Balakom, Sico

Nuevos productos: “Alpha Taco” es una pintura con efecto textil que puede reproducir la imagen y el tacto del cuero, ante o tejido. Dependiendo de cómo se aplique en la pared puede producir dos efectos distintos. “Interchar” es un producto de nueva generación para la protección contra el fuego. Está basado en tecnología creada por la NASA y contribuye a la protección de estructuras y edificios.

HENKEL

Ventas: 4989 billones de €

Oficinas centrales: Dusseldorf, Alemania

Web: www.henkel-technologies.com

Adquisiciones recientes: Chemofast ramcord GMBH, Polybit Industries Ltd., divisiones de DIY y Rhodia, Converter Adhesives & Chemicals Pvt. Ltd

ICI GROUP

Ventas: 4654 billones €

Oficinas centrales: Slough, Reino Unido

Web: www.ici.com

Línea de productos: pinturas y recubrimientos (ICI Group) y adhesivos (National Starch)

Nuevos productos: Se realizó el lanzamiento de diversos productos bajo los nombres comerciales de “Cuprinol Sprayable”, un sistema en spray en base agua para el tratamiento de verjas, “UK Trade Sterishield”, una pintura higiénica en base agua que utiliza un bactericida de plata, y “UK Trade MetalShield”, que proporciona ocho años de protección sobre metales aplicando menos capas de los sistemas competitivos. Además, ha comercializado otros productos en varios países como USA, Brasil o India.

SHERWIN WILLIAMS

Ventas: 4585 billones €

Oficinas centrales: Cleveland, OH, USA

Web: www.sherwin.com

Línea de productos: pinturas, tintes y barnices arquitectónicos y decorativos, productos para el acabado de la madera, masillas, adhesivos, acabados de automoción y recubrimientos industriales y marinos

Nuevos productos: la compañía lanzó 18 nuevos productos para el mercado marino, arquitectónico, de la automoción e industrial. Entre estos productos se incluye la pintura de interior "Duration Home" que previene la penetración de las manchas y se limpia fácilmente con una esponja húmeda. Una sola capa de "ProMar 200 XP" es igual que dos capas de los tradicionales acabados lisos y mates. Un sistema de dos capas de la pintura de interior "Builders Solution" tapa las imperfecciones de la pared ofreciendo una superficie lisa lista para aplicar el acabado. El recubrimiento para albañilería "Loxon XP" se aplica directamente sobre el cemento eliminando la necesidad de la imprimación. Otros de los productos lanzados al mercado son recubrimientos para equipamiento pesado, coil-coating, mobiliario de cocina, equipamiento militar o madera. También ha sacado al mercado un recubrimiento para automoción que cumple con la normativa de VOCs que entrará en vigor en el 2007. También han lanzado "Planet Color", una colección de recubrimientos para automoción ópticamente mejorados para el mercado de los acabados personalizados.

PPG INDUSTRIES

Ventas: 4453 billones €

Oficinas centrales: Pittsburg, USA

Web: www.ppg.com

Línea de productos: pinturas, recubrimientos y tintas arquitectónicas y decorativas, recubrimientos industriales, para automoción y de empaquetado

Adquisiciones recientes: Crown Coating Industries

Nuevos productos: Ha lanzado diversos productos incluyendo la pintura de interior "Manor Hall Timeless super premium", donde la suciedad se elimina fácilmente. Además cumple con las reglamentaciones medioambientales en cuanto a olor y VOCs. PPG está desarrollando productos basados en nanotecnología, incluyendo el acabado para automóviles "CeramiClear", que proporciona resistencia al rayado mientras mantiene el brillo durante el ciclo de vida del vehículo.

DUPONT

Ventas: 3024 billones €

Oficinas centrales: Wilmington, DE, USA

Web: www.performancecoating.dupont.com

Línea de productos: recubrimientos de automoción, acabados de automoción e industriales

Adquisiciones recientes: Powder Coatings de México, Standox-Max

Nuevos productos: Los acabados 1052R y 1056R que permiten mejorar la productividad en planta mediante un secado más rápido y con mayor capacidad de llenado.

BASF COATINGS

Ventas: 2171 billones €

Oficinas centrales: Münster, Alemania

Web: www.basf-coatings.com

Línea de productos: recubrimientos y acabados para automoción, recubrimientos industriales y pinturas decorativas

Adquisiciones recientes: Rhenania Coatings GMBH, BASF Akzo Nobel, BASF NOF Coatings

Nuevos productos: Entre los nuevos productos se encuentran diversos acabados con propiedades mejoradas. También han lanzado al mercado una imprimación UV que reduce el consumo de energía de una carrocería en aproximadamente el 80%. Akzo Nobel a lanzado un recubrimiento aeroespacial en forma de aerosol de dos componentes para realizar reparaciones invisibles.

VALSPAR

Ventas: 2170 billones €

Oficinas centrales: Minneapolis, MN, USA

Web: www.valspar.com

Línea de productos: pinturas y recubrimientos decorativos, protectores e industriales, recubrimientos para el envasado y para la automoción

Adquisiciones recientes: Corus Packaging Plus, Samuel Cabot Inc.

Nuevos productos: Recubrimientos para el cemento profesionales "Quikrete". Cabe destacar el recubrimiento higiénico "Flowfresh" de poliuretano para suelos con alta resistencia al impacto, abrasión y a agentes químicos, y comportamiento antimicrobiano.

RPM

Ventas: 2045 billones €

Oficinas centrales: Medina, OH, USA

Web: www.rpminc.com

Línea de productos: Recubrimientos industriales y para consumo

Adquisiciones recientes: Illbruck Sealant Systems, Tamms Industries, una línea de Custom Building Products

SIGMAKALON

Ventas: 1772 billones €

Oficinas centrales: Uithoorn, Holanda

Web: www.sigmakalon.com

Línea de productos: Recubrimientos industriales, marinos, decorativos y protectores

Adquisiciones recientes: D&M Coatings, B&K Coatings

Nuevos productos: LTA (Lipophobic Technology in Acrylics) se incorporó a la gama Sigma S2U Nova y presenta una tecnología con alta resistencia a las manchas y los productos de limpieza. También se lanzó la laca mate en base agua "Seigneurie Premier Mat" que cumple con las normativa relativa a los VOCs. La compañía también introdujo el tratamiento "Shed and Fence treatment" que está formulado para ser repelente al agua y resistente a la decoloración.

2.7. DESARROLLOS COMERCIALES DE LAS MAYORES COMPAÑÍAS DE TINTAS A NIVEL MUNDIAL

En este apartado se especificarán los últimos avances y productos comercializados en 2005 por los mayores fabricantes del sector de las tintas.

DAINIPPON INK & CHEMICALS (INCLUYENDO SUN CHEMICAL CORPORATION)

Ventas: 3,58 billones € en artes gráficas incluyendo Sun Chemical que corresponde aproximadamente a 3 billones de €. Ventas totales: 6,61 billones €

Oficinas centrales: Tokio, Japón

Web: www.dic.co.jp y www.sunchemical.com

Línea de productos: tintas flexográficas y corrugadas para embalaje, tintas de curado UV, tintas para pantallas, toner, materiales para chorro de tinta, tintas para efectos especiales, colorantes para tintas, etc.

Nuevos productos: En Japón DIC ha lanzado nuevas tintas en base acuosa y tintas de secado más rápido y resistentes a al rayado. También ha comercializado una tinta de curado UV y otra tinta para offset que contiene 20% de aceite de soja haciéndola más amigable con el medio ambiente. SunChemical ha lanzado "Solarcat", una tinta catiónica UV flexográfica y "Liberty", una tinta libre de COVs.

FLINT GROUP

Ventas: 2,1 billones €

Oficinas centrales: Ann Arbor, USA

Web: www.flintgrp.com

Línea de productos: tintas flexográficas, para fotograbado, offset, UV/EB, chorro de tinta, colorantes y aditivos, etc.

Adquisiciones recientes: XSYS Print Solutions y Jetrion LLC

Nuevos productos: en el último año ha lanzado diversas tintas nuevas entre las que destacan las tintas UV para el etiquetado de cosméticos y para chorro de tinta en color. Próximamente lanzará una nueva tinta flexográfica en base acuosa y estable al prensado para el sector del etiquetado

SIEGWERK GROUP INTERNATIONAL

Ventas: 880 millones €

Oficinas centrales: Siegburg, Alemania

Web: www.siegwerk-group.com

Línea de productos: Tintas en base solvente, base acuosa, fotocurables y especiales para aplicaciones flexográficas, fotograbado e imprimación offset

Adquisiciones recientes: División de tintas para el embalaje de SICPA, SAMO, ASA Color

TOYO INK MFG.

Ventas: 830 millones € en tintas de impresión y artes gráficas. Ventas totales: 1,55 billones de €

Oficinas centrales: Tokio, Japón

Web: www.toyoink.co.jp

Línea de productos: tintas en base acuosa y solvente flexográficas, para fotograbado, termofijación y para chorro de tinta, tintas offset fotocurables convencionales y sin agua, toners, etc.

Nuevos productos: En los últimos tiempos Toyo se está centrando en la mejora del color de las tintas. En el 2006 lanzó "Kaleido" que mejora la gama de colores actual de las tintas utilizando los equipos habituales.

SAKATA INX CORP.

Ventas: 680 millones € en tintas de impresión y artes gráficas. Ventas totales: 737 millones €

Oficinas centrales: Osaka, Japón

Web: www.inx.co.jp

Línea de productos: Tintas para offset, termofijación, fotograbado, flexográficas, tintas para decoración de metal, tintas para impresoras de chorro de tinta y toners.

Adquisiciones recientes: Triangle Digital

Nuevos productos: Los últimos productos lanzados han sido dos tintas "Ecopure" offset, una tinta para periódicos y tintas biodegradables para aplicaciones en base acuosa y base solvente.

HUBER GROUP

Ventas: 675 millones €

Oficinas centrales: Kirchheim Heimstetten, Alemania

Web: www.mhm.de

Línea de productos: Tintas offset para termofijación, tintas de fotograbado, flexográficas en base acuosa y solvente, tintas UV y de seguridad y toners

Adquisiciones recientes: Micro Inks

Nuevos productos: Los últimos desarrollos cuentan con la línea de producto "MGA", tinta que no migra para el envasado de alimentos, "HICOS" para la imprimación de alta densidad, "Gecko" una nueva tinta líquida para múltiples aplicaciones, y la serie "Rapid A more" que combina un elevado brillo de alta calidad con propiedades de secado rápido.

2.8. SITUACIÓN ESPAÑOLA

A pesar del gran número de PYMEs, el sector está dominado por los avances promovidos por las grandes compañías ubicadas en el país como *Akzo Nobel*, *Barpimo*, *Basf*, *PPG Ibérica*, *Coatex*, *Alp* ó *Industrias Titán*. Estos avances marcan las líneas tecnológicas del sector y las industrias pequeñas deben adecuarse rápidamente a los cambios para poder seguir siendo competitivas en el mercado. Esto requiere un gran esfuerzo por parte de las PYMEs porque significa realizar una constante I+D+i.

Prácticamente todas las empresas españolas del sector cuentan con el certificado de calidad UNE-EN ISO 9001:2000 sobre el aseguramiento de la calidad en el diseño, la producción, la instalación y el servicio postventa. Asimismo, muchas de estas empresas poseen o se encuentran en fase de desarrollo para obtener la certificación medioambiental UNE-EN ISO 14001. En algunos casos, algunos productos poseen la etiqueta ecológica “Ecolabel” que designa al producto como ecológico. A nivel europeo, más de 300 productos poseen la etiqueta ecológica europea dentro de la categoría “pinturas y barnices de interior”, de los cuales 32 son españoles.

La mayoría de las empresas cuentan con un laboratorio de I+D+i donde analizan la pintura en todas las fases de la formulación:

- Control de materias primas
- Formulación de pinturas
- Producción de pinturas
- Temas medioambientales
- Solución de problemas

El sector químico aglutinó el 26,6% y el 14,23% de los gastos que realizó la industria en España en I+D en el 2003 y 2004, respectivamente. En 2004, y según el INE, se alcanzó la cifra de 692.485 miles de euros, que corresponde al 14,23% del total de los gastos realizados en I+D. Aproximadamente el 70% de la inversión fue realizada por el sector farmacéutico. En la tabla 6 se comparan algunos indicadores tecnológicos de la industria de los productos químicos, que engloba al sector de las pinturas y tintas de imprimir junto con los de la industria farmacéutica, que es el sector más innovador de la industria química.

Tabla 6. Comparación de indicadores tecnológicos en el sector químico (fuente: INE)

		Prod. Químicos	Ind Farmacéutica	Total industria química
Empresas con actividades innovadoras	Total	709	170	879
	I+D interna	556	144	700
	I+D externa	226	114	340
% de empresas que realizan I+D	Sobre el total	36,53	53,98	39,12
	Sobre el total de empresas con actividades innovadoras	78,46	84,50	79,63
Gastos en actividades innovadoras	Total (miles de euros)	750.419	365.157	1.115.576
	I+D interna y externa (%)	56,74	63,55	61,32
	Otras actividades (%)	43,26	36,45	38,68
Intensidad de innovación (gastos act. innovadoras/cifra de negocios)x100		1,22	4,83	2,45
Empresas EIN		840	178	1018
Porcentaje de EIN sobre el total de empresas		55,12	66,97	56,88
Empresas EIN que han solicitado patentes (periodo 2002-2004)		150	68	218
% de empresas que consideran de gran importancia las siguientes fuentes	Internas	32,77	42,97	34,29
	Mercado	26,71	30,51	27,27
	Fuentes institucionales (universidades, CCTT)	5,40	19,72	7,53
	Otras (ferias, publicaciones, asociaciones, etc)	9,74	18,53	11,05
% empresas que consideran que la actividad innovadora ha tenido gran importancia sobre	Los productos	59,85	65,42	60,82
	Los procesos	39,43	36,18	38,86
	Otros (menor impacto medioambiental, normativa, etc)	39,85	38,56	39,62
% empresas que consideran de elevada importancia los siguientes factores en la dificultad de innovación	coste	47,48	38,76	46,18
	conocimiento	31,56	12,12	28,66
	mercado	40,60	29,35	38,93
	No es necesario innovar	12,03	7,26	11,32

La industria farmacéutica es uno de los campos más avanzados tecnológicamente y está entre los que más recursos económicos y humanos invierte en I+D. Aunque en el sector de productos químicos hay muchas más empresas englobadas y haya más empresas donde se realicen actividades de investigación e innovadoras, el porcentaje de empresas donde se realiza I+D respecto del total es mucho menor y se invierte la mitad que en la industria farmacéutica. Esto da lugar a que la intensidad de innovación sea casi 4 veces menor. Para que las empresas del sector de los productos químicos, y por tanto las del sector de pinturas y tintas de imprimir, incrementen su capacidad innovadora deben seguir los pasos del sector farmacéutico. Para ello, deben comenzar valorando y empleando en mayor medida el conocimiento proveniente de la propia industria y asociaciones del sector, de organismos institucionales como las universidades, centros tecnológicos y organismos públicos, y las ferias, congresos, revistas, etc. Existen también otros handicaps que dificultan la innovación en las empresas como son el coste de I+D, el conocimiento para el desarrollo o la competencia y la dificultad de introducir nuevos productos en el mercado.

Las PYMEs del sector de las pinturas y tintas de imprimir en muchos casos no pueden hacer frente a los gastos procedentes de la investigación requerida para poder competir con las multinacionales, y necesitan financiación y socios tecnológicos que apoyen sus investigaciones. Por ello, además de continuar realizando I+D interna en las propias instalaciones, es necesario la asociación de las empresas con instituciones y centros que tengan conocimiento de las últimas tendencias e innovaciones del sector para promover proyectos de alto conocimiento científico-tecnológico. La financiación de estos proyectos debe provenir tanto de la propia empresa como de la administración pública.

Los organismos oficiales como el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio o el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) promueven la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas. En el año 2005, el CDTI aprobó y financió 800 proyectos de investigación, de los cuales 22 fueron sobre recubrimientos. Estos proyectos muestran las líneas tecnológicas en las que se están trabajando actualmente las empresas españolas del sector. La tabla 7 resume las líneas de innovación de dichos proyectos.

Tabla 7. Líneas de innovación de los proyectos aprobados por el CDTI en 2005

Desarrollo de pinturas en base agua
Eliminación del cromo VI
Pinturas antiincrustantes
Nanopartículas
Barnices ignífugos
Reducción de VOCs
Desarrollo de nuevas pinturas, barnices y tintas para aplicaciones específicas
Nuevos procesos de aplicación

2.9. CUADRO COMPARATIVO

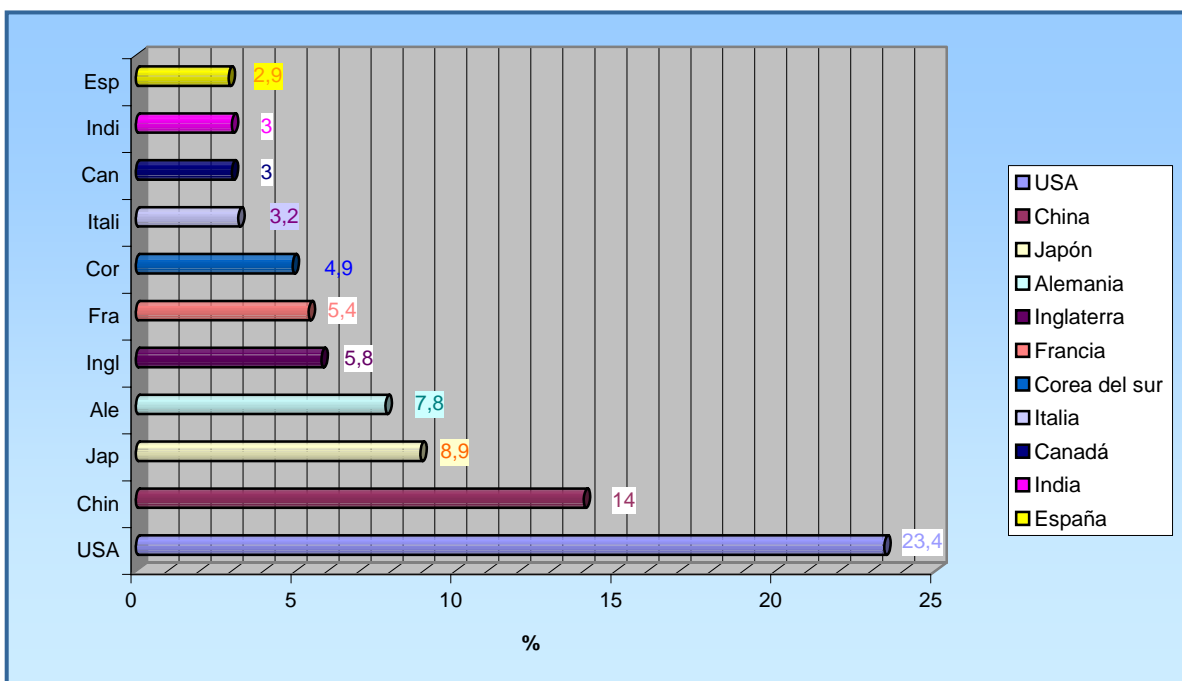
2.9.1. PATENTES

En 2005 se publicaron en España 4879 patentes, de las cuales 23 correspondían al sector de pinturas, barnices y tintas. En el 2006 (hasta septiembre) se publicaron 22 patentes. La mayoría de estas patentes se refieren a proceso y no a producto. Ese mismo año se registraron en todo el mundo 6.559 patentes sobre el sector.

2.9.2. PUBLICACIONES

La información contenida en este apartado se ha recogido del “web of knowledge”. Esta página es de uso público a la comunidad científica e investigadora española a través del FECYT en la dirección <http://www.accesowok.fecyt.es>. En el 2005 se publicaron 11.269 artículos especializados en el sector. En el gráfico 10 se presenta un ranking de los países que más publicaron ese año.

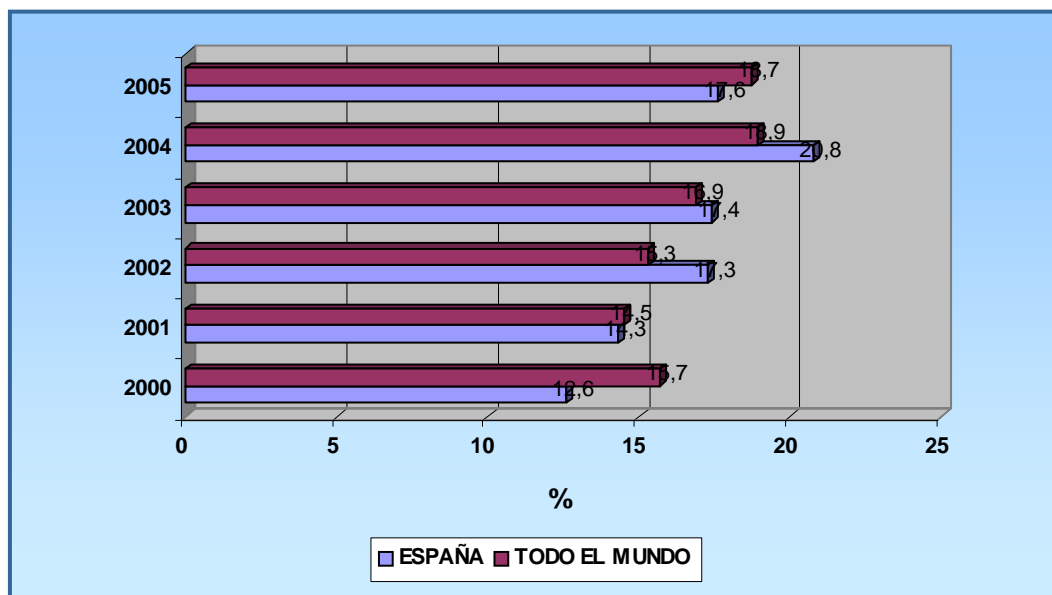
Gráfico 10. Ranking de países con más publicaciones sobre el sector en el 2005.
Fuente: web of knowledge



En el periodo 2000-2005, España aparecía a nivel mundial en noveno lugar en cuanto a nivel de publicaciones con 1663 publicaciones frente a un total de 52.918, sin embargo, en 2005 su posición baja hasta el undécimo lugar como consecuencia del menor número de publicaciones en comparación con años anteriores. Tal como se observa en el gráfico 11, que muestra la distribución del número de publicaciones en los últimos cinco años, la mayor densidad de publicaciones se produjo en el 2004. Sin

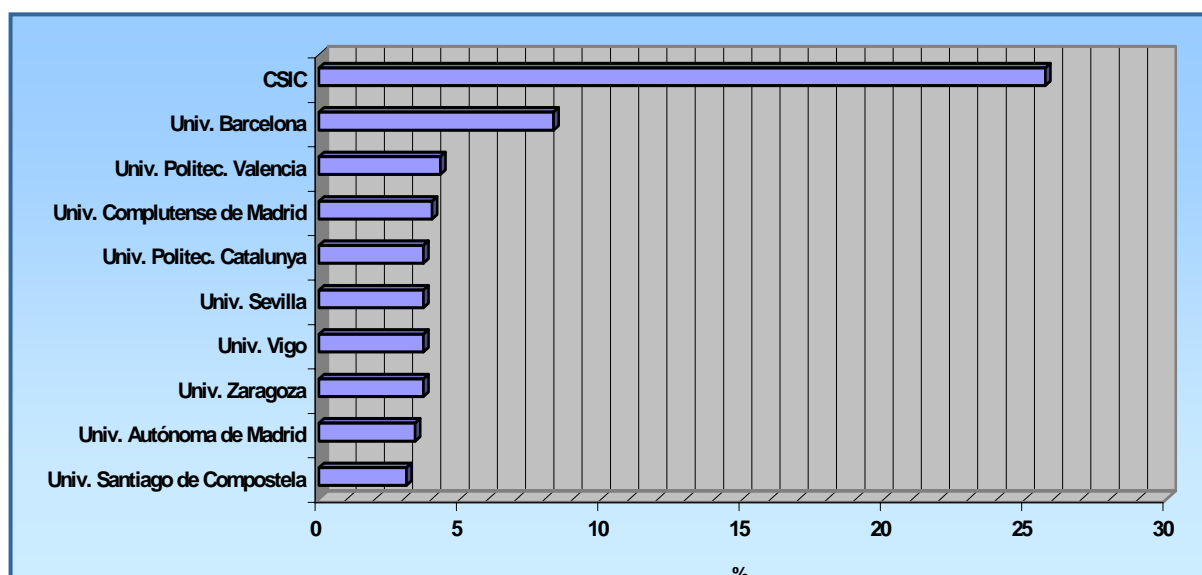
embargo, los resultados para España en ese periodo de tiempo son comparables a los globales para todo el mundo.

Gráfico 11. Distribución de las publicaciones en los últimos años. Fuente: web of knowledge



Las publicaciones españolas provienen en su mayoría de instituciones universitarias. En 2005 los centros que más publicaron sobre el sector de pinturas, barnices y tintas fueron los recogidos en el gráfico 12.

Gráfico 12. Instituciones españolas con mayor número de publicaciones en 2005. Fuente: web of knowledge



Respecto a las revistas científicas más relevantes, en la tabla 8 se comparan las revistas que han tenido mayor impacto en el sector de recubrimientos y tintas en el 2005 a nivel español y mundial. Se observa que en los primeros puestos se encuentran prácticamente las mismas revistas en ambos casos, lo que indica que el nivel tecnológico de las publicaciones españolas es similar al de otros países con mayor impacto en el sector. Asimismo, cabe destacar la presencia de dos revistas nacionales entre las más relevantes.

Tabla 8. Revistas científicas más relevantes en el 2005 ordenadas por número de publicación. Fuente: web of knowledge

ESPAÑA		TODO EL MUNDO	
REVISTA	FACTOR IMPACTO	REVISTA	FACTOR IMPACTO
Surface & coating technology	1,646	Surface & coating technology	1,646
Thin solid films	1,569	Thin solid films	1,569
Progress in organic coatings	1,535	Applied surface science	1,263
Applied surface science	1,263	ACS	0,566
Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio	0,684	Progress in organic coatings	1,535
Revista de metalurgia	0,414	Wear	1,404
Analytical and bioanalytical chemistry	2,695	Biomaterials	4,698

2.9.3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En el apartado 2.6 se muestra que las líneas tecnológicas de los proyectos que están llevando a cabo las industrias españolas del sector se centran básicamente en el uso de tecnologías limpias, mejora de propiedades específicas de producto y nuevos procesos de aplicación, en buen acuerdo con las líneas tecnológicas actualmente en curso mostradas en el apartado 2.2.

Sin embargo, no son todas las empresas las que están invirtiendo en mejoras de características de producto y mejora medioambiental. Muchas de ellas, y como consecuencia del incremento de precio de las materias primas y la energía, se centran más en el precio del producto, sin realizar las inversiones necesarias para adecuarse a los nuevos tiempos. Si las empresas de pinturas y tintas no son tecnológicamente avanzadas, no podrán competir y continuará la tónica que se ha venido observando los últimos años en cuanto a la disminución del número de empresas en el sector. Para las empresas que de cara al futuro quieran estar en el mercado, aspiren a ser rentables y no quieran estar peleando en las zonas bajas de precio, es fundamental realizar I+D+i tanto en sus propias instalaciones como mediante colaboraciones con centros, institutos, universidades y otras empresas para sacar al mercado anualmente nuevos productos.

Las novedades que las compañías españolas han sacado al mercado se centran principalmente en formulaciones con menos VOCs y mayor gama de colores. Las empresas españolas más importantes del sector están apostando por comercializar productos hidrosolubles o de altos sólidos para su uso en esmaltes interiores y exteriores, pinturas antifouling, barnices y lésures para la madera, tintes o productos para la construcción.

Las jornadas, ferias y congresos que se celebran en España sobre el sector de las pinturas, barnices y tintas centran sus trabajos y conferencias en los siguientes temas:

- Nuevos aditivos para mejorar las propiedades de las pinturas: sílices para mejorar la resistencia al rayado, aditivos repelentes al agua, aditivos especiales para formulaciones bajas en COVs
- Nuevos desarrollos y tendencias de las pinturas en base acuosa: pinturas de exterior y suelos, impermeabilización, esmaltes, barnices
- Adecuación medioambiental: poliuretanos sin NMP, resinas para formular pastas pigmentadas, eliminación de TBT, curado UV para sustratos termosensibles
- Nuevas aplicaciones: pinturas de silicato para rehabilitación de fachadas
- Mejora de propiedades: pinturas ignífugas, uso de nanopartículas y sistemas core-shell y sol-gel

Las ferias y salones internacionales más relevantes sobre la materia que han tenido lugar en el 2006 se resumen en la tabla 9. Los eventos que han tenido lugar en España vienen coloreados y en cursiva. Se observa que los cursos y jornadas técnicas organizadas en España y los laboratorios de referencia recogidos por ASEFAPI (AIDIMA, AIDO, APPLUS, CIDEMCO, INTA y OTEC), se centran básicamente en cursos generales, alternativas bajas en COVs y el color, coincidiendo así con la temática clave actual de las empresas del sector en España y el resto del mundo.

Tabla 9. Calendario de ferias y congresos internacionales sobre recubrimientos y tintas en el 2006

FECHA	EVENTO	TEMA	LUGAR
Febrero	Encuentro técnico	Recubrimientos para carpintería industrial basados en polímeros exclusivos en base acuosa	Azpeitia (Guipúzcoa)
Febrero	Curso	Producción de pinturas, tintes y barnices	Barcelona
Marzo	Corrosion/Nacexpo 2006	Control y prevención de la corrosión	San Diego (EE.UU.)
Marzo	Pittcon 2006	Industria química	Orlando (EE.UU.)
Marzo	Interlakokraska	Recubrimientos y pinturas	Moscú (Rusia)
Marzo	Conferencia Internacional	High performnace fillers 2006	Colonia (Alemania)
Marzo	European Coatings conference	Polyurethanes for high performance coatings IV	Berlín (Alemania)
Marzo	Sits 2006	Recubrimientos y tratamientos de superficie	París (Francia)
Marzo	Curso	Pinturas y recubrimientos de interior y exterior	Azpeitia (Guipúzcoa)
Marzo	Curso	Formulación de pinturas y barnices	Barcelona
Abril	Expo Coating 2006	Coatings and surface treatment	Moscú (Rusia)
Abril	Conferencia internacional	Color pigments 2006: a global perspective	Chicago (EE.UU.)
Abril	Electrocoat 2006		Orlando (EE.UU.)
Abril	e/2006	Tecnología UV/EB	Chicago (EE.UU.)
Abril	Congreso anual	Asociación Europea de Tintas de Imprenta (EuPIA)	Atenas (Grecia)
Abril	Curso	Gestión de flujos de color en artes gráficas	Paterna (Valencia)
Mayo	ICMCTF 2006	Recubrimientos metalúrgicos y película de bajo espesor	San Diego (EE.UU.)
Mayo	Congreso	Colour and Appearance of Paint	Copenhague (Dinamarca)
Mayo	Forum de la Connaissance 2006	Coatings for plastics	París (Francia)
Mayo	European Coatings conference	Smart coatings V	Berlín (Alemania)
Mayo	Achema 2006	Ingeniería química, protección medioambiental y biotecnología	Frankfurt/Main (Alemania)
Mayo	Galvánica 2006	Tecnologías de galvanización y acabados de superficie	Stuttgart (Alemania)
Mayo	Curso	Formulación de tintes para el acabado industrial de la madera	Azpeitia (Guipúzcoa)
Mayo	Boya/Paint 2006	Pinturas, barnices, tintas y productos auxiliares	Estambul (Turquía)
Mayo	SK	Pavimentos y revestimientos cerámicos	Lisboa (Portugal)
Junio	Corrosion 2006	Corrosión y protección de la corrosión	Lviv (Ucrania)
Junio	Intergalva 2006	Galvanización	Nápoles (Italia)
Junio	The radcure coatings and	Cost & performance	Manchester (Reino Unido)

	inks conference		Unido)
Junio	Asia pacific coatings show 2006		Kuala Lumpur (Malasia)
Junio	Aix2006	Protección catódica y revestimientos asociados	Aix-en Provence (Francia)
Junio	Fatippec 2006	Pintura y recubrimientos	Budapest (Hungría)
Junio	Surfex 2006	Técnicas de tratamiento de superficies	Manchester (Reino unido)
Junio	Cosi 2006	Ciencia y tecnologías de los recubrimientos	Noordwijk (Holanda)
<i>Julio</i>	<i>Jornada técnica</i>	<i>Aplicación de pintura en polvo para madera</i>	<i>Paterna (Valencia)</i>
Agosto	Congreso	Asociación internacional de electroquímica (ISE)	Edimburgo (Reino Unido)
Septiembre	North african coatings congress 2006		Casablanca (Marruecos)
Septiembre	Congreso internacional	Iron oxides for colorant & chemical applications	Shanghai (China)
Septiembre	Feica Conference 2006	Adhesivos	Noordwijk aan Zee (Holanda)
Septiembre	European coatings conference	Fire retardant coatings	Berlín (Alemania)
<i>Septiembre</i>	<i>Jornada técnica</i>	<i>Secado de productos al agua sobre soportes tridimensionales mediante el Sistema de Microondas Seleccionadas MOS</i>	<i>Paterna (Valencia)</i>
Septiembre	Powder coatings 2006	Recubrimiento en polvo	Indianápolis (EE.UU.)
Septiembre	Eurocorr 2006	Corrosión	Maastricht (Holanda)
<i>Octubre</i>	<i>Eurocoat 2006</i>	<i>Pinturas, pigmentos, barnices, tintas de imprimir, colas y adhesivos</i>	<i>Barcelona</i>
Octubre	conferencia	Green solvents for processes	Friedrichshafen (Alemania)
Octubre	OFT	Pintura y recubrimientos en polvo	Sinsheim (Alemania)
<i>Octubre</i>	<i>Curso</i>	<i>Ensayos colorimétricos en la industria</i>	<i>Paterna (Valencia)</i>
Octubre	Latin American coatings congress 2006		Caracas (Venezuela)
Octubre	Woodcoatings congress		Praga (Rep. Checa)
Octubre	Addcon 2006	Aditivos	Colonia (Alemania)
Noviembre	Chinacoat 2006	Recubrimientos, tintas de imprimir y adhesivos	Guangzhou (China)
Noviembre	SFChina 2006	Industria de los acabados de superficie	Gangzhou (China)
Noviembre	European coatings conference	Parquet coatings IV	Berlín (Alemania)
Noviembre	Chinaadhesive 2006	Sellantes y adhesivos	Guangzhou (China)
Noviembre	European coatings conference	Polymeric nanostructures	Berlín (Alemania)
Noviembre	Central european coatings show 2006		Varsovia (Polonia)
Noviembre	European coatings conference	The power of ink-jet materials IV	Berlin (Alemania)

Los laboratorios de referencia antes mencionados también trabajan activamente en proyectos de I+D en el área de recubrimientos y tintas. Las temáticas se centran en tecnologías limpias como la eliminación de sustancias contaminantes, sistemas acuosos y fotopolimerizables, desarrollo de recubrimientos con propiedades mejoradas (anticorrosivos, ignífugos, etc.) y recubrimientos para aplicaciones especiales. En estos proyectos de investigación se trabaja con la tecnología más puntera mediante la aplicación de los últimos avances tecnológicos recogidos en el punto 2.4 para el desarrollo de formulaciones mejoradas. Sin embargo, la participación de las empresas en estos proyectos es limitada y como se ha mostrado en la tabla 6 del punto 2.6, los proyectos propios de las empresas se dirigen más al empleo de las líneas tecnológicas en curso para adecuarse a la legislación, que ha desarrollar productos únicos con las tecnologías más avanzadas.

3. ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS TECNOLÓGICAS EMERGENTES

3.1. SITUACIÓN INTERNACIONAL

Según una encuesta realizada por specialchem, las líneas tecnológicas prioritarias para el desarrollo empresarial son el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para adecuarse a la normativa sobre COVs y la mejora de las tecnologías actuales. En un segundo nivel de importancia para las empresas se encuentran el desarrollo de nuevas resinas y la adaptación de nuevas tecnologías de aplicación, indicando que muchas empresas ya han adoptado las medidas necesarias para ir adaptándose a las nuevas normativas.

Según las pautas actuales, la línea tecnológica prioritaria más inminente es el impulso del uso de curados alternativos. A medio plazo se encuentran otras líneas como la nanotecnología y el sol-gel.

3.1.1. TECNOLOGÍAS DE CURADO ALTERNATIVO

En cuanto a las tecnologías de curado alternativo, a pesar de ser el segmento de mercado que más rápido ha crecido, pocas empresas están implantando actualmente estos sistemas en sus instalaciones, sin embargo prestan atención especial a este tema, lo que indica que las empresas adoptarán esta tecnología a corto-medio plazo. Entre las tecnologías de curado alternativo, el principal interés se centra en el curado por radiación.

El curado por radiación emplea una haz de electrones (EB) o luz ultravioleta (UV) para polimerizar un recubrimiento reactivo y normalmente libre de disolventes convencionales. La tecnología UV o EB mejora la productividad de las líneas de trabajo como consecuencia de que el mecanismo de curado es mucho más rápido que los sistemas convencionales en base solvente o acuosa. Además es una tecnología respetuosa con el medioambiente porque no produce emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV's) y a su vez reduce los posibles problemas de inflamabilidad de los productos. Otras líneas de trabajo dentro de este tipo de curado son los sistemas en base acuosa o con 100% de sólidos. En este último caso también se favorece una reducción de costes porque el consumo de energía en el proceso es menor.

Muchos de estos productos también presentan mejoras en ciertas propiedades como son dureza, brillo, mejor adhesión y mejor resistencia química y al rayado. Entre sus desventajas se puede citar que algunas formulaciones se encuentran químicamente limitadas porque el oxígeno actúa como inhibidor de curado y por el hecho de que algunas materias primas son irritantes.

Uno de los puntos de desarrollo en auge es el recubrimiento de sustratos con formas complejas (no planos) y/o sistemas de elevado espesor así como los recubrimientos pigmentados que por su opacidad dificultan el paso de la radiación ultravioleta para que se produzca el curado del sistema. Hoy en día esos problemas están siendo solventados de modo paulatino gracias a nuevos desarrollos.

Todas estas ventajas están llevando a parte de empresas de mercados maduros a cambiar los recubrimientos tradicionales por los de curado por radiación. Además la posibilidad de aplicar estos recubrimientos a sustratos termosensibles como la madera o los plásticos, está abriendo nuevos horizontes en nuevos mercados. Los mercados donde los recubrimientos de curado por radiación están encontrando un mayor éxito comercial son los siguientes:

- Artes gráficas y tintas
- Recubrimientos para madera
- Automoción
- Plásticos
- Recubrimientos barrera para alimentación
- Recubrimiento de metal
- Recubrimientos ópticos
- Electricidad y electrónica

Según un estudio de Kusumgar, Nerlfi & Gowney, el consumo global de productos de curado por radiación fue de 270.000 toneladas en el 2005, con un valor de 2,1 billones de euros. Se prevé un aumento del 6% anual hasta 2010. Norte América y Europa, seguidos de Asia, son las regiones donde más se consumen estos productos, con la previsión de que Asia lidere el ranking en el 2010. Los recubrimientos consumen el 75% de los productos, las tintas el 20%, y los adhesivos el 5% restante.

Para adecuarse a las exigencias de un mercado cada vez con mayores posibilidades, los suministradores están introduciendo nuevos productos para los formuladores de recubrimientos UV y EB. Grandes compañías como *Noveon*, *Cytec Surface Specialties*, *BASF*, *Cray Valley*, *Clariant*, *Ciba Specialty Chemicals*, *Cytec* o *Sartomer Company* entre otras están comercializando nuevos aditivos, fotoiniciadores, resinas, monómeros y oligómeros que mejoran las prestaciones del producto y la productividad de la línea.

A pesar de las múltiples ventajas de estos sistemas, el proceso de adaptación de este sistema se encuentra ralentizado por la inversión de capital que requiere el equipamiento para el curado del sistema a nivel industrial y el precio de ciertos materiales. Sin embargo, cada vez son más las compañías que están adoptándolo, por ello, los proveedores de equipamiento se están centrando en el desarrollo de equipos más limpios y eficientes, con fuentes más duraderas y que mejoren el curado de partes 3D.

La tecnología de curado por radiación está bien consolidada en el campo de los recubrimientos transparentes. Uno de los mayores retos ha sido el curado UV de los recubrimientos pigmentados en este caso se destacan dos vías de actuación posibles:

3.1.1.1. MONOCURADO UV

Es necesario encontrar pigmentos que absorban la radiación visible (400-700 nm) para proporcionar un buen poder cubriente, pero que sean transparentes a los rayos UV para iniciar la polimerización en el fondo de la película. De esta manera se pueden formular recubrimientos blancos pigmentados con dióxido de titanio en su forma anatasa. Desgraciadamente la mayoría de los pigmentos coloreados no muestran la transparencia deseada en la zona UV.

3.1.1.2. DOBLE CURADO UV

Se trata de combinar la tecnología de curado UV con otro mecanismo de curado. En particular, la formulación de sistemas de doble curado donde la polimerización por radicales fotoiniciada (con UV) se combina con una reacción de poliadición (con temperatura) ofrece una solución. Se trata de combinar ésteres acrílicos que tengan grupos hidroxilo con poliisocianatos, donde el curado UV lleva a un curado muy rápido de la superficie mientras que la reacción entre los grupos hidroxilo y el poliisocianato lleva a una reticulación más lenta y prolongada para obtener una película sólida en el fondo. Los sistemas pueden ser de 1 o 2 componentes. Este sistema de curado no solo es válido para sistemas pigmentados, también facilita el curado en piezas complejas y de gran tamaño como las carrocerías de los automóviles fabricados por SMC.

Otra variedad del doble curado base agua es el empleo de poliisocianatos hidrodispersables. Existen diversos estudios que indican que estas sustancias incrementan significativamente el nivel de propiedades de los recubrimientos acuosos. El isocianato hidrodispersable forma una cadena independiente reaccionando con la humedad. Así, tanto la resistencia química y mecánica como la adherencia pueden mejorarse.

Las grandes compañías como *Basf*, *Cytec Surface Specialities* o *Cray Valley* están presentando en el mercado cada vez más resinas para emplear en el doble curado UV.

3.1.2. NANOTECNOLOGÍA

La comercialización de la nanotecnología continúa a velocidad vertiginosa en todo el mundo. En el 2005 se vendieron productos que contenían nanotecnología por un valor de 26 billones de euros, el doble que en el 2004, el gasto en I+D global ascendió a 7,4 billones de euros, y la mención a la nanotecnología en las publicaciones más relevantes fue del 40% hasta un total de 18.039 citas. Según The Nanotech Report, en 2014 el valor de los productos que incluyan nanotecnología ascenderá a 2 trillones de euros, es decir, el 15% del total de productos.

La fabricación y las aplicaciones de materiales como composites y recubrimientos son los sectores que están sufriendo un mayor lanzamiento de productos nanotecnológicos, pero están mostrando plazos más largos para su difusión. La electrónica y aplicaciones como chips de memoria y displays se lanzan a continuación, con una rápida difusión. Finalmente, se desarrollarán productos para la salud y las ciencias de la vida como aparatos médicos nanoestructurados y nanoterapéuticos con tiempo de mercado más largos por las regulaciones específicas del sector.

Instituciones como la NASA o NSF (National Science Foundation) consideran la nanotecnología como el sector estratégico número 1. Según un informe de tendencias de Deloitte, la nanotecnología será la base de toda la industria de productos manufacturados.

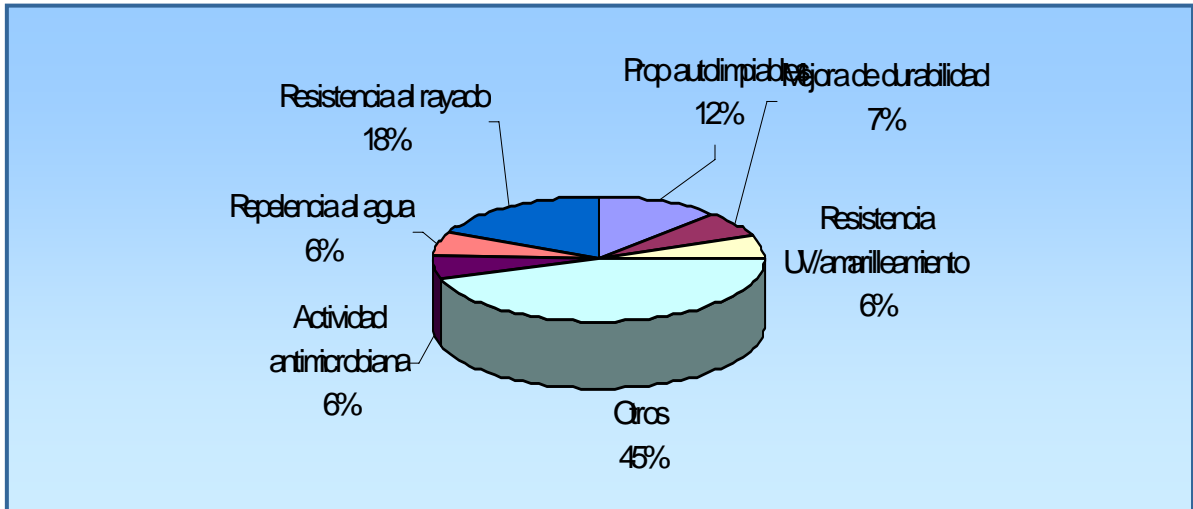
Estados Unidos lidera el campo de la Nanociencia a través de numerosos centros de investigación ligados a las principales universidades y empresas de nanotecnología. El gobierno de los Estados Unidos ha presentado recientemente una actualización del Plan Estratégico para el desarrollo de la Nanotecnología para los próximos 5-10 años. Australia, Japón, Corea del Sur, la India, China e Israel son algunos países que apuestan abierta y estratégicamente por el desarrollo de la nanotecnología a través de planes e inversiones destinadas a la investigación y desarrollo.

La Unión Europea ha establecido la nanotecnología como una línea prioritaria en el VI Programa Marco y vuelve a estar presente en el VII. No obstante, ni la apuesta de la Unión Europea ni la de sus estados miembros está acorde con el su peso económico. Así por ejemplo, Francia incrementará su apoyo a la financiación de las nanociencias y las nanotecnologías de 30 a 70 millones de euros a lo largo de los tres próximos años. Otros países están haciendo un esfuerzo importante al respecto.

En el sector de los recubrimientos la nanotecnología ofrece multitud de beneficios, tal y como se detalla a continuación. El gráfico 13 muestra las razones principales de los formuladores de pinturas para invertir en nanotecnología.

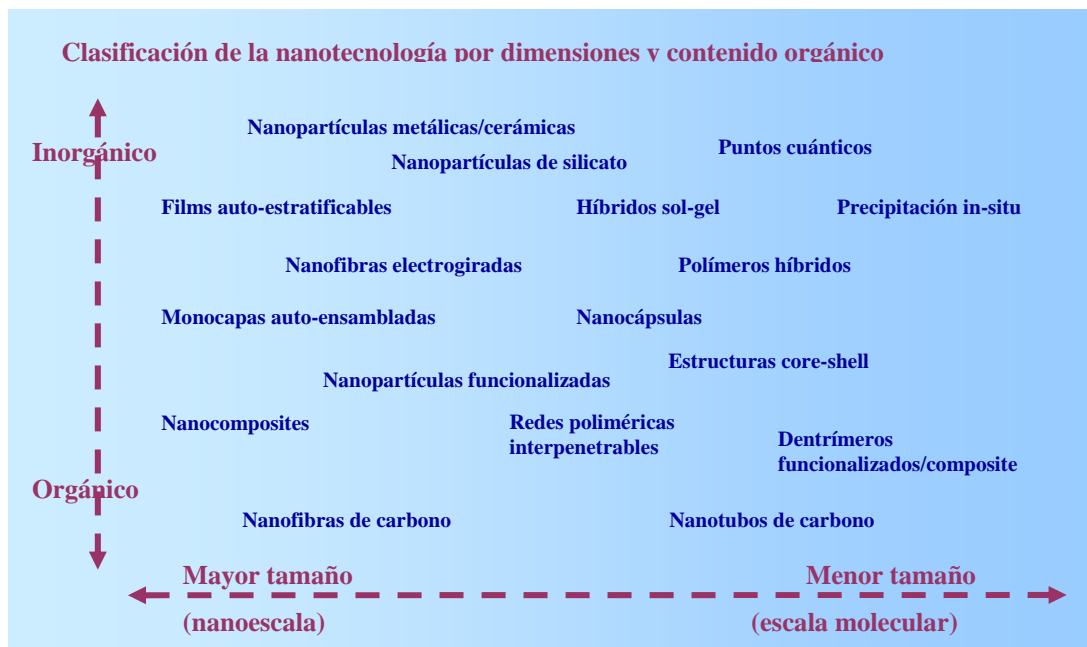
- Mejorar la estabilidad térmica y la resistencia al fuego
- Posibilidad de obtener comportamientos similares con menor espesor de film
- Mejorar la resistencia mecánica, química y a la luz UV
- Mejorar las propiedades barrera
- Aumentar la conductividad eléctrica junto con mayor transparencia
- Mejorar la claridad óptica
- Sustituir productos dañinos por materiales más inertes
- Mejorar las propiedades anticorrosivas mediante la mejora de la resistencia al agua y a los iones
- Desarrollo de recubrimientos inteligentes que respondan a cambios en el medio
- Mejora de las propiedades en general

Gráfico 13. Razones de los formuladores de pinturas para el uso de nanotecnología.
Fuente: IRL



En el gráfico 14 se muestra una clasificación general de la nanotecnología útil en recubrimientos en función del tamaño y de su contenido orgánico.

Gráfico 14. Clasificación de la nanotecnología. Fuente: Specialchem



Algunas de las aplicaciones de la nanotecnología son puras extensiones de las tecnologías existentes, p.e. en las tintas de impresión. Los pigmentos ofrecen mejor durabilidad que los tintes, pero se deben moler hasta obtener un grano extremadamente fino sin perder su estabilidad.

Adiciones de 1-2% de nanopartículas duras como sílica o alúmina mejoran notablemente propiedades como la resistencia al rayado y al agua. Esta tecnología ya se está aplicando en acabados para automoción.

Algunas investigaciones han demostrado los efectos beneficiosos de la nano-sílica en recubrimientos que curan por radiación porque el curado se produce más rápidamente probablemente como consecuencia de reacciones de transferencia de cadena que se producen en la superficie de las partículas de sílica.

En algunos casos se producen efectos sinérgicos en las formulaciones con nanomateriales. A modo de ejemplo la adición de una pequeña cantidad de polisiloxano que no muestra efecto alguno sobre el recubrimiento mejora notablemente el efecto de las nanopartículas de alúmina en la resistencia al rayado.

Muchos compuestos se pueden formular como materiales híbridos vía sol-gel, incorporando dentro del recubrimiento dióxido de titanio fotocatalítico o distintos tipos de compuestos biocidas. Algunas posibles aplicaciones incluyen recubrimientos textiles y la protección de la madera. En cualquier caso, estos materiales se estudiarán más a fondo en el próximo apartado.

Otra forma de introducir nanopartículas en un film es produciendo óxidos metálicos a partir de precursores solubles durante el proceso de curado de un polímero. Este proceso permite reducir el tamaño de partícula casi hasta nivel molecular, produciendo composites que se comportan ópticamente como materiales homogéneos con alto índice de refracción (hasta 1.9). Estos materiales se utilizan en aplicaciones optoelectrónicas.

Uno de los desarrollos más recientes es el poder unir átomos metálicos a la cadena polimérica en posiciones espaciales definidas. Esto puede ser útil para recubrimientos catalíticos o para mejorar la adhesión de las películas poliméricas al sustrato.

Otros desarrollos cuentan con el uso de dendrímeros a modo de “esqueleto” para construir nanopartículas metálicas con diámetros inferiores a los 2 nm para poder utilizarlas como catalizadores efectivos gracias a su gran relación superficie/volumen.

Es bien conocido el efecto fotocatalítico del dióxido de titanio al absorber luz UV. Los iones libre que se forman son muy oxidantes y pueden causar la degradación de la resina en el recubrimiento. Para evitar esto se puede recubrir la superficie de las partículas con otros óxido inorgánicos. También se pueden utilizar otras sustancias como óxido de zinc precipitado tanto en su forma hidrofílica como en su forma hidrófoca silanizada. Más recientemente se han comercializado nanopartículas de óxido de cerio como absorbedores UV. Estas partículas tienen un índice de refracción bastante alto de 2,1 y son prácticamente transparentes a la luz visible. La compatibilidad de estas partículas en las formulaciones no es muy buena, por lo que se requiere formar soles de óxido de cerio para añadir a la formulación. Un ejemplo de

esta aplicación serán, según el China Economic Net, las fachadas de los pabellones construidos para la Expo 2010 en China, que se pintarán con una pintura basada en óxido de titanio y nanopartículas para purificar el aire. Si resulta eficaz, las autoridades chinas utilizarán la pintura en edificios por toda la ciudad de Shangai.

Las nanoarcillas de estructura laminar son potentes agentes de refuerzo una vez exfoliados. Sin embargo, en las formulaciones habituales la exfoliación se encuentra dificultada por el gran tamaño de las partículas poliméricas. Una posible solución es la exfoliación de las arcillas en monómeros produciéndose a continuación la polimerización de la mezcla arcilla/monómero. El curado pueden presentar también un efecto barrera contra la migración de taninos y otras sustancias extraíbles en la madera sin afectar a la transparencia. Este efecto es especialmente útil en emulsiones acuosas protectoras de la madera.

La tecnología de partículas core-shell se utiliza bastante en recubrimientos acuosos, por ejemplo para encapsular partículas rígidas en una capa exterior blanda que facilite la coalescencia de las partículas mientras mantiene la contribución de las partículas rígidas.

La sustitución de fibras de carbono convencionales por nanofibras significa que solo se requiere un 25% de carga para conseguir propiedades similares, y la mitad de este valor es suficiente para lograr una conductividad equivalente. Los nanotubos de carbono y balones, denominados fullerenos, tienen menor tamaño y mayor efectividad que las nanofibras de carbono. Los nanotubos se producen como tubos únicos con diámetros de hasta 1 nm o en forma multi-pared con diámetros de hasta 60 nm. Su longitud, por el contrario, es de micras. Se considera que son 60 veces más resistentes que el acero y 6 veces más ligeros, y dependiendo de su estructura pueden ser conductores eléctricos o semiconductores. Hasta hace poco tiempo su precio era astronómico y alcanzaba casi los 1.000€/kg, sin embargo recientemente, *Arkema* y *Bayer* han introducido nuevos procesos de fabricación en sus plantas reduciendo el precio a casi 40 €/kg. Uno de los problemas de los nanotubos de carbono y los nanocables de sílice es que se queman cuando son expuestos a calentamientos locales como un flash de una cámara. En una investigación reciente se descubrió que este efecto se podría aprovechar en las nanofibras de polianilina conductora para formar films reticulados. El principio se basa en que un calentamiento local fuerte producido por absorción de luz se difunde por fusión, obteniendo uniones de polianilina a otros plásticos para formar composites microestructurados o recubrimientos.

Los puntos cuánticos son nanodispositivos que se pueden utilizar para el almacenaje de datos o como dispositivos de procesado, y tienen mucho potencial en aplicaciones médicas como sistemas de liberación de fármacos o como sistemas de imagen, p.e. para detectar hielo en el asfalto. Son partículas semiconductoras que tienen en su interior elementos como el plomo, arsénico o cadmio, que por su toxicidad se suelen recubrir con algún material orgánico.

Entre los últimos avances científicos cabe destacar el descubrimiento de nanocapas específicas estructuradas, referidas como metamateriales, que, a diferencia de cualquier otro material, poseen índices de refracción o permeabilidad magnética negativa. Estos nuevos materiales podrían tener aplicación en áreas como la óptica o la electrónica.

La aplicación de los nanomateriales es ilimitada. Las investigaciones de *BMW* son un claro ejemplo de esto: están tratando de crear pinturas que contengan elementos nanotecnológicos como células que se carguen eléctricamente mientras el vehículo está estacionado para que recarguen la batería del vehículo. También están avanzando en el estudio de recubrimientos antirreflectantes con nanopartículas que oscurezcan los espejos retrovisores como respuesta a la incidencia lumínica.

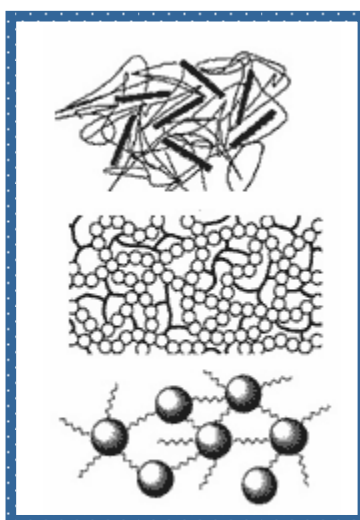
Las desventajas de los nanomateriales son su alto precio y su dificultad para dispersarlos en las formulaciones. Sin embargo, estos dos problemas se están minimizando gracias a la introducción de nuevos procesos de producción y de la comercialización de dispersiones estabilizadas. Un problema más serio es el que concierne a la salud, seguridad y medioambiente. La gran área específica y alta reactividad de las nanopartículas pueden aumentar sus riesgos. Sin embargo, es difícil realizar una evaluación de daños, además estas partículas tienden a aglomerarse rápidamente disminuyendo los riesgos de toxicidad.

Actualmente, grandes empresas como BASF, Bayer, BYK-Chemie, DuPont o PPG, además de nuevas empresas dedicadas al desarrollo nanotecnológico como Nanophase Technologies, ApNano Materials, Nanovations, Nanotech Coatings, Percenta o Nanoforce Technologies están apostando fuertemente por sacar al mercado productos basados en nanotecnología, por lo que se encuentran realizando fuertes actividades de I+D.

3.1.3. RECUBRIMIENTOS HÍBRIDOS

Un recubrimiento híbrido es aquel en el que se combinan componentes orgánicos e inorgánicos a escala molecular o a escala de finas nanopartículas funcionalizadas. El componente inorgánico es habitualmente el siloxano. La figura 15 muestra diferentes estructuras de estos materiales.

Figura 15. Diferentes estructuras de recubrimientos híbridos

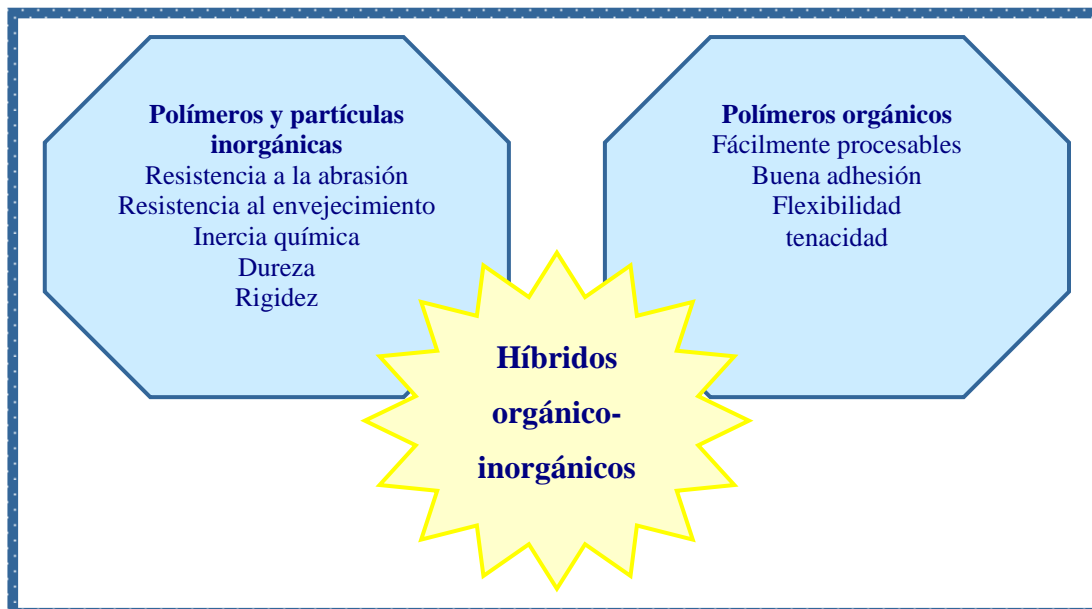


La adición de materiales inorgánicos a los recubrimientos conducen a aumentos de la dureza, resistencia a la abrasión y otras propiedades, sin embargo, reducen la flexibilidad y pueden conducir a la rotura de los recubrimientos. La incorporación de moléculas orgánicas reducen este problema y dan lugar a sistemas híbridos con una combinación de las propiedades de ambos sistemas, tal como se observa en la figura 16.

Los sistemas híbridos se pueden clasificar de la siguiente manera:

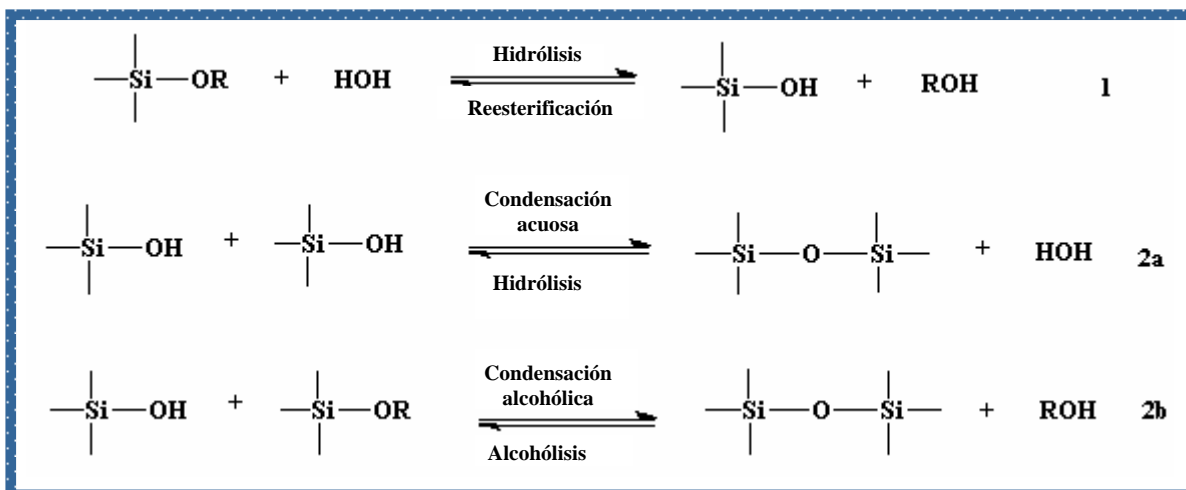
- Matriz inorgánica en la que pequeñas cantidades de material orgánico están embebidas en el sistema inorgánico
- Matriz orgánica en la que nanopartículas inorgánicas están fuertemente unidas al polímero orgánico
- IPNs o redes interpenetrables en las que redes poliméricas orgánicas e inorgánicas están formadas y unidas ligeramente. Los sistemas sol-gel son un ejemplo de estos sistemas
- Híbridos moleculares reales en los que los sistemas poliméricos orgánicos e inorgánicos están unidos por uniones químicas

Figura 16. Propiedades combinadas de los híbridos orgánico-inorgánicos



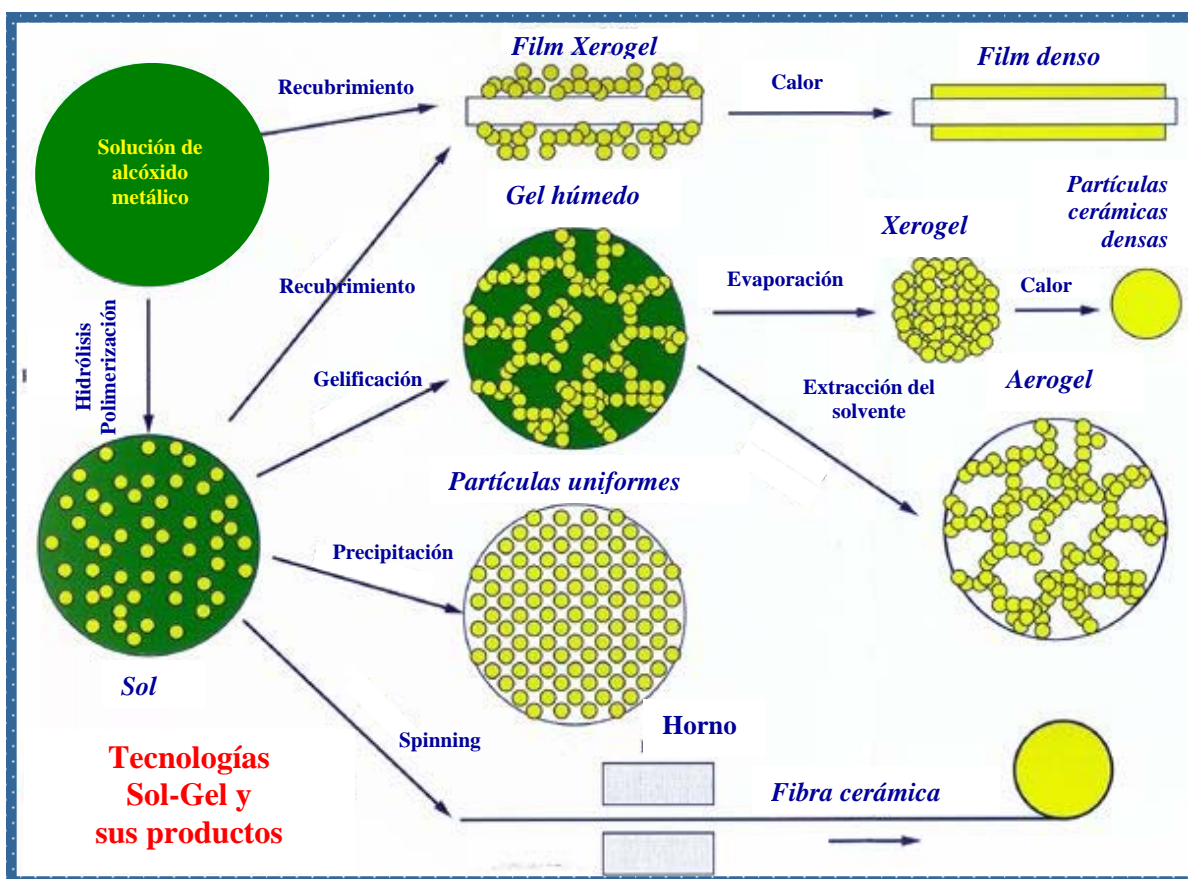
Dada la novedad tecnológica y la aplicabilidad variada de los sistemas sol-gel, en este apartado nos centraremos en la discusión en estos sistemas, que actualmente se incluyen dentro de la nanotecnología química. Este proceso implica la transición de un sistema líquido "sol" en una fase sólida "gel". El sol es una suspensión coloidal en medio acuoso, denominado hidrosol, o solvente, denominado organosol con un diámetro medio de partícula de 30-40 nm. Los materiales precursores son sales metálicas inorgánicas o compuestos orgánicos metálicos como alcóxidos metálicos que sufren una reacción de hidrólisis para formar el sol (reacción 1 en la figura 17), a continuación se produce el secado del sol mediante reacciones de condensación (reacciones 2a y 2b de la figura 17). El metal puede ser Si, TiO₂, Ba, Zr, etc, si bien el más habitual es el Si mediante el empleo de organosiloxanos.

Figura 17. Esquema de la reacción sol-gel



Las diferentes técnicas de procesamiento del sol permiten obtener materiales de distintas estructuras representadas en la figura 18. Se pueden obtener películas finas sobre un sustrato por spin-coating o dip-coating. Mediante un vaciado en el molde del sol se forma un gel húmedo que tras el secado y un tratamiento térmico se convierte en una cerámica densa o en partículas de vidrio. Si el gel se seca en condiciones supercríticas se consigue un material superporoso y de muy baja densidad denominado aerogel. Si la viscosidad del sol se ajusta a un rango adecuado se pueden conseguir fibras cerámicas a partir del sol. Se puede formar polvo cerámico uniforme y ultra-fino por precipitación, pirólisis en spray o técnicas de emulsión.

Figura 18. Obtención de distintas estructuras a partir del sol en un proceso sol-gel.
Fuente: Chemat



La adición del sol de sílice a un recubrimiento mejora muchas propiedades entre las que se encuentran las siguientes:

- Mejora de la resistencia a la abrasión
- Retardante a la llama
- Reducción del blocking
- Facilita el nivelado
- Mejora la adhesión con el sustrato
- Facilita el secado
- Ayudante de fricción en tintas

Existen algunos materiales en el mercado como el TEOS preparados por esta vía listos para añadir en forma de aditivos a los recubrimientos orgánicos y mejorar las propiedades. Los recubrimientos aplicados por sol-gel se utilizan en diversas aplicaciones. A continuación se detallarán algunos ejemplos.

Los plásticos y metales se puede recubrir con un recubrimiento duro formado por siloxanos mediante un proceso de sol-gel. Estos recubrimientos forman una red altamente reticulada y proporcionan alta resistencia a la abrasión, aumenta el índice de refracción, la tenacidad y la resistencia al agua. Los polisiloxanos modificados con uretanos tienen excelente adhesión a los metales y resisten los ataques químicos de forma muy efectiva por lo que han encontrado utilidad como recubrimientos protectores en intercambiadores de calor. Además el curado puede realizarse bien térmicamente bien por radiación UV o por doble curado UV.

La aplicación de un recubrimiento por sol-gel o la adición de un híbrido sol-gel al recubrimiento proporciona una excelente resistencia a la corrosión al aluminio y sus aleaciones sin necesidad de incorporar cromatos como inhibidores de la corrosión. Además las formulaciones pueden ser transparentes o pigmentadas. Actualmente se trabaja en el desarrollo de recubrimientos sol-gel para la protección del acero. Otro ejemplo de protección anticorrosiva es la aplicación de 10 nm de un óxido quasi metálico (óxido metálico+ligante residual) por sol-gel en fibras ópticas y guías. El film que se forma retarda la corrosión y aumenta la protección frente a la abrasión, aumentando notablemente la vida útil de las fibras.

Los iones metálicos alcali migran, especialmente a altas temperaturas, desde la superficie del vidrio al medio. Este proceso se produce por ejemplo en los displays de cristal líquido y electrocrómicos, produciéndose el deterioro del cristal líquido y los recubrimientos. La aplicación de una capa protectora fina por sol-gel actúa como barrera contra la difusión de los álcalis metálicos. También se pueden utilizar la técnica sol-gel para producir recubrimientos barrera contra el oxígeno.

El pintado de metales requiere un paso previo como el anodizado para conseguir una buena adhesión entre el sustrato y el recubrimiento. Sin embargo, los procesos galvánicos no son atractivos desde el punto de vista medioambiental. Los procesos de sol-gel pueden sustituir al pretratamiento de superficies metálicas para promover la adhesión dando lugar a excelentes propiedades. *Chemar Technology* a comercializado un producto por sol-gel para esta aplicación, *Henkel* ha lanzado al mercado un recubrimiento nanocerámico de conversión y *ProCoat Tecnologías* emplea una película nanométrica compuesta de silanos que forman una estructura reticulada. Estos pretratamientos nanotecnológicos están resultando un éxito en campos como el mobiliario o los electrodomésticos.

En aplicaciones estructurales se requiere una buena durabilidad y resistencia a la corrosión en la unión entre el metal y el material adherido. El proceso sol-gel ofrece una solución efectiva como adhesivo. Este concepto también es útil en aplicaciones ópticas y circuitos electrónicos.

Los recubrimientos antirreflectantes se utilizan ampliamente en superficies ópticas como displays, lentes, vidrios de ventanas, láseres y aplicaciones solares, térmicas y fotovoltaicas. El proceso sol-gel proporciona un proceso rentable para producir recubrimientos antirreflectantes duraderos. Entre otras aplicaciones ópticas, los

recubrimientos sol-gel son especialmente recomendables para aplicaciones optoelectrónicas.

Todos estos ejemplos son un indicativo del gran abanico de utilidades que tiene la tecnología sol-gel. Por ello, universidades y empresas como *Bayer*, *Chemat*, *Nalco* o *Degussa* están realizando grandes esfuerzos en el desarrollo de nuevos materiales por esta vía para utilizarlos por ejemplo en automoción como acabados transparentes, en recubrimientos duros para componentes plásticos, recubrimientos anti-fouling libre de biocidas o recubrimientos anti-graffiti.

La desventaja del proceso sol-gel es su sensibilidad a la humedad que da lugar a un tiempo de conservación de la solución demasiado corta, y variaciones en la viscosidad y espesor del recubrimiento con las condiciones ambientales. La clave del éxito para la comercialización de la tecnología sol-gel es la puesta a punto del proceso para cada aplicación. Mas aún, todo el proceso de producción debería estar controlado por equipamiento diseñado específicamente y procedimientos de proceso integrados. El equipamiento debería facilitar el proceso de recubrimiento y evitar los efectos de las condiciones ambientales. La combinación de la mejora en la estabilidad de la solución, el equipamiento adecuado y la automatización son la solución para mejorar la reproducibilidad de los procesos de recubrimiento sol-gel y acelerar su comercialización.

3.1.4. CASOS ESPECÍFICOS

3.1.4.1. INDUSTRIA DEL COIL COATING

Actualmente la mayoría de las plantas de coil coating utilizan recubrimientos base solvente. Empujado por las directivas internacionales y la legislación medioambiental, los sistemas de recubrimiento en base agua se están utilizando cada vez más. El problema del uso de los recubrimientos en base agua estriba en que en las plantas de coil coating la velocidad de producción es más elevada y se necesita un secado rápido y de alta calidad que las habituales instalaciones de aire caliente no lo permiten. Sin embargo, los nuevos desarrollos permiten incorporar a la línea una **unidad de IR** que permita el secado más rápido de los recubrimientos en base agua.

Las plantas de coil coating que utilizan pintura en polvo son pocas pero son ideales para el calentamiento de IR, ya que el polvo puede fundirse y llegar a la temperatura de hornear en pocos segundos utilizando altas potencias.

Entre los éxitos más recientes de los **recubrimientos UV** destacan su aplicación a la industria del automóvil, a la impresión digital y ahora también se está desarrollando para la industria del coil coating. Las ventajas que aporta esta tecnología se resumen a continuación:

- El curado UV tiene la capacidad de seguir las velocidades rápidas de línea, con la reacción química que produce la película sólida en una fracción de segundos
- Con la instalación del curado UV, la velocidad de la línea no cambia
- Una instalación de curado UV puede ser una unidad pequeña u compacta que permite su instalación en las líneas existentes

- Los recubrimientos curables con UV no contienen COV's o los tienen de modo reducido.

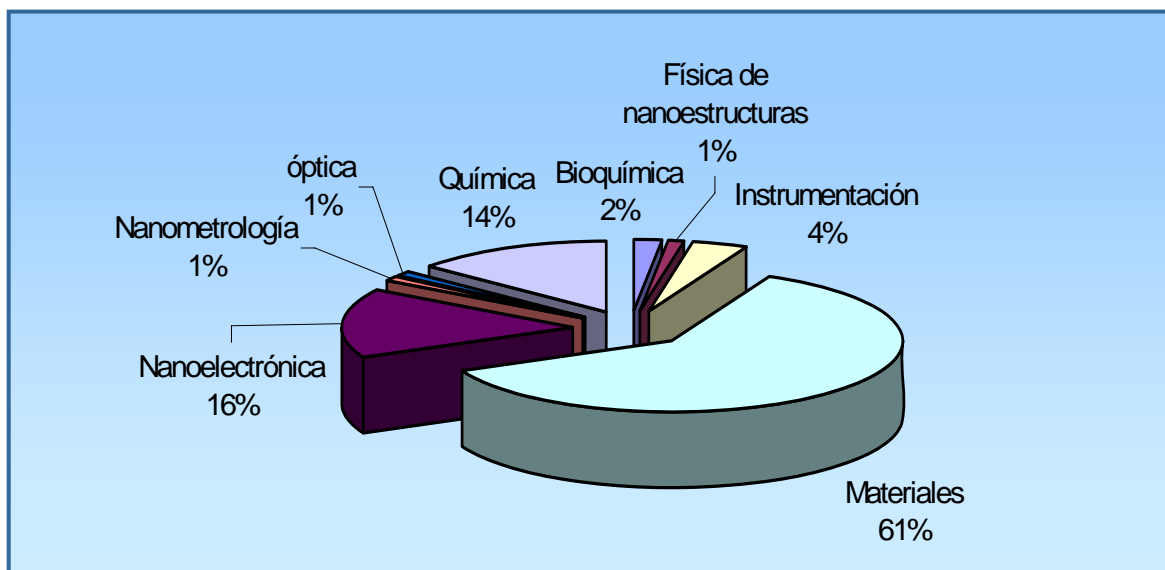
Las aplicaciones de los recubrimientos curados por UV pueden incluir:

- Recubrimientos aislantes para los aceros de uso en el campo eléctrico
- Recubrimientos antihuellas para el acero inoxidable
- Protección anticorrosiva temporal para el acero laminado en caliente

3.2. SITUACIÓN ESPAÑOLA

A nivel estatal, comienzan a proliferar las reuniones científicas de distinto nivel (seminarios, conferencias, etc.) que aumentan la visibilidad de la actividad española en Nanociencia y Nanotecnología. Según una encuesta realizada por la Fundación Phantoms a investigadores españoles en diversas áreas relacionadas con la nanotecnología, las líneas de investigación más relevantes son, tal como se muestra en el gráfico 19, los materiales, la nanoelectrónica y la química, lo que augura un buen futuro para el desarrollo de la nanotecnología en los recubrimientos.

Gráfico 19. Líneas de investigación prioritarias en la nanotecnología. Fuente: Fundación Phantoms



Existen muy pocas empresas españolas que comercialicen productos nanotecnológicos en el sector de los recubrimientos. Sin embargo, existen algunos ejemplos donde se comienzan a utilizar estas nuevas tecnologías como es el Metro de Barcelona donde se están aplicando recubrimientos sol-gel para reparar superficies de cristal en los vagones, ascensores y puertas intermedias. También parece que, al igual que en el resto del mundo, comienzan a aparecer en España nuevas empresas especializadas en el campo de la nanotecnología para recubrimientos como por ejemplo *Nanotecnología Spain*. En la tabla 10 se resume el estado actual de la nanotecnología y las técnicas de sol-gel en España.

Tabla 10. Resumen del estado de la nanotecnología y las técnicas de sol-gel en España

Grado de desarrollo de aplicaciones industriales	Emergente/en crecimiento
Posición científico-tecnológica	Media
Posición industrial comercial	Débil/inexistente

3.2.1. ALGUNAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO

Para que las empresas españolas de recubrimientos sigan siendo competitivas en el futuro deberán ofrecer productos con valor añadido basado en las nuevas tecnologías emergentes. Mediante estas tecnologías se pueden obtener prestaciones y calidades de producto inimaginables hasta el momento que ofrezcan nuevos usos y mercados a sus fabricantes. A continuación, se muestran varios ejemplos en los que las nuevas tecnologías resultan especialmente atractivas para conseguir los requerimientos necesarios.

El auge en las construcciones de puertos deportivos en nuestro país y de grandes complejos portuarios como el Caofeidian Harbor Complex de China presentan una interesante oportunidad de mercado para el sector de las pinturas. Sin embargo, cualquier producto no es válido para estos usos, las compañías deben asegurarse de que el fruto de sus investigaciones y desarrollos sean productos aptos para soportar los entornos marinos más agresivos.

La industria de la alimentación mueve una cifra de negocios de más de 80 millones de euros anuales en España. Esto se traduce en una oportunidad de negocio para muchas empresas del sector de los recubrimientos. Pero para ello, las pinturas, barnices y tintas que se empleen deben tener la aprobación para su uso en aplicaciones en contacto con alimentos.

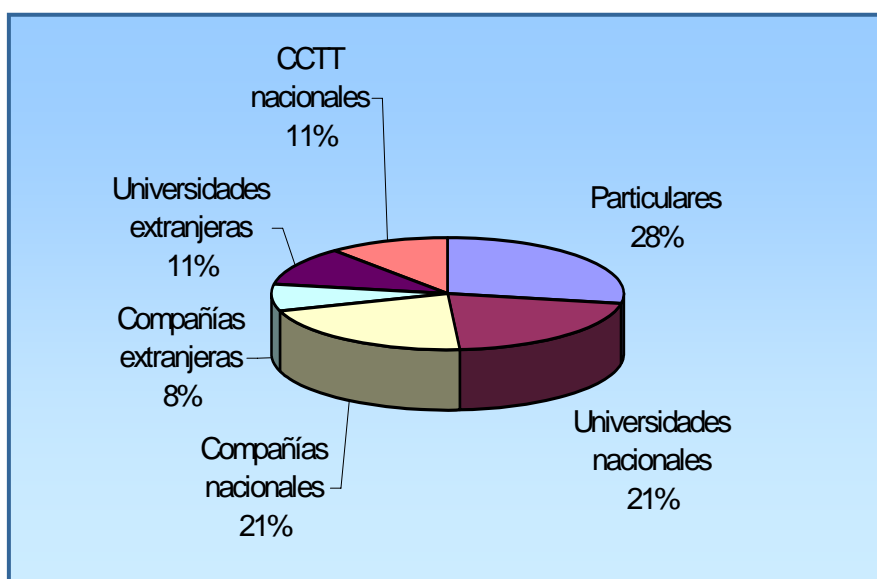
La seguridad y los aspectos medioambientales son algunos de los temas centrales de nuestra sociedad. Por ello, el sector de los recubrimientos debe ir ligado a las necesidades actuales siendo capaz de desarrollar nuevos productos que den solución a diversos problemas.

3.3. CUADRO COMPARATIVO

3.3.1. PATENTES

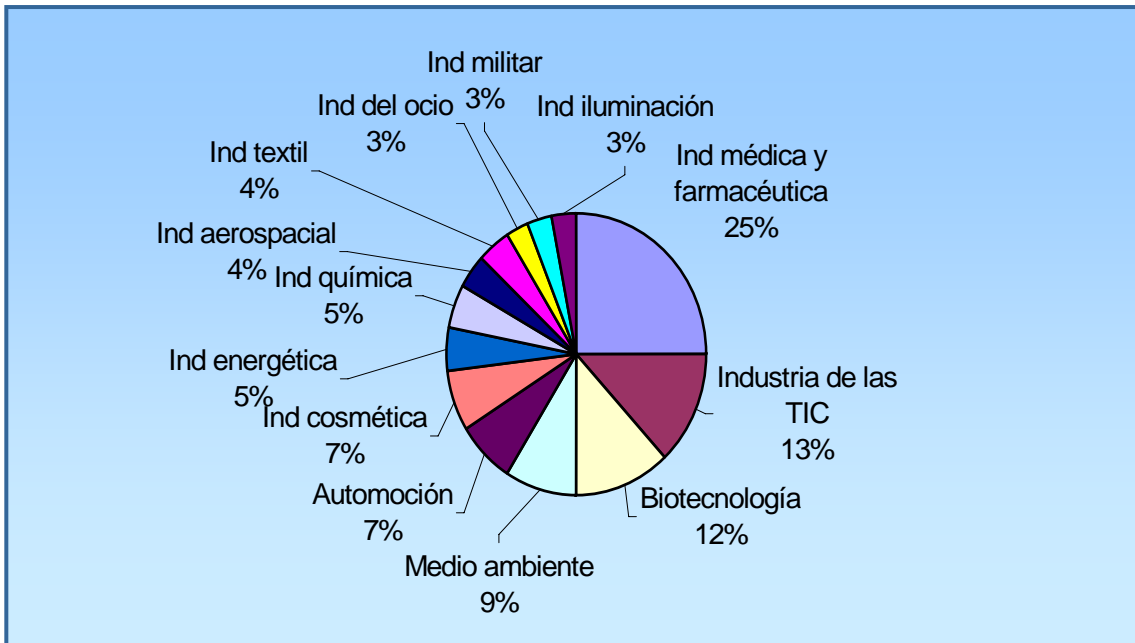
El gráfico 20 muestra los tipos de solicitantes encontrados y el porcentaje de patentes en nanotecnología. Se incluyen en el gráfico las patentes licenciadas por centros o empresas extranjeras en las que al menos uno de los inventores trabaje en España. Se observa que en el ámbito nacional, las universidades y las empresas privadas patentan sus invenciones de modo similar. Este echo es inusual porque habitualmente el número de patentes de las universidades y CCTTs es mucho menor que el del sector privado. Esto puede explicarse desde el punto de vista de que la nanotecnología es una disciplina reciente y se encuentra aún en fase de investigación poco aplicada. Las zonas geográficas y países donde han solicitado más franquicias las empresas y por tanto, los mercados de mayor interés para las empresas españolas son EE.UU., Europa, España y el dominio global de las patentes.

Gráfico 20. Porcentaje de patentes en nanotecnología según el tipo de solicitante.
Fuente: Madrid



Resulta muy difícil valorar la incidencia de la nanotecnología en el sector de los recubrimientos, como consecuencia de los múltiples sectores a los que pueden ir dirigidos estos recubrimientos. El gráfico 21 muestra la clasificación de las patentes en nanotecnología con participación española en función de sus aplicaciones industriales. Las industrias más relevantes para la industria de los recubrimientos son la automoción, industria energética, aeroespacial, medio ambiente e industria química, que abarcan un porcentaje del 30% sobre el total.

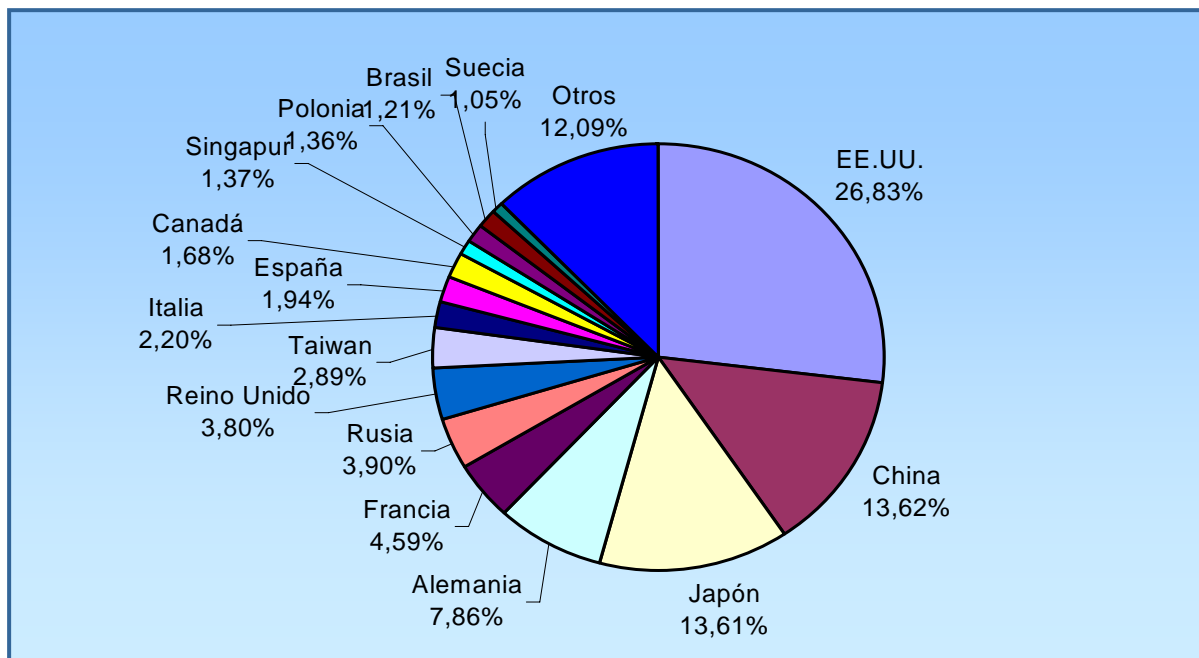
Gráfico 21. Clasificación de las patentes en nanotecnología con participación española en función de las aplicaciones. Fuente: Madri+d



3.3.2. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

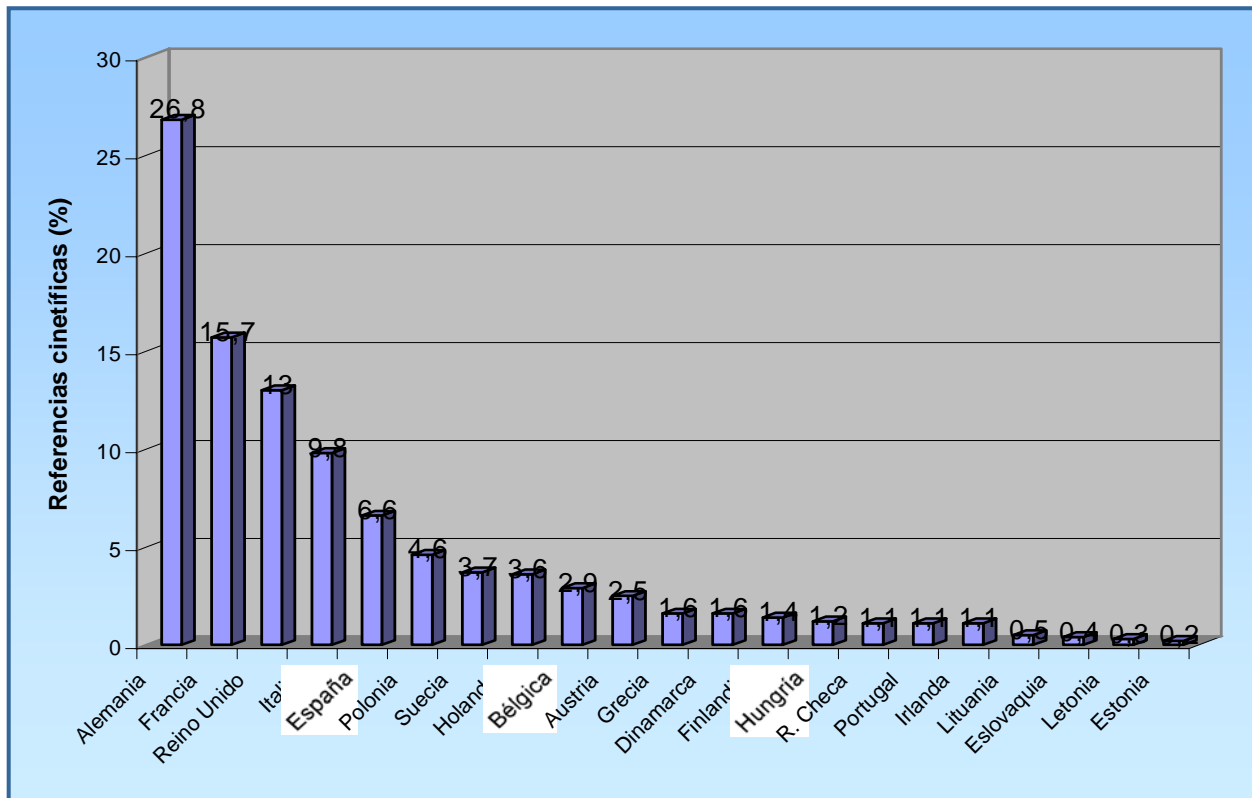
En el campo de la nanotecnología, donde se incluye también el sol-gel, y haciendo referencia al número de publicaciones científicas en nanotecnología, España ocupa la undécima posición con un 1,94% de publicaciones, tal y como se muestra en el gráfico 22. En las primeras posiciones se encuentran los países con una mayor tradición científica y tecnológica como EE.UU., Japón y Alemania.

Gráfico 22. Distribución por países de las publicaciones y actas de congresos sobre nanotecnología. Fuente: Madri+d



La producción científica en nanotecnología de la Unión Europea en su conjunto es ligeramente superior a la de EE.UU. (29% frente a 26,83%), colocándose como la primera potencia mundial en este campo. Este dato refleja el impulso que la nanotecnología está recibiendo en Europa, especialmente en países como Alemania, Gran Bretaña, Francia, Italia e Irlanda. El gráfico 23 muestra la distribución de las publicaciones científicas sobre nanotecnología en los países de la U.E. Alemania produce más de un cuarto de las publicaciones en nanotecnología de la UE. España ocupa la quinta posición, sin embargo, su producción científica es 20 puntos inferior a la de Alemania. Estos datos son bastante sorprendentes si se tiene en cuenta la financiación pública per cápita dedicada a nanotecnología. Según los datos de la Comisión de la Comunidad Europea, España se encuentra entre los países que menos financiación pública per cápita dedica a la investigación y desarrollo en nanotecnología, con niveles similares a Portugal y Grecia, e inferiores a 0,05 €/habitante. Estos datos indican que la formación científica española se encuentran en situación de competir a nivel mundial y parecen indicar que los factores limitantes del desarrollo nanotecnológico en España radican en la falta de financiación, tanto pública como privada, y en la transferencia de conocimientos generados desde los centros de investigación y universidades, para su aprovechamiento en el desarrollo de productos de base tecnológica.

Gráfico 23. Distribución de publicaciones científicas sobre nanotecnología por países de la UE. Fuente: Madri+d



Respecto a la nanotecnología en el campo de los recubrimientos, se ha realizado un análisis sobre las publicaciones científicas en dicho campo. Los gráficos 24 y 25 comparan la evolución del número de publicaciones sobre nanotecnología (sin considerar el sol-gel) y el proceso de sol-gel, respectivamente. En ambos casos se observa una tónica creciente a nivel mundial, sin embargo, a nivel estatal se aprecia un descenso en el número de publicaciones en el 2003 que tiende a recuperarse en el caso del sol-gel, pero muestra resultados variables en la nanotecnología. En el caso del sol-gel, el crecimiento del número de publicaciones del 2004 al 2005 a nivel mundial y estatal ha sido en ambos casos cercano al 30%, sin embargo, mientras que las publicaciones sobre nanotecnología han aumentado globalmente un 18% en el mismo periodo, España ha reducido su número un 10%.

Gráfico 24. Evolución del número de publicaciones científicas sobre nanotecnología en recubrimientos (sin sol-gel). Fuente: Web of knowledge

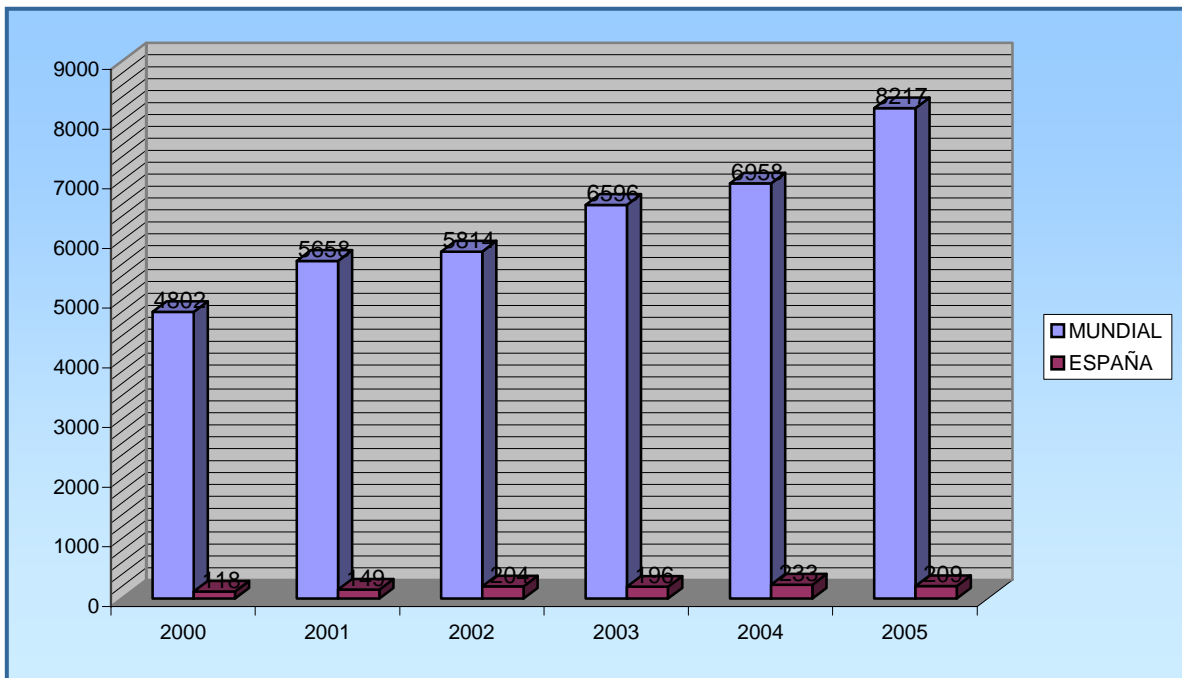
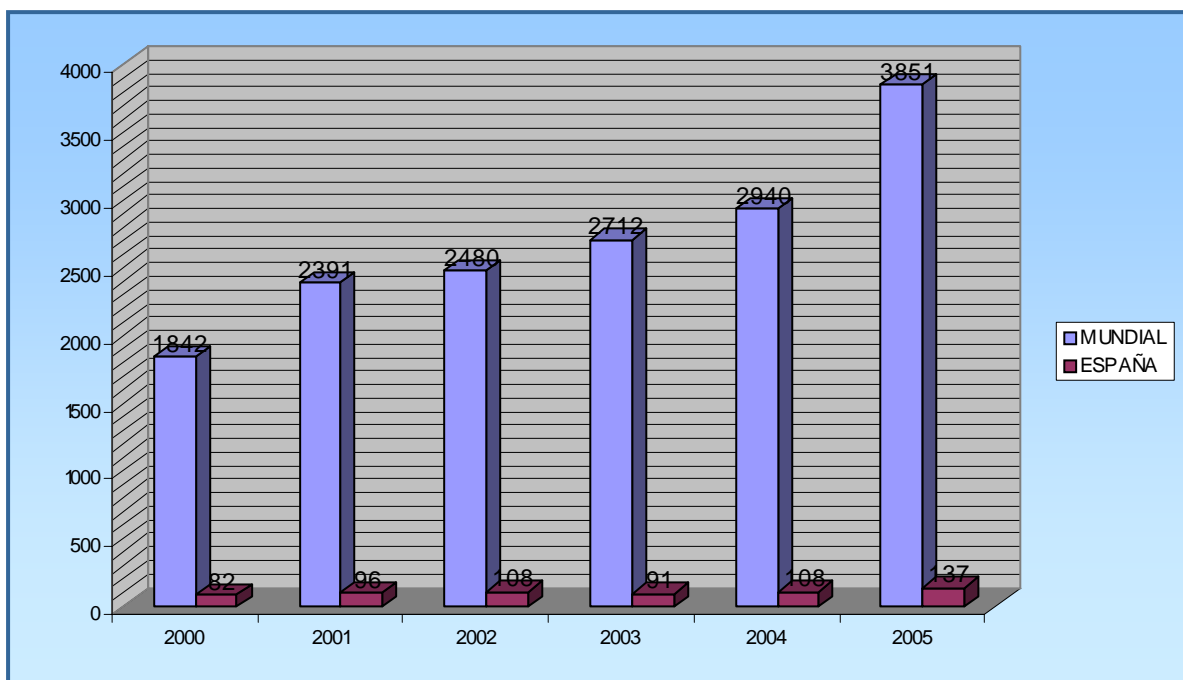
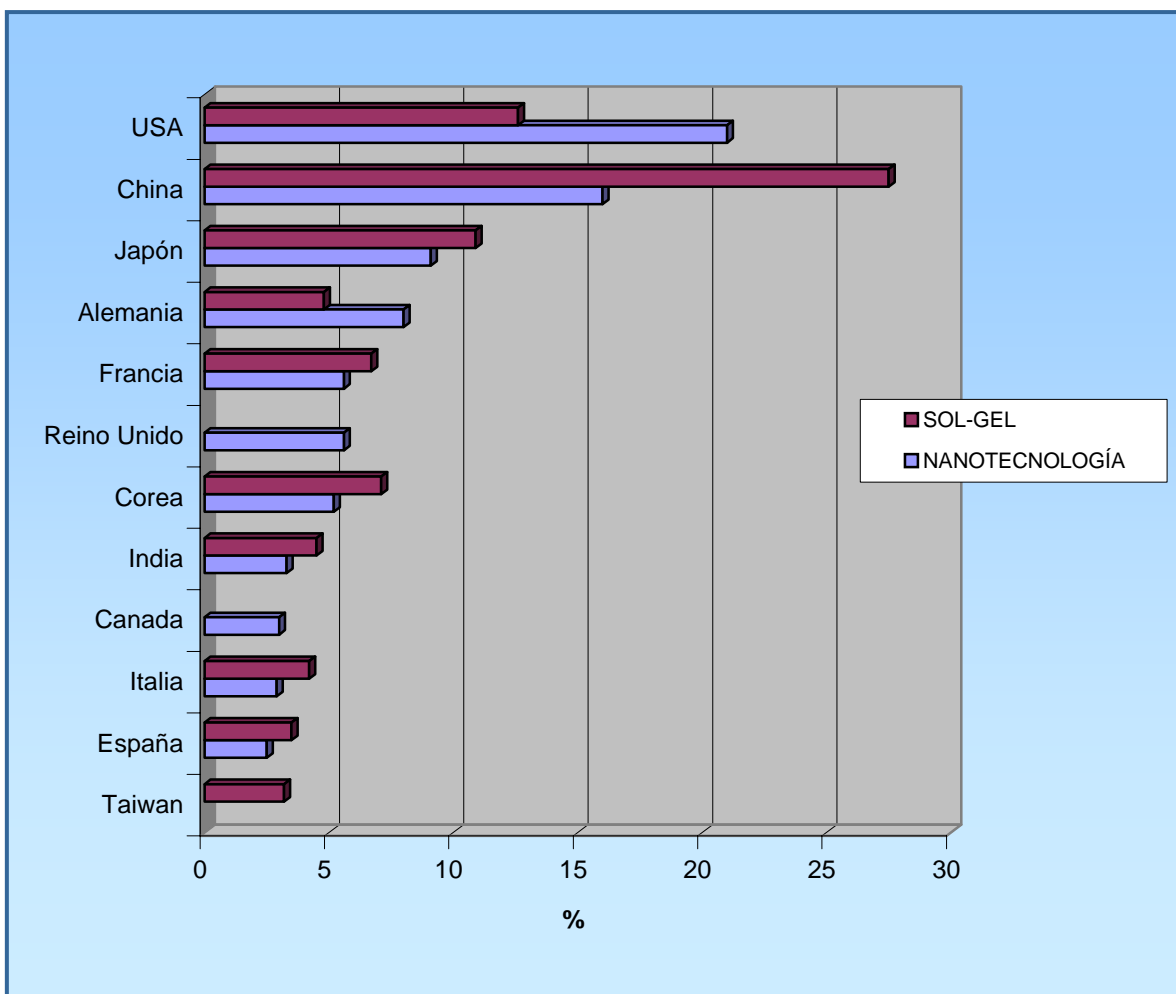


Gráfico 25. Evolución del número de publicaciones científicas sobre sol-gel. Fuente: web of knowledge



España ocupa el undécimo lugar en publicaciones sobre nanotecnología en recubrimientos y el noveno en publicaciones sobre sol-gel. El gráfico 26 compara las posiciones que ocupan los distintos países. En ambos casos USA, China y Japón lideran la lista, aunque China destaca en tecnologías de sol-gel. Alemania aparece en cuarto lugar en nanotecnología pero en sexto en tecnologías de sol-gel y el Reino Unido aparece en sexta posición en nanotecnología pero aparece por debajo de la décima posición en sol-gel. Los resultados indican que la evolución de España en nanotecnología y tecnologías de sol-gel es paralela y proporcional al desarrollo global.

Gráfico 26. Porcentaje de publicaciones por países. Fuente: web of knowledge



El organismo más activo en materia de publicaciones es el CSIC, al que corresponde casi la cuarta parte de las publicaciones sobre nanotecnología en recubrimientos y más del 40% en materia de sol-gel. El resto de las publicaciones están dispersas entre múltiples universidades. En cuanto a las colaboraciones con centros de otros países, USA en un 6,7% de las publicaciones, Reino Unido en un 5,3% y Francia también en un 5,3% son los países con los que más se colabora a nivel de nanotecnología en recubrimientos, mientras que Francia en un 9,1% de las publicaciones y Argentina en un 5,1% son las colaboraciones más activas en cuanto a sol-gel.

3.3.3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Respecto a los proyectos de I+D europeos sobre nanotecnología en general, España coordina únicamente el 22% de los proyectos en los que participa. La figura 27 muestra la distribución de proyectos de I+D entre las entidades españolas. Se observa que las universidades son las que participan en mayor medida en los proyectos. Las 10 universidades más activas en cuanto a participación en proyectos de I+D sobre nanotecnología son las que aparecen en el gráfico 28.

Gráfico 27. Distribución de proyectos de I+D entre las entidades españolas. Fuente: Madri+d

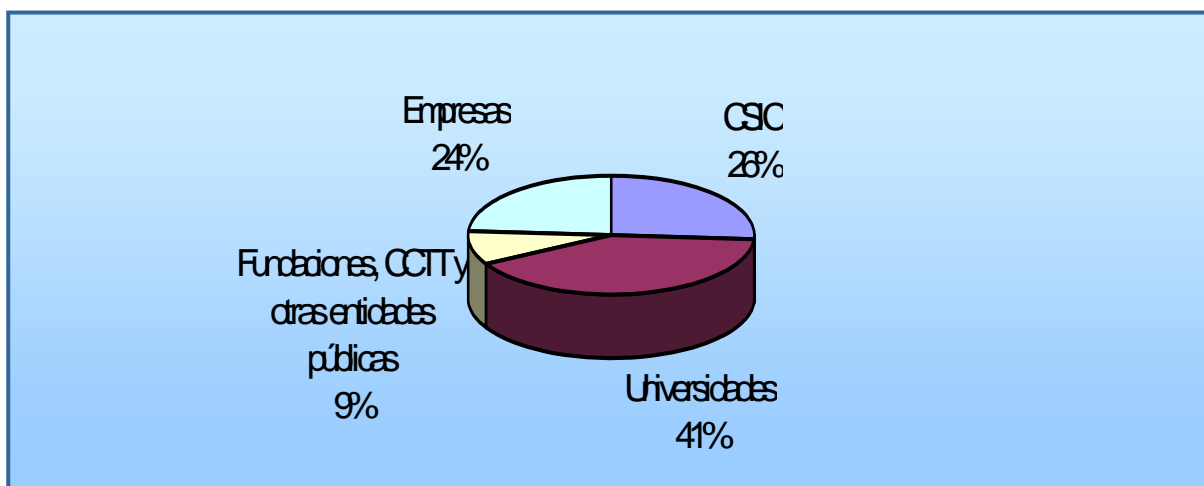
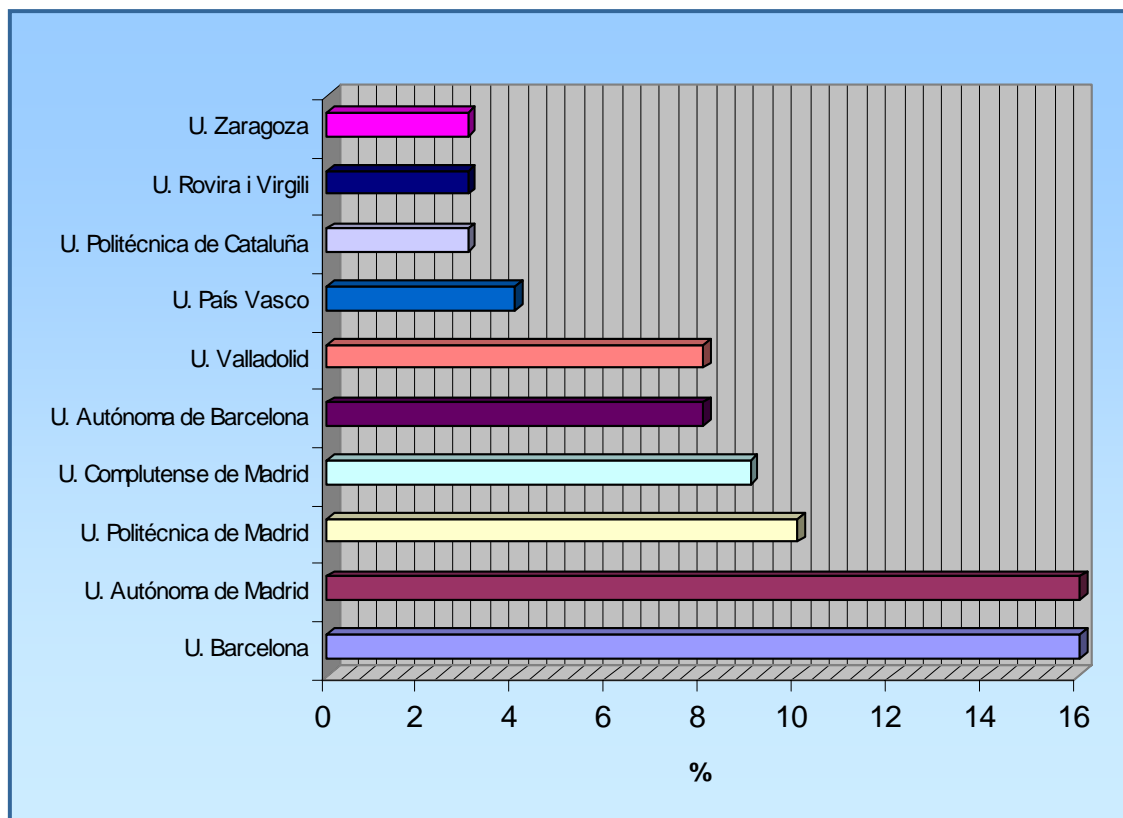


Gráfico 28. Distribución de los proyectos de I+D entre las Universidades. Fuente: Madri+d



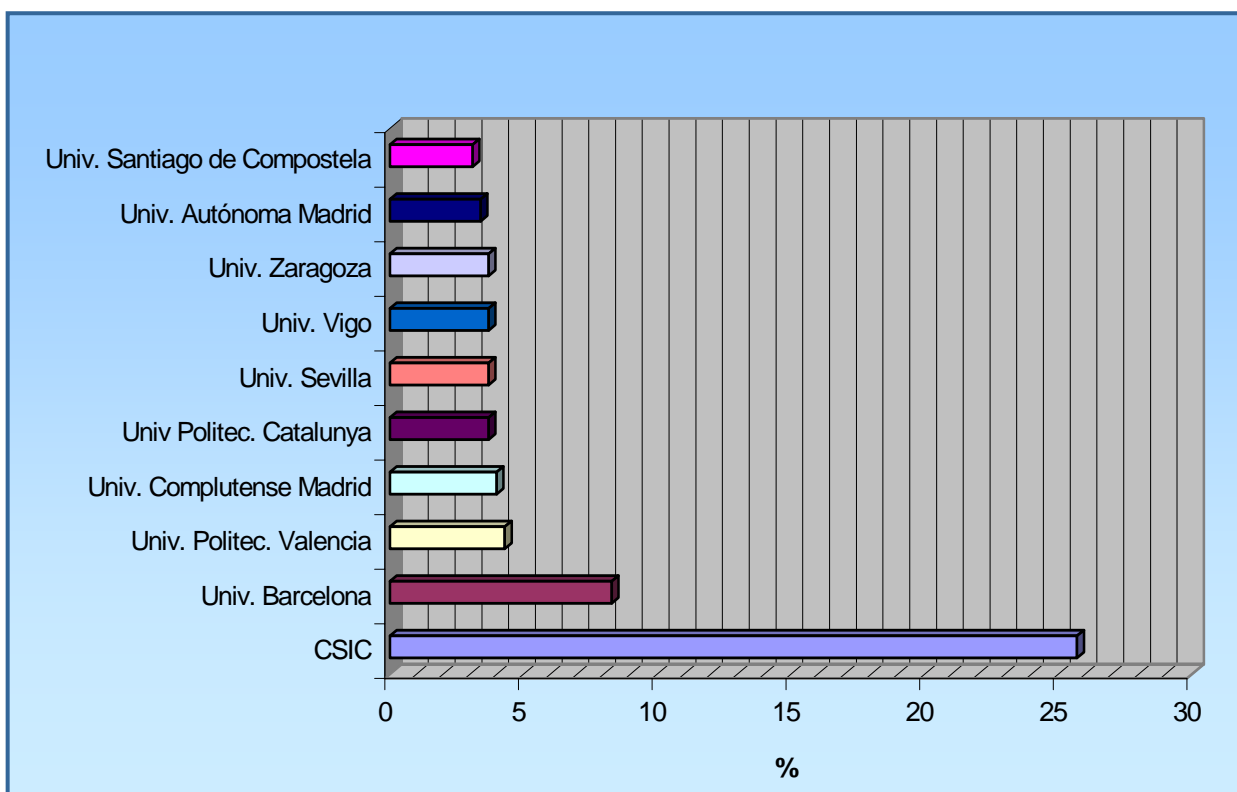
El 90% de las empresas que han participado en algún proyecto, lo ha hecho en sólo una ocasión, lo que refleja una incorporación tardía por parte de las empresas españolas al campo de la nanotecnología.

4. EL SECTOR Y EL SISTEMA DE I+D+i EN ESPAÑA

4.1. GRUPOS Y ORGANISMOS QUE HACEN I+D+i RELACIONADA CON EL SECTOR EN ESPAÑA

Los institutos y universidades que más I+D realizan en cuanto a recubrimientos se refiere se detallan en el gráfico 29 junto con el porcentaje de publicaciones científicas correspondiente al año 2005. El CSIC aglutina más del 25% de la actividad investigadora del país, el resto se encuentra muy diversificada entre otras universidades. Asimismo, los resultados indican que estas instituciones se encuentran distribuidas por todo el país, si bien con mayor presencia en las comunidades de Cataluña y Madrid.

Gráfico 29. Entidades españolas más activas en I+D sobre recubrimientos en materia de publicaciones. Fuente: web of knowledge



Respecto a los centros de investigación, ASEFAPI recoge en un informe los laboratorios de referencia en el sector de los recubrimientos y tintas y son los siguientes:

- AIDIMA Instituto Tecnológico del Mueble, Madera, Embalaje y Afines con sede en Paterna (Valencia)
- AIDO Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen con sede en Paterna (Valencia)
- APPLUS LGAI Technological Centre con sede en Bellaterra (Barcelona)

- CIDEMCO Centro de Investigación Tecnológica con sede en Azpeitia (Guipúzcoa)
- INTA Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial con sede en Torrejón de Ardoz (Madrid)
- OTEC Oficina Técnica de Estudios y Controles con sede en Rubí (Barcelona)

A diferencia de las universidades, los centros tecnológicos especializados en recubrimientos son escasos y se encuentran distribuidos en Valencia, Barcelona, País Vasco y Madrid. Estas comunidades coinciden con las que mayor número de empresas del sector albergan.

En cuanto a las tecnologías emergentes como la nanotecnología, en España han sido los propios científicos los que han puesto en marcha iniciativas como las **Redes Nanociencia y NanoSpain**, que aglutinan a más de 1000 investigadores pertenecientes a aproximadamente 190 grupos de investigación. Se está realizando un fuerte esfuerzo para la realización de sendos institutos sobre nanotecnología como los institutos de nanotecnología y nanobiotecnología de Cataluña, el Centro de Nanotecnología de Aragón con sede en Zaragoza, la plataforma tecnológica de la Universidad de Oviedo, la propuesta de creación del Instituto de Nanotecnología y Diseño Molecular en Madrid, y la creación de otras redes regionales como NanoGalicia, NanobioCAT (Cataluña) o una parte de la Red Saretek (País Vasco).

4.2. AYUDAS A LA I+D+i

Ingenio 2010 es un compromiso que pretende involucrar al Estado, la empresa, la universidad y otros organismos públicos de investigación en un esfuerzo decidido por apostar por la I+D+i para ganar mayor peso económico y político en Europa. Para conseguir tales objetivos, el Gobierno establece tres instrumentos fundamentales:

- **CENIT:** tiene como objetivo aumentar la cooperación pública y privada en I+D+i. Los consorcios Estratégicos Nacionales de Investigación Tecnológica, cofinanciados al 50% por el sector público y el privado, movilizarán 1.000 millones de euros a lo largo de 4 años para financiar grandes líneas de investigación industrial. También se pondrá en marcha un fondo de capital-riesgo para crear y consolidar empresas tecnológicas.
- **CONSOLIDER:** es una línea estratégica para conseguir la excelencia investigadora aumentando la cooperación entre investigadores y formando grandes grupos de investigación. Los proyectos de consorcios líderes y el plan de instalaciones singulares movilizarán 1.500 millones de euros en los próximos 4 años, de los cuales alrededor del 50% serán aportados por el Estado.
- **AVANZ@:** es el programa para alcanzar la media europea en los indicadores de la Sociedad de la Información.

Los objetivos del programa Ingenio 2010 se resumen de la siguiente manera:

- Alcanzar el 2% del PIB en 2010 y situar a España entre los 10 primeros países de la Unión Europea
- Aumentar la participación empresarial hasta que alcance el 55% del total de la inversión en I+D+i
- Avanzar en el espacio europeo de investigación
- Eliminar trabas burocráticas
- Financiar grandes líneas de investigación industrial mediante la colaboración público-privada
- Arriesgar en empresas tecnológicas
- Integrar universidad y empresa
- Consolidar grupos líderes de investigación
- Recuperar y promocionar investigadores
- Extender la Sociedad de la Información

Además de los tres nuevos instrumentos de Ingenio 2010, la política tecnológica española ofrece apoyo financiero a la I+D+i empresarial mediante el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y los Ministerios de Industria, Turismo y Comercio y el de Educación y Ciencia a través de la iniciativa PROFIT.

El CDTI es una entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio que promueve la I+D+i del sector empresarial. El CDTI concede ayudas en forma de créditos sin intereses, reembolsables en un periodo de ocho años, que cubren hasta el 60% del presupuesto del proyecto, incluyendo una prima de internacionalización del 15% no reembolsable sobre el crédito concedido. Además de la financiación directa a proyectos, el CDTI facilita a las empresas que deseen realizar inversiones para su modernización e innovación tecnológica el acceso a financiación bancaria preferencial mediante la Línea de Financiación para la

Innovación Tecnológica diseñada en colaboración con Instituto de Crédito Oficial (ICO). Las áreas temáticas en las que se engloban los proyectos son las siguientes:

- Tecnologías agroalimentarias y medioambientales
- Tecnologías de la información y las comunicaciones, programas tecnológicos y de aplicaciones
- Tecnologías de la producción
- Tecnologías químicas, sanitarias y de los materiales

Asimismo, el CDTI coordina los programas Eureka e Iberoeka que son iniciativas para potenciar los acuerdos de cooperación tecnológica y de transferencia de tecnología entre empresas de España y Europa o Iberoamérica, respectivamente. Una vez que un proyecto ha sido aprobado por el programa Eureka o Iberoeka, recibe un “sello de calidad” que, además de ser un elemento promocional y de reconocimiento tecnológico para la compañía, le hace acreedora de una financiación pública. Con el fin de aumentar y diversificar la cooperación tecnológica internacional, el CDTI firmó acuerdos con el TORCH (Centro gestor del Programa Chino de Alta Tecnología Industrial) y el Consejo de Investigaciones Científicas de Canadá para el establecimiento de un Programa Bilateral de Cooperación Tecnológica entre España y China (Chineka) y España y Canadá (Canadeka). El objetivo es impulsar la competitividad de las economías de ambos países apoyando el desarrollo conjunto de productos, procesos o servicios orientados a los mercados internacionales a través de proyectos de I+D+i.

El Programa Marco es la principal iniciativa comunitaria de fomento y apoyo a la I+D en la Unión Europea, financiando fundamentalmente actividades de investigación básica, desarrollo tecnológico, demostración e innovación en régimen de colaboración transnacional entre empresas e instituciones de investigación pertenecientes tanto a los países de la Unión Europea y Estados Unidos como de terceros países. Las actividades de investigación del VI Programa Marco, en vigor hasta Diciembre del 2006, se han centrado en las siguientes prioridades temáticas, cada una con su propio presupuesto:

- Genómica y biotecnología para la salud
- Sociedad de la información
- Nanotecnologías, nuevos materiales y procesos de producción
- Aeronáutica y espacio
- Calidad y seguridad alimentaria
- Cambio global, desarrollo sostenible y ecosistemas
- Ciudadanos y gobernanza en la sociedad del conocimiento

Por otro lado, ERANET ha sido una herramienta del VI Programa Marco para promover la coordinación y eventual apertura de programas nacionales y regionales de I+D+i gestionados por los Estados Miembros. La financiación proviene de fondos de los países interesados y de la propia Comisión Europea.

Las líneas prioritarias del VII Programa Marco, que abarca desde el 2007 hasta el 2011, se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Líneas prioritarias y presupuestos del VII Programa Marco

Línea Prioritaria	Presupuesto (billones €)
Salud	6
Alimentación, agricultura y pesca, biotecnología	1,9
Tecnologías de la información y la comunicación	9,1
Nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción	3,5
Energía	2,3
Medioambiente (incluyendo cambio climático)	1,8
Transporte (incluyendo aeronáutica)	4,1
Ciencias socio-económicas y humanidades	0,61
Espacio	1,4
Seguridad	1,4

Los beneficiarios del Programa PROFIT son empresas, agrupaciones o asociaciones de empresas, centros privados de investigación y desarrollo sin ánimo de lucro y entidades de derecho público. El objetivo de este Programa es apoyar y favorecer, a través de subvenciones y préstamos:

- proyectos de investigación industrial,
- estudios de viabilidad técnica previos a actividades de investigación industrial o de desarrollo,
- proyectos de desarrollo tecnológico,
- actuaciones de difusión de los resultados de las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, dirigidas a todas las entidades de los sectores empresariales y proyectos y actuaciones favorecedoras de la participación en Programas Internacionales de I+D.

Actualmente existen ayudas para fomentar la contratación de personal investigador por parte de las empresas. Sin embargo, son pocas las ayudas que ofrece el Estado para mejorar la capacidad de desarrollo del personal contratado con alto grado de experiencia. Una posible solución podría ser que la Administración subvencionara cursos para incentivar la capacidad de desarrollo del personal y por tanto, la innovación en la empresa.

4.3. LÍNEAS TECNOLÓGICAS DEL SECTOR EN EL PLAN NACIONAL DE I+D

Los objetivos del plan nacional de I+D son variados y se resumen de la siguiente manera:

- Favorecer la realización de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que incrementen la capacidad tecnológica del sistema ciencia-tecnología-empresa
- Extender y optimizar el uso, por parte del sistema ciencia-tecnología-empresa, de las infraestructuras públicas y privadas de investigación
- Impulsar y facilitar la participación del sistema ciencia-tecnología-empresa español en programas internacionales de cooperación en investigación y desarrollo tecnológico
- Intensificar y extender la cultura de la cooperación en investigación y desarrollo tecnológico entre todos los agentes del sistema ciencia-tecnología-empresa, favoreciendo proyectos más amplios y que cubran el máximo de actividades de la cadena de valor
- Incentivar la realización de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que atiendan a la eficiencia energética, reduciendo las emisiones de gases que provoquen el efecto invernadero

Los tipos de proyectos y actuaciones apoyables en el Plan Nacional son los siguientes:

- Proyectos de investigación industrial
- Estudios de viabilidad técnica previos a actividades de investigación industrial o de desarrollo
- Proyectos de desarrollo tecnológico
- Acciones complementarias como difusión de resultados, organizaciones de congresos, seminarios, etc
- Actuaciones favorecedoras de participación en programas EUREKA, IBEROEKA y Programa Marco de la UE
- Proyectos de investigación del Plan Nacional de Ciencias Sociales, Económicas y Jurídicas

El vigente Plan Nacional de I+D+I para el período 2004-2007 contempla, al igual que el VI Programa Marco de la UE, la **Nanotecnología** y la conservación y utilización sostenible de los recursos en el **Medio Ambiente** como líneas prioritarias.

Las áreas temáticas del Plan Nacional de I+D (2004-2007) son las siguientes:

- ÁREA DE CIENCIAS DE LA VIDA
 - Programa nacional de biomedicina
 - Programa nacional de tecnologías para la salud y el bienestar
 - Programa nacional de biotecnología
 - Programa nacional de biología fundamental
- ÁREA DE RECURSOS NATURALES Y TECNOLOGÍAS AGROALIMENTARIAS Y MEDIOAMBIENTALES
 - Programa nacional de recursos y tecnologías agroalimentarias
 - Programa nacional de recursos naturales y tecnologías medioambientales

- Programa nacional de biodiversidad y ciencias de la tierra
- ÁREA DE CIENCIAS DEL ESPACIO, MATEMÁTICAS Y FÍSICA
 - Programa nacional de espacio
 - Programa nacional de astronomía y astrofísica
 - Programa nacional de física de partículas
 - Programa nacional de matemáticas
 - Programa nacional de física
- ÁREA DE ENERGÍA
 - Programa nacional de energía
- ÁREA DE QUÍMICA, MATERIALES Y DISEÑO Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
 - Programa nacional de ciencias y tecnologías químicas
 - Programa nacional de materiales
 - Programa nacional de diseño y producción industrial
- ÁREA DE SEGURIDAD Y DEFENSA
 - Programa nacional de defensa
 - Programa nacional de seguridad
- ÁREA DE TECNOLOGÍAS DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN
 - Programa nacional de tecnologías electrónica y de comunicaciones
 - Programa nacional de tecnologías informáticas
 - Programa nacional de tecnologías de servicios de la sociedad de la información
- ÁREA DE TRANSPORTE Y CONSTRUCCIÓN
 - Programa nacional de medios de transporte
 - Programa nacional de construcción
- ÁREA DE HUMANIDADES, CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
 - Programa nacional de humanidades
 - Programa nacional de ciencias sociales, económicas y jurídicas

El área temática más relevante para el sector de los recubrimientos y tintas es el de Química y Materiales, y en menor medida el de Tecnologías Medioambientales.

Dentro del área de recursos naturales y tecnologías agroalimentarias y medioambientales está el programa nacional de recursos naturales y tecnologías medioambientales. Este programa apoya proyectos con los siguientes fines:

- Proyectos cuya justificación y meta principal sea la mejora medioambiental de procesos y productos
- Proyectos que faciliten la adaptación más eficiente de los productos, servicios y procesos productivos a las normativas medioambientales vigentes, con fecha fija de entrada en vigor o en preparación
- Proyectos que traten de contribuir a la realización de políticas medioambientales explícitas
- Proyectos de tratamiento de emisiones líquidas, gaseosas y de residuos sólidos que se apoyen en energías renovables

Dada la relevancia del área de química y materiales, se tratará en más detalle los subprogramas que lo componen.

PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS QUÍMICAS

Una relación de contenidos que pueden definir el ámbito científico-tecnológico de este programa nacional es la siguiente:

- Síntesis y reactividad química
- Catálisis
- Métodos y técnicas instrumentales de análisis
- Técnicas espectroscópicas, estructurales y nueva instrumentación en química
- Dinámica de las reacciones químicas
- Electroquímica
- Química del estado sólido y nuevos materiales
- Ingeniería química
- Química teórica, cuántica y computacional
- Química y tecnología del medio ambiente
- Química biológica o de la vida
- Innovación y mejora de procesos químicos
- Reactores químicos y procesos catalíticos
- Diseño integrado y control de procesos
- Operaciones y procesos de separación y purificación
- Mejora del ciclo de vida de productos
- Innovación y mejora de productos químicos y formulaciones
- Aplicación, análisis y ensayos de productos químicos
- Reciclado y valorización de residuos y subproductos
- Modelización y simulación de procesos y productos
- Mejores técnicas disponibles

Este programa está dividido en 2 subprogramas:

- ✓ Subprograma nacional de investigación química básica
- ✓ Subprograma nacional de investigación química orientada
 - Desarrollo de procesos químicos
 - Operaciones avanzadas de separación
 - Innovación y desarrollo de productos químicos y su aplicación
 - Procesos químicos y desarrollo sostenible (química verde)
 - Tecnologías de fabricación de celulosa y papel

PROGRAMA NACIONAL DE MATERIALES

Las prioridades de este programa están relacionadas con los siguientes aspectos:

- Actividades de I+D para la mejora de materiales, procesos, productos y servicios relacionados con los materiales considerados convencionales y que tienen un claro efecto tractor en la economía, siendo el soporte base del tejido industrial del país. En este contexto, se incluyen la industria del acero y otros productos metálicos, los materiales cerámicos, plásticos y sus componentes
- I+D en materiales y procesos en los que determinados sectores de la industria del país son altamente dependientes. En este contexto se incluyen las necesidades de investigación en algunas aleaciones ligeras, superaleaciones y otras aleaciones para aplicaciones de elevada temperatura, cerámicas de ingeniería, biomateriales y otros materiales funcionales, necesarios para el desarrollo de productos de alto valor económico y estratégico
- Las actividades de I+D en materiales y procesos considerados más emergentes como son las micro y nanotecnologías, nanociencias, materiales para sistemas y estructuras inteligentes y otros

Las prioridades temáticas son las siguientes:

- ✓ Nuevos materiales y estudio de su fenomenología física y química
 - Nuevos materiales
 - Teoría y fenomenología física y química
 - Nanotecnologías y nanociencias
- ✓ Desarrollo y procesado de materiales
 - Modelización y simulación de materiales, procesos y comportamiento en servicio
 - Desarrollo de materiales con elevadas prestaciones
 - Procesos de elaboración y transformación de materiales
- ✓ Desarrollos orientados a las aplicaciones (construcción, transporte, tecnologías químicas, energías renovables, espacio, maquinaria y bienes de equipo, etc.)
- ✓ Tecnologías de apoyo (nuevas técnicas y equipos)

PROGRAMA NACIONAL DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Los subprogramas de forman este programa son los siguientes:

- ✓ Investigación y desarrollo de las tecnologías básicas
- ✓ Tecnologías de diseño industrial
- ✓ Concepción y desarrollo de productos y servicios
- ✓ Procesos, componentes, medios y sistemas de producción
- ✓ Sostenibilidad de los productos y sistemas de fabricación en todo su ciclo de vida
- ✓ Gestión de la información y la organización de la producción

Cabe señalar la vinculación de todos estos programas con otros programas internacionales tales como Eureka, Iberoeka y el Programa Marco de la UE, en el que figuran diversos campos prioritarios de investigación como Nanotecnologías, Desarrollo Sostenible, Genómica, Seguridad, Alimentos y Salud.

5. CONCLUSIONES

En España la participación en I+D es todavía inferior a la de los países de nuestro entorno. Para disminuir esta diferencia, el Gobierno está apostando por la mejora de la capacidad tecnológica de las empresas mediante su apoyo a la I+D+i. Por su parte, algunas empresas del sector, especialmente las más fuertes, son conscientes de la necesidad de invertir en I+D para adecuarse a los nuevos tiempos y seguir manteniendo la competitividad. La innovación en el sector de los recubrimientos y las tintas va en dos sentidos: nuevos desarrollos en el campo de las formulaciones y sistemas de fabricación, e innovaciones en el empleo y utilidad de los productos. Por ello, las empresas del sector invierten en el desarrollo de nuevos productos y aplicación de nuevas tecnologías de proceso, lo que implica invertir grandes sumas de dinero en las más modernas instalaciones y equipos. Sin embargo, aún son muchas las empresas que no consideran el desarrollo tecnológico como parte de su estrategia empresarial, por lo que si no cambian la mentalidad estarán abocadas al fracaso y a la desaparición.

Actualmente entre las líneas prioritarias del sector de los recubrimientos y las tintas se encuentra la adecuación medioambiental. Prácticamente todas las empresas del sector están trabajando y desarrollando productos medioambientalmente inocuos para que se adapten a la normativa vigente. Sin embargo, son pocas las que siguen las tendencias mundiales relativas al desarrollo de productos con propiedades o características especiales y superiores. En este aspecto es necesario potenciar la transferencia de conocimiento entre las universidades, institutos y centros de investigación y el tejido empresarial, tanto desde el punto de vista de ayudas y subvenciones, como desde el punto de vista de cambio de mentalidad empresarial, con el fin de posicionar tecnológicamente a España entre los países líderes del sector.

El uso de tecnologías emergentes como la nanotecnología es muy limitado. A pesar del importante potencial tanto científico-tecnológico como económico, que presenta la nanotecnología, los instrumentos de política científica españoles le han dedicado una atención muy limitada. Sólo a partir del Plan Nacional de I+D+i 2004-07 se contempla una acción estratégica en Nanotecnología, pero aún es demasiado pronto para valorar los resultados. Sin embargo, el sector empresarial de los recubrimientos y tintas no se involucra lo suficiente en la actividad nano.

En la siguiente matriz DAFO se resume la situación tecnológica del sector de los recubrimientos y tintas en España.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">▪ Ayudas y subvenciones para mejorar la calidad y competitividad de las empresas mediante acciones de I+D+i▪ Capacidad de desarrollo de nuevos productos	<ul style="list-style-type: none">▪ Dificultad a la adaptación de nuevas tecnologías▪ Alto coste de la nanotecnología
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none">▪ Realización de grandes esfuerzos para adaptarse a la normativa medioambiental▪ Posición consolidada del sector▪ Fabricación de productos diversos y sectores de aplicación heterogéneos	<ul style="list-style-type: none">▪ Poca mentalidad innovadora▪ Pérdida de competitividad por invertir poco en actividades de I+D▪ Necesidad de cambio de equipos para adaptarse a nuevas tecnologías