

1

CUADERNOS CDTI DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Cuadernos CDTI de Innovación Tecnológica

El Sector del Espacio desde una Perspectiva Económica

Noviembre 2005



Centro para el Desarrollo
Tecnológico Industrial

Índice

- 1. El sector del espacio: orígenes, definición y estructura*
- 2. La intervención pública en el sector*
 - 2.1. Justificación de la intervención pública*
 - 2.1.1. Factores estratégicos*
 - 2.1.2. Factores económicos: fallos de mercado*
 - 2.1.2.1. El espacio como bien público*
 - 2.1.2.2. El sector del espacio, industria de alta tecnología intensiva en I+D+i*
 - 2.2. Trabajos empíricos: impacto económico y tecnológico de la actividad espacial*
- 3. Análisis de la situación actual del sector en España*
 - 3.1. Orígenes y evolución*
 - 3.2. El sector espacial como industria de alta tecnología: principales indicadores nacionales*
 - 3.3. Estructura del mercado: oferta y demanda*
 - 3.3.1. El lado de la demanda*
 - 3.3.2. El lado de la oferta*
 - 3.3.3. La productividad de la industria española en un contexto internacional*
 - 3.4. Retos para la industria espacial española*
 - 3.4.1. La función del Estado*
 - 3.4.2. El nuevo entorno internacional*
- 4. Bibliografía*

1. EL SECTOR DEL ESPACIO: ORÍGENES, DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA¹

La actividad espacial ha estado, desde sus orígenes, vinculada a aspectos históricos y políticos que han determinado su recorrido y evolución hasta lo que hoy conocemos como sector espacial. En este recorrido hay un hecho que resulta clave: la transformación del espacio desde objeto de exploración a objeto de explotación económica.

Aun teniendo en cuenta los avances tecnológicos de la primera mitad del siglo XX, fueron las circunstancias políticas de la guerra fría las que verdaderamente marcaron el inicio de la actividad espacial, a través de la financiación pública de programas científicos. Desde la creación de la NASA, en 1958, el presupuesto que Estados Unidos dedicó a actividades espaciales se multiplicó por ocho en diez años, hasta aproximarse a los 7.000 millones de dólares anuales entre 1964 y 1967².

Con el final de la guerra fría, a principios de los años 90, la vertiente político-militar del espacio perdió fuerza, al tiempo que disminuyeron drásticamente los presupuestos de defensa de los Estados Unidos³. En este contexto, los problemas de financiación cobraron especial importancia y las soluciones se plantearon básicamente desde dos frentes: los Estados recurrieron a la cooperación internacional y el sector privado se concentró en la explotación comercial de nuevas aplicaciones espaciales, como las telecomunicaciones o la observación de la Tierra⁴.

Hoy en día, la actividad espacial comprende la puesta en marcha de sistemas que permiten la exploración, el estudio y la explotación del espacio mediante el uso de los recursos naturales, industriales e intelectuales necesarios para ello. A través del establecimiento de toda una infraestructura espacial, como satélites o sistemas de navegación al servicio de la sociedad, se articula lo que entendemos por explotación del espacio, ya sea bajo la forma de prestación de servicios públicos o como comercialización de servicios privados.

¹ Una aproximación estadística al sector espacial siempre encuentra dificultades a la hora de identificar fuentes fiables. La razón estriba en que este sector no está reconocido como una categoría independiente en las clasificaciones industriales existentes, como la europea CNAE o la ISIC, sino incluido en otros sectores más amplios, fundamentalmente en la industria aeroespacial. Por lo tanto, los datos que aparecen en este informe se referirán, cuando sea posible, al sector espacial, y, en su defecto, a la industria aeroespacial. Véase Hertzfeld, H.R. y Fouquin, M. (2004) *Socioeconomic conditions and the space sector*. OCDE report.

² Sadeh, E. y Vlachs, E. (1998) *Human mission from Planet Earth: technology assessment and social forecasting of Moon/Mars synergies*. Working Paper 98-018.

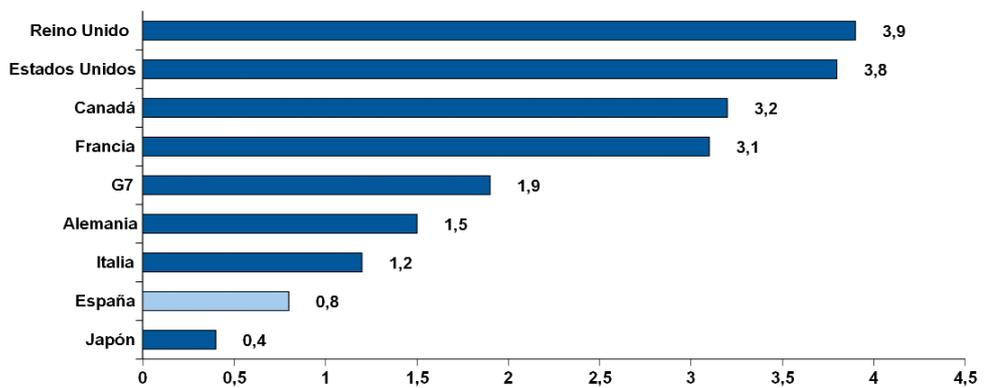
³ El presupuesto para actividad espacial militar en Estados Unidos pasó del 0,25% del PIB en 1991 al 0,15% en 1996. OCDE (2004b) *Space 2030: Exploring the future of space applications*.

⁴ En el proceso de liberalización de los mercados, dos hitos han contribuido al despegue y posterior evolución del sector espacial privado: el Acuerdo sobre Telecomunicaciones de la OMT (1997) y la *Orbit Act* de EE.UU. (2000), que impulsó la privatización de algunas agencias internacionales importantes.

La estructura de la industria espacial se define, en líneas generales, a través de cuatro segmentos de mercado⁵: infraestructuras (con el 53% de las ventas totales), servicios vía satélite (38%), uso de información relacionada con el espacio (7%) y servicios de apoyo (2%).

En términos de contribución al valor añadido industrial, el sector aeroespacial (aeronáutica más espacio) representa en los países del G7 algo menos del 2%, e incluso en Reino Unido y Estados Unidos, países líderes por su producción, es inferior al 4% (véase el Gráfico 1).

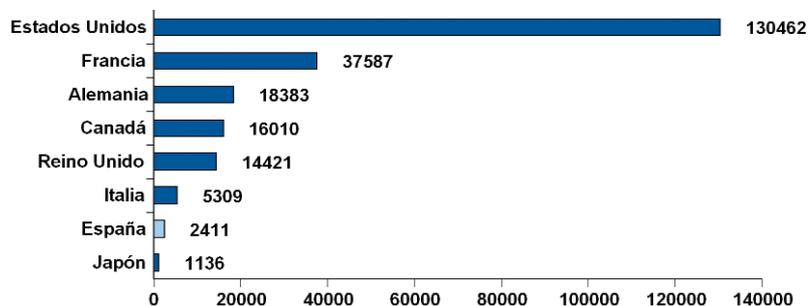
Gráfico 1: Participación aeroespacial en el valor añadido industrial
2003 ó último año disponible, %



Fuente: OCDE (2005) *STAN Industry Database Vol 2005 release 04*

Estados Unidos es el país que domina el mercado en todos los aspectos, copando casi el 60% de la producción aeroespacial total de los miembros del G7. Le siguen por orden de importancia Francia, con el 17%, Alemania, con un 8%, Canadá (5%), Reino Unido (6%), Italia (2%) y Japón (con el 1%), como puede verse en el Gráfico 2.

Gráfico 2: Producción en la industria aeroespacial
2003 ó último año disponible
Millones de \$ utilizando PPP



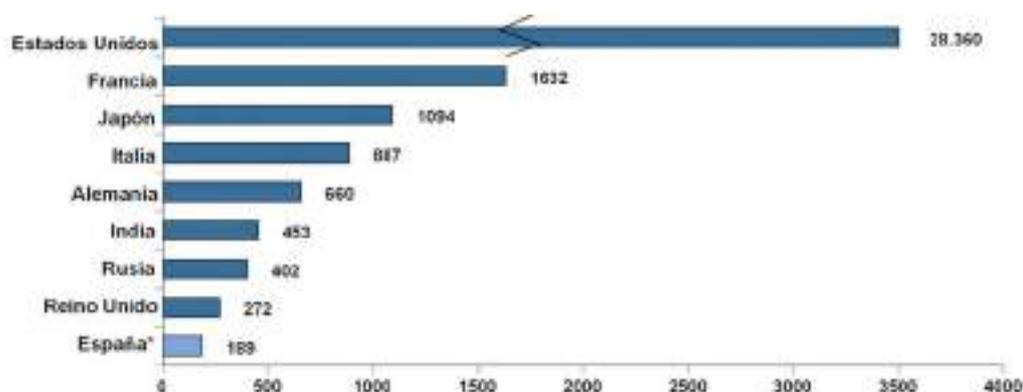
Fuente: OCDE (2005) *STAN Industry Database Vol 2005 release 04*

⁵ Esta clasificación se recoge en Space Business (2004b) *State of the Space Industry 2004*. Según Futron Corporation (2003) *The state of the space industry*, se distinguen los siguientes segmentos: fabricación de satélites (14% de los ingresos totales), servicios de satélites (57%), servicios de apoyo terrestre (25%) e industria de lanzamiento (4%).

A escala mundial, la dimensión económica del sector espacial se valoraba en unos 144.000 millones de euros en 2003⁶, cifra que incluye tanto la parte institucional como la comercial.

La parte institucional del sector espacial, que comprende los presupuestos de gobiernos y agencias espaciales dedicados a programas civiles y militares relacionados con el espacio, alcanzó en 2003 los 43.500 millones de euros. La distribución por países de este presupuesto (Gráfico 3) deja de manifiesto el liderazgo de Estados Unidos con un presupuesto público de 28.360 millones de dólares en 2002, seguido muy de lejos por Francia y Japón, con un presupuesto de 1.632 y 1.094 millones de dólares, respectivamente.

Gráfico 3: Presupuesto público para programas espaciales
2003 ó último año disponible
Millones de \$



Fuente: OCDE (2004b) *Space 2030: Exploring the future of space applications*

* Para España se ha utilizado como fuente datos propios del CDTI (2004)

Atendiendo al reparto entre civil y militar de la parte institucional, podemos observar (Gráficos 4 y 5) que de los 43.500 millones de euros, la mayor parte corresponde a aplicaciones civiles (25.200 millones de euros) y el resto, un 42%, a programas militares (18.300 millones de euros). Dentro de la parte civil, tenemos que Estados Unidos, Europa y Japón concentran el 94% del gasto, con un claro liderazgo del primero cuyo gasto público civil supone un 63% del total. La importancia de Estados Unidos es todavía mayor en el ámbito militar, ya que el 95% del gasto público espacial militar corresponde a este país.

⁶ ESA (2004a) *The European space sector in a global context*. ESA's Annual Analysis 2003. European Space Agency Council.

Gráfico 4: **Gasto público espacial civil**
(25.200 millones €)
2003

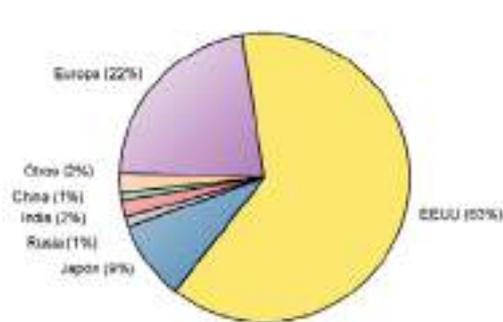
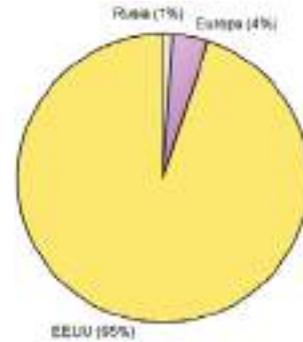


Gráfico 5: **Gasto público espacial militar**
(18.300 millones €)
2003



Fuente: ESA(2004a) *The European space sector in a global context*. ESA's Annual Analysis 2003. European Space Agency Council

Por otra parte, la parte comercial del sector espacial incluye los ingresos generados por las aplicaciones comerciales tanto públicas como privadas en el campo de las telecomunicaciones, la observación de la Tierra y la navegación. En el año 2003 la industria espacial generó en todo el mundo una facturación cercana a los 97.000 millones de dólares, de los que más de la mitad corresponden al segmento de infraestructuras. Las previsiones para los próximos años apuntan a un crecimiento continuado de la cifra de negocio, de manera que entre 2004 y 2009 este sector crecería más de un 30%. Los mayores incrementos se esperan en los segmentos de servicios de satélites (un 46%) y en el uso comercial de la información proveniente del espacio (con un 68% de variación).

2. LA INTERVENCIÓN PÚBLICA EN EL SECTOR

Hoy en día el peso del sector público en la industria espacial es de gran importancia. En la actualidad, la Administración cubre aproximadamente el 70% del mercado global de las actividades espaciales. En Europa, los pedidos de la industria espacial provienen a partes iguales del Estado y del mercado comercial, mientras que en Estados Unidos, las tres cuartas partes del volumen de negocio proceden de los pedidos de la NASA y del Ministerio de Defensa⁷.

A pesar de que a mediados de los años 80, las previsiones más optimistas apuntaban a que el mercado comercial sustituiría en unos años buena parte de la financiación de los gobiernos como principal cliente de la industria espacial, la realidad muestra que, debido a diversos factores, como el incremento del gasto en defensa y las dificultades económicas que atravesó Occidente en los primeros años de los 90, estas previsiones están lejos de cumplirse.

En consecuencia, habida cuenta de la cantidad ingente de fondos que los Estados más desarrollados invierten en la actividad espacial y de la relevancia económica de este sector, una pregunta importante es: ¿qué razones económicas y/o de otra índole justifican la intervención pública?

2.1. Justificación de la intervención pública

La intervención del sector público en la actividad espacial responde a factores estratégicos y a factores económicos. A continuación se analizan ambos.

2.1.1. Factores estratégicos

Tal y como se afirma en el Libro Verde de política espacial europea⁸, “*toda potencia espacial es sinónimo de voluntad política*”. Así lo demuestra la evolución histórica del sector, tanto en Estados Unidos como en Europa, o en potencias espaciales emergentes como China, la India y Brasil.

El interés de las autoridades políticas en garantizar un acceso independiente a la tecnología espacial se explica por la gran importancia que sus aplicaciones han demostrado tener tanto en el ámbito civil como en el militar. En términos generales, el mundo actual, el de la sociedad de las comunicaciones y la información, depende de forma crucial de las tecnologías generadas en los sistemas espaciales para poder seguir avanzando en muchos aspectos, tanto del ámbito empresarial (finanzas, comercio electrónico, etc.), como del personal (telemedicina, educación a distancia, teletrabajo, etc.). Asimismo, las aplicaciones espaciales son de gran ayuda en la previsión y solución de dos de los grandes problemas de hoy en día: la seguridad y el cambio climático. Los sistemas de vigilancia vía satélite permiten

⁷ Comisión Europea (2003a) *Libro verde sobre la política espacial europea*.

⁸ Véase nota 7.

anticiparse a los desastres climáticos, así como gestionar de forma más eficiente las reservas de recursos naturales. Adicionalmente, las tecnologías de teledetección y posicionamiento y las comunicaciones vía satélite son de gran utilidad en la gestión de conflictos bélicos o los ataques terroristas.

En consecuencia, dada la importancia que tiene el acceso al espacio en campos críticos como las comunicaciones, la defensa y el medioambiente, es razonable que los gobiernos inviertan estratégicamente en este sector, con la finalidad de posibilitar un acceso adecuado a sus ciudadanos a estos avances. En este sentido, la orientación de la política espacial de cada Estado vendrá determinada por la estrategia nacional que se considere más adecuada. En el caso de España, tanto en el pasado como en la actualidad, la mayor parte de las actuaciones públicas se han desarrollado en el marco de la ESA, aunque hay también iniciativas de carácter exclusivamente nacional, como el conjunto de satélites que pertenecen a Hispasat.

2.1.2. Factores económicos: fallos de mercado

El análisis económico establece que los “fallos de mercado” se producen cuando se incumple alguno de los supuestos de la denominada “competencia perfecta”⁹. Si esto ocurre, la asignación de recursos (producción y consumo) que resulta de dejar a las empresas y a los consumidores tomar sus decisiones con arreglo a criterios de mercado (sin la intervención pública) no es eficiente, y es, por tanto, deseable que el Estado actúe para alcanzar un resultado mejor.

Las peculiaridades del sector del espacio que determinan la existencia de fallos de mercado son, por un lado, su naturaleza de “bien público” (en diversas dimensiones) y, por el otro, su carácter de industria de alta tecnología intensiva en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

2.1.2.1. El espacio como bien público

Los bienes públicos se caracterizan por dos rasgos esenciales: la “no-exclusividad” (no es posible impedir a nadie su uso una vez producidos) y la “no-rivalidad” (la cantidad disponible del bien para otros consumidores no disminuye con el número de personas que lo consumen). Un ejemplo típico de bien público lo constituye la iluminación de las calles: una vez encendidas las farolas por la noche no es posible impedir que cualquiera que pase por la calle se beneficie de su luz (se cumple la “no-exclusividad”), a la vez que no empeora la visibilidad a medida que la calle está más transitada (se da la “no-rivalidad”). Los bienes con estas características implican que nadie esté dispuesto a producirlos privadamente, ya que, a través de meras transacciones económicas, resulta imposible apropiarse de todo el valor que generan. Esta idea está relacionada con el concepto de “externalidades”, es

⁹ Estos supuestos son: 1. Consumidores y empresas sin capacidad para influir en los precios, 2. Precios que reflejan toda la información relevante en el mercado, 3. No existe incertidumbre y todos los agentes disponen de la misma información, 4. Existen mercados para todos los bienes.

decir, efectos que se producen sin estar recogidos en el precio del bien¹⁰. Por todo lo anterior, la única manera de disponer de este tipo de bienes es que sea el Estado quien los provea.

La actividad espacial es un bien público en, al menos, tres dimensiones: el conocimiento científico, la defensa y seguridad, y la gestión medioambiental.

En lo que se refiere al conocimiento científico, desde el comienzo de la era espacial, los satélites han servido para aumentar el conocimiento que el hombre tiene de la Tierra y del Universo al permitir observaciones en frecuencias que son absorbidas por la atmósfera y que, por lo tanto, no son asequibles con instrumentos desde nuestro planeta. Así, por ejemplo, ha sido posible la exploración del cosmos en el rango del ultravioleta, infrarrojo, rayos X y rayos gamma, permitiendo el descubrimiento de fenómenos como las estrellas de neutrones, agujeros negros y nubes de plasma interestelar e intergaláctico, así como la confirmación de la teoría sobre el nacimiento y evolución del Universo: el *big-bang*. Asimismo, las sondas espaciales han permitido revolucionar el conocimiento del sistema solar, con exploraciones *in situ* que han demostrado la existencia de agua y hielo en muchos cuerpos del sistema, abriendo la posibilidad de investigar y contrastar la existencia de vida extraterrestre. En este sentido, gracias a la exploración espacial, Marte y los satélites Europa y Titán han pasado a ser objetos de alto interés para la investigación científica de la vida en el Universo. Adicionalmente, la recogida de muestras lunares y su análisis en los laboratorios de Tierra han permitido conocer y datar en profundidad nuestro satélite, la Luna, permitiendo un mayor avance en el conocimiento de la formación del sistema solar y de la propia Luna, que según las últimas teorías es fruto del choque de un asteroide con la Tierra.

Por otra parte y a título de ejemplo, los avances médicos y farmacológicos están cada vez más ligados a la carrera espacial. Algunos experimentos no pueden realizarse en la Tierra, por lo que son cada vez más las investigaciones científicas que se llevan a cabo en el espacio en el ámbito de la biología y la medicina, así como en el campo de la física fundamental.

El carácter de bien público de la actividad espacial se pone también de manifiesto en sus aplicaciones en el ámbito de la defensa. Son numerosos los casos en que se usan los satélites con fines militares. Así, por ejemplo, la utilización de la teledetección por satélite para realizar estudios cartográficos de zonas que no serían accesibles por otros medios, permite obtener información de extrema relevancia para la planificación de operaciones. Otro ejemplo lo constituye el uso de tecnologías derivadas de la geolocalización por satélite (GPS) para guiar bombas y misiles, así como vehículos aéreos no tripulados (UAV) para vigilancia y/o ataque y para gestionar los movimientos de tropas. Por otra parte, las aplicaciones militares en el ámbito de las comunicaciones posibilitan el intercambio de información en el

¹⁰ Las externalidades son un concepto muy amplio, pero, dadas las peculiaridades del sector espacial, se considerarán con mayor atención en relación con la tecnología y la I+D+i en el apartado siguiente.

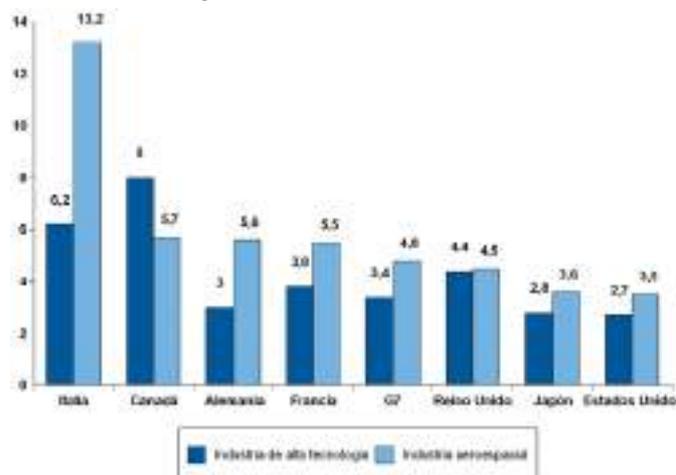
campo de batalla mediante antenas portátiles de bajo peso. Por último, una aplicación de gran relevancia en el terreno de la seguridad es la utilización de los sistemas espaciales para la deflexión de la trayectoria de los meteoritos de gran tamaño, evitando así su eventual impacto contra la Tierra y la consecuente destrucción de zonas relativamente amplias del planeta.

Por último, otra dimensión de bien público del espacio son sus múltiples aplicaciones en el campo de la gestión medioambiental y de los recursos naturales. Así, existen, en primer lugar, los satélites para la realización de predicciones meteorológicas. Otras aplicaciones menos conocidas en este ámbito son, por ejemplo, aquellas que usan los satélites de teledetección para proporcionar servicios de cartografía (de gran importancia para las tareas de planificación urbanística y de utilización del suelo), imágenes de infrarrojos (para la prevención y preparación frente a los desastres naturales), e imágenes de radar (para la detección de vertidos de petróleo, de desplazamientos verticales del terreno, etc.).

2.1.2.2. El sector del espacio, industria de alta tecnología intensiva en I+D+i

La industria aeroespacial está considerada como un sector de alta tecnología dentro de la clasificación que la OCDE elaboró a mediados de los años 80 (véase Gráfico 6). Este grupo se caracteriza por sus elevadas inversiones en I+D¹¹, lo que significa que sus bienes y servicios incorporan una gran cantidad de conocimiento. En los mercados de productos intensivos en conocimiento, tampoco se cumplen los supuestos de competencia perfecta enumerados por la teoría clásica: la existencia de externalidades, de un elevado nivel de incertidumbre y de efectos derivados de la indivisibilidad de las inversiones en I+D+i¹² impide que se alcance una asignación eficiente de recursos.

Gráfico 6: Esfuerzo en el I+D en las industrias de alta tecnología y en la industria aeroespacial 2000
% de gastos en el I+D sobre el valor industrial



Fuente: OCDE (2004b) *Space 2030: Exploring the future of space applications*

¹¹ En la OCDE, los gastos en I+D de las empresas industriales suponen, por término medio, cerca del 2% del valor añadido generado por el total de la industria, mientras que para las de alta tecnología esta cifra oscila entre el 8% de Canadá y el 3% de EEUU o Alemania.

¹² Arrow, K.J. (1962) *Economic welfare and the allocation of resources for invention*. En R. Nelson (Ed.) *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press. *Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press.

Externalidades

El nuevo conocimiento generado por una empresa en un proyecto de I+D+i tiene efectos en el resto de la sociedad que no se regulan por medio de transacciones económicas. Así, los beneficios procedentes de la innovación original pueden ser utilizados por firmas rivales u otras empresas en su propia cadena de valor (proveedores o clientes) y pueden generar beneficios sociales que van más allá de la rentabilidad obtenida por los promotores de la inversión original.

Desde este punto de vista, la intervención del Estado tiene dos objetivos. Por un lado, garantizar sistemas de protección de la propiedad intelectual (patentes) eficientes, que aseguren el máximo nivel de apropiación del conocimiento por parte de sus creadores y eviten que los incentivos para innovar disminuyan. Y por otro lado, fomentar las externalidades positivas de la I+D+i, financiando proyectos innovadores que generen conocimiento y tengan efectos en el bienestar social.

La existencia de externalidades¹³ cobra especial relevancia en la actividad espacial a través de la I+D+i. Los segmentos tecnológicos más desarrollados en la actualidad, como las comunicaciones por satélite, el transporte espacial, los sistemas GPS de navegación o el control remoto, fueron desarrollados en un primer momento por el gobierno de Estados Unidos, que posteriormente llevó a cabo un completo proceso de transferencia de tecnología hacia la industria.

Históricamente, el potente efecto de las externalidades es patente, por ejemplo, en los procesos de transferencia de tecnología desde el ámbito militar hacia la industria. Como casos destacados, se pueden citar algunas tecnologías surgidas durante la Segunda Guerra Mundial que después han originado importantes desarrollos industriales: el radar; el motor a reacción, que dio lugar a los misiles y, posteriormente, a los vuelos espaciales; la energía nuclear; los robots ideados para el manejo de material radiactivo; el transistor y los circuitos electrónicos, precursores de las primeras computadoras dedicadas a preparar tablas balísticas; o el caucho sintético, precedente de los polímeros sintéticos y de la industria del plástico¹⁴.

En el contexto de la existencia de externalidades, es fácil entender, por ejemplo, por qué el fomento de la transferencia de tecnología es un objetivo prioritario de la NASA, que cuenta con programas exclusivamente destinados a este fin. A partir de acuerdos tecnológicos y comerciales con la industria, estos programas promueven el lanzamiento comercial de nuevos productos en áreas tan diversas como sanidad, transportes, ocio, medio ambiente o informática¹⁵.

¹³ Además de las externalidades relacionadas con la transferencia de conocimiento del sector espacial a otras áreas de la economía, existen otros efectos muy positivos relacionados con el capital humano. El sector espacial se caracteriza por el elevado nivel de cualificación que presentan sus empleados. La complejidad de la tecnología espacial hace que las empresas del sector inviertan un gran volumen de recursos en la cualificación de sus trabajadores, contribuyendo a mejorar el capital humano de la economía en su conjunto, lo que constituye una externalidad positiva en sí misma.

¹⁴ Williams, T.I. (1987) *Historia de la tecnología*. Editorial Siglo XXI y Martí Sempere, C. (1998) *Tecnología de la defensa: análisis de la situación española*. IV máster de seguridad y defensa. ISDEFE Serie Verde.

¹⁵ NASA (2003) *Spinoff 2002*.

En el entorno europeo, también la ESA ha mostrado especial interés en aprovechar las externalidades que se producen a partir de sus contratos con la industria¹⁶. A este respecto, algunos estudios señalan que la interacción entre diversas disciplinas y tecnologías es el modelo que mejor se adapta a la complejidad de la actividad espacial¹⁷.

Incertidumbre y riesgo

Las inversiones en I+D+i están asociadas a un riesgo mayor que el de otras alternativas financieras. Esto es debido a que la información de la que disponen los inversores se basa en expectativas necesariamente poco definidas y su disponibilidad es asimétrica, es decir, fuera del ámbito tecnológico, los inversores potenciales no suelen tener los conocimientos técnicos precisos para una adecuada valoración.

Cualquier inversión en I+D+i se basa en un conjunto muy complejo de estimaciones sobre la probabilidad de éxito técnico del proyecto, el desarrollo de los mercados, los costes del proyecto, los costes de producción, los beneficios esperados y la reacción de los competidores. La dificultad para realizar estas estimaciones obstaculiza la toma de decisiones, ya que el riesgo económico se multiplica en relación a inversiones alternativas de otra índole.

Como se ha señalado, buena parte de la dificultad para estimar el riesgo inherente a este tipo de negocios se debe a la asimetría de información. El conocimiento tecnológico se basa en información altamente cualificada, a la que no es sencillo el acceso. Esto no favorece el buen funcionamiento del mercado de capitales para la financiación de proyectos de I+D+i. Se genera así una pérdida en términos de bienestar social, puesto que con una información de mayor calidad el número de proyectos de I+D+i financiados privadamente sería mayor. La intervención del sector público contribuye a acercar ambas posiciones y a distribuir la información de manera más homogénea.

Más concretamente, la asimetría de información desemboca en lo que se conoce como “riesgo moral” o “riesgo de manipulación”. Una vez conseguida la financiación para un proyecto de I+D+i, el empresario tiende a asumir más riesgos, ya que, en caso de fracaso, sus pérdidas estarían compartidas con inversores y acreedores, mientras que en caso de éxito, las plusvalías le corresponderían únicamente a él. Los esquemas de financiación pública que condicionan la entrega de fondos a la realización de hitos sucesivos en cada proyecto (como en el caso del CDTI), contribuyen a atenuar este riesgo moral.

Debido también a la deficiente circulación de información, los mercados financieros tienden a aplicar el mismo baremo en la evaluación del riesgo para todas las empresas encuadradas dentro de los sectores de alta tecnología. Este efecto,

¹⁶ La ESA también cuenta con un programa de transferencia de tecnología, así como publicaciones periódicas con casos de aplicaciones industriales a partir de desarrollos espaciales.

¹⁷ Cohendet, P. (2001) *Evaluating the industrial indirect effects of technology programmes: the case of European Space Agency (ESA) programmes*. OCDE.

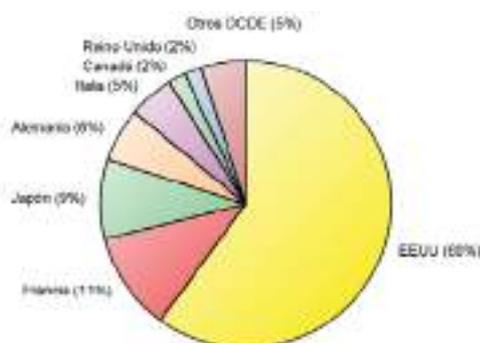
conocido como “selección adversa”, provoca que muchos proyectos interesantes desde el punto de vista tecnológico, como pueden ser los espaciales, tengan que hacer frente a condiciones crediticias muy exigentes, con lo que su obtención de financiación se ve limitada. La intervención del sector público debe garantizar que proyectos de este tipo encuentren fondos para su desarrollo.

Por otra parte, el período de maduración de una tecnología es mayor cuanto mayor es su complejidad y más relación tiene con la investigación básica. El sector espacial cumple ambas condiciones, por lo que, dentro de las industrias intensivas en I+D, es una de las que tiene mayores plazos de retorno de la inversión.

En suma, por los motivos mencionados, los sectores de alta tecnología se caracterizan por dos hechos clave: el mercado de capitales no es tan ágil como en otras actividades de menor riesgo, y, como consecuencia, la intervención pública se hace necesaria para garantizar un nivel óptimo de recursos destinados a I+D+i¹⁸.

La exploración y explotación del espacio es uno de los campos que más inversiones públicas en I+D recibe. Las últimas cifras publicadas por Eurostat¹⁹, muestran que en los países de la UE, el 5,4% del total del presupuesto público en I+D va destinado a este ámbito, porcentaje que representó, en 2002, más de 3.700 millones de euros. Esta cifra supera ampliamente el presupuesto correspondiente a Japón, de cerca de 1.800 millones de euros, pero queda muy alejada de Estados Unidos, país que destina aproximadamente 7.000 millones de euros a financiar programas de I+D espacial, más del 60% del total de los países de la OCDE (véase Gráfico 7). Es significativo comprobar, sin embargo, que, de las tres áreas, Japón es la que más ha crecido en el período comprendido entre 1997 y 2002, con un 3,7% de media, mientras que tanto la Unión Europea como Estados Unidos presentan ratios negativas, con un -0,4% y un -5,1% respectivamente.

Gráfico 7: Presupuesto público civil para I+D espacial
1999
% del presupuesto total de la OCDE



Fuente: OCDE (2004b). *Space 2030: Exploring the future of space applications*

¹⁸ Griliches, Z. (1991) *The search for R&D spillovers*. NBER working paper n° 3768.

¹⁹ Las siguientes cifras están publicadas en Eurostat (2004 y 2003) *Statistics in focus: science and technology*. La identificación de actividades relacionadas con exploración y explotación del espacio se realiza en función de los objetivos socio-económicos de los programas financiados (Clasificación NABS: *Nomenclature for the analysis and comparison of scientific programmes and budgets*.)

Indivisibilidades

Un tercer fallo de mercado que impide la adecuada asignación de recursos para I+D+i en el sector espacial es la presencia de indivisibilidades. Para llevar a cabo un proyecto de I+D+i se necesita una cierta masa crítica de recursos (gastos en I+D, recursos humanos y capacidad técnico-científica). Cuanto más complejo sea el sector en el que la empresa opera, más necesaria y decisiva será esta base tecnológica de partida. El sector espacial reúne conocimiento científico procedente de diversas disciplinas²⁰, por lo que la existencia de una determinada masa crítica es fundamental para poder obtener resultados. Estos elevados costes iniciales actúan como barreras de entrada para las pequeñas y medianas empresas, por lo que se hace necesaria la actuación pública.

Por esta razón, en Europa, donde los niveles de inversión son muy inferiores a los de Estados Unidos, el modelo que ha permitido el despegue de la tecnología espacial ha sido la puesta en común de recursos y conocimientos en proyectos compartidos, a través de la ESA, fundamentalmente.

Considerando que buena parte de la I+D espacial se realiza en un contexto de colaboración internacional, de carácter institucional, el papel del Estado como promotor de la participación de su país en estos foros es fundamental. En el contexto de la Unión Europea, según datos de Proespacio, en 2004 un 60% de la inversión pública se canalizó a través de la ESA, Eumetsat²¹ y la Comisión Europea, porcentaje que incluso supera España, donde la inversión pública destinada a estos tres frentes representó el 80% del total²².

Recapitulando, la intervención pública a favor de la actividad espacial se justifica, de un lado por motivos estratégicos, y de otro por factores económicos.

Los factores estratégicos se refieren a la importancia que tiene para el gobierno de cada país el poder acceder de forma autónoma a los avances del espacio. Dicha tecnología es de gran utilidad para las autoridades civiles y militares a la hora de enfrentarse, por ejemplo, a cualquier tipo de crisis (conflictos bélicos, desastres naturales, etc.), tanto por los datos que proporciona, como por su capacidad para facilitar las comunicaciones.

La justificación económica de la intervención pública en el sector viene dada por la presencia de fallos de mercado. Por una parte, muchas de las actividades espaciales tienen rasgos de bien público (aquellas que se encuadran en los ámbitos de la investigación científica, la seguridad y el medioambiente). Esta característica hace que los agentes privados no tengan incentivos a proveer estos servicios.

²⁰ Desde algunos foros -véase Garden, T. (1998) *Latest draft of technology trap*. Demon.-, se afirma que la ciencia espacial es un compendio de otras muchas disciplinas (química, matemáticas, psicología, etc.), aplicadas al objetivo común de explorar y explotar el espacio exterior.

²¹ Eumetsat, *European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*, es una organización intergubernamental creada por 18 Estados Miembros Europeos, entre ellos España, cuyo principal objetivo es establecer, mantener y explotar los sistemas europeos de satélites meteorológicos. Eumetsat se responsabiliza del lanzamiento y operaciones de los satélites, de la provisión de datos a los usuarios finales y contribuye a monitorizar el clima y a detectar cambios climáticos globales. Las actividades de Eumetsat están coordinadas con las organizaciones espaciales de otros países.

²² Proespacio (2004) *Memoria del año 2004*.

Por otra parte, hemos visto que el sector espacial, como industria de alta tecnología, presenta los fallos de mercado relacionados con las actividades de I+D+i: elevados costes fijos (o indivisibilidades), externalidades e incertidumbre. Por todo ello se hace necesario el apoyo por parte del Estado a estas actividades, para evitar que se produzcan en cantidades inferiores a lo socialmente deseable.

2.2. Trabajos empíricos: Impacto económico y tecnológico de la actividad espacial

El interés por cuantificar el impacto económico de la actividad espacial surgió en Estados Unidos en la segunda mitad de los años 60, cuando las circunstancias políticas (guerra de Vietnam) y económicas (incremento de los vuelos comerciales) provocaron una disminución de los fondos destinados a la actividad espacial, en beneficio de la aeronáutica y la defensa²³. Se pusieron en marcha varios proyectos para evaluar desde un punto de vista económico, tanto *micro* como *macro*, los retornos económicos que se obtenían de las inversiones públicas en la actividad espacial. Desde el punto de vista macroeconómico, estos análisis se basaban en modelos econométricos que pretendían cuantificar el factor multiplicador de la actividad. Uno de los estudios más conocidos es el realizado en 1976 por *Chase Econometric Associates* para la NASA²⁴. En él, el autor lleva a cabo una evaluación del impacto económico del gasto espacial (gasto general y gasto en I+D de la NASA). El análisis se divide en dos partes fundamentales: efectos de corto plazo (o de demanda) y de largo plazo (o de oferta).

En la primera parte, se utiliza un modelo macroeconómico para cuantificar el impacto sobre las variables macroeconómicas fundamentales de Estados Unidos de dos niveles alternativos de gasto de la NASA (alto y bajo) en 1975. Cuantitativamente, el principal resultado que se obtiene es que, sin incrementarse la tasa de inflación y manteniendo el gasto público total constante²⁵, un incremento de 1.000 millones de dólares en 1975, producía un incremento neto de 200 millones de dólares en el PNB y se creaban 20.000 nuevos empleos en el sector industrial. Cualitativamente, la conclusión fundamental es que el gasto espacial tiene un efecto a corto plazo que, si bien no difiere mucho del impacto del gasto público en general en términos de producción y empleo, se muestra menos desestabilizador en términos de inflación.

En la segunda parte, mediante un análisis de regresión, se mide el impacto del gasto en I+D realizado por la NASA sobre el progreso tecnológico de la economía de Estados Unidos. De esta forma, se obtiene que la tasa de retorno histórica (medida por la tasa interna de rentabilidad) del gasto en I+D de la NASA es del 43%. Finalmente, se utiliza la relación estimada para calcular cuál sería el efecto económico de incrementar de forma sostenida el gasto en I+D de la NASA

²³ Schnee, J. (2000) *The economic impacts of the US Space Program*. NASA.

²⁴ Evans, M. (1976) *The Economic Impact of NASA R&D Spending*. Chase Econometric Associates. NASA Historical Reference Collection.

²⁵ Se reducen proporcionalmente el resto de partidas de gasto público, hasta alcanzar una reducción de 1.000 millones de dólares, por lo que el gasto total no se ve afectado.

durante un cierto periodo de tiempo. La principal conclusión es que un incremento del gasto en I+D de la NASA de 1.000 millones de dólares de forma sostenida durante el periodo 1975-1984 produciría los siguientes efectos: en 1984, respecto al caso en que no se produjese este aumento sostenido, el PNB sería un 2% más elevado, la inflación 2 puntos porcentuales menor, se crearían 0,8 millones de empleos y la productividad del sector privado no agrario sería un 2% mayor.

Sin embargo, modelos como el anterior presentan muchas limitaciones y, en las siguientes décadas, recibieron críticas debido a su simplicidad y a que, en realidad, el efecto multiplicador está asociado a cualquier tipo de gasto público, no necesariamente como un incremento de productividad total, sino como una redistribución de los recursos.

Paralelamente a los modelos basados en multiplicadores, otros autores se centraron en analizar el impacto de programas concretos financiados en el ámbito de la NASA y, más adelante, de la ESA u otras agencias gubernamentales²⁶. Las críticas que reciben algunos de estos estudios de casos se refieren, por una parte, a la excesiva simplificación con la que se realizan, y por otra, al desmesurado alcance que se quiere dar a sus conclusiones, intentado justificar las inversiones en el área espacial a través de casos muy concretos²⁷.

Estudios recientes tienen en cuenta las limitaciones de los modelos desarrollados anteriormente y adoptan una perspectiva más realista, asumiendo que es difícil cuantificar la rentabilidad de unas inversiones cuyos objetivos no son únicamente de naturaleza económica, sino que están también relacionados con otros aspectos, ya sean políticos, tecnológicos, científicos o sociales. Por lo tanto, además de evaluar el impacto económico, conviene considerar otros aspectos, relacionados especialmente con la importancia científica y tecnológica de la actividad espacial y también con otros intangibles²⁸ que se atribuyen a este campo, factores todos ellos difíciles de captar económicamente.

Como se ha comentado con anterioridad, desde el punto de vista científico y tecnológico, uno de los principales atributos que se reconoce al sector espacial es su función en la dinámica de transferencia de conocimiento. El espacio es capaz de aglutinar los esfuerzos investigadores de numerosas disciplinas, generar nuevas aplicaciones de gran impacto en otros sectores industriales esenciales para el modelo económico actual y acercarlas a la población a través de la prestación de servicios públicos que realiza su principal cliente, el gobierno. En este escenario, los trabajos empíricos se podrían centrar en cualquiera de los tres flujos, pero lo más habi-

²⁶ Schnee, J. (2000) *The economic impacts of the US Space Program*. NASA. Se mencionan varios casos, como los semiconductores y la industria informática o los satélites meteorológicos.

²⁷ Cohendet, P. (2001) *Evaluating the industrial indirect effects of technology programmes: the case of European Space Agency (ESA) programmes*. OCDE.

²⁸ La evaluación de los factores intangibles asociados a la actividad espacial, como el prestigio nacional o la influencia geopolítica, plantea un reto mucho más ambicioso, ya que son atributos muy difíciles de cuantificar, aunque la historia muestra que son decisivos a la hora de invertir en espacio. Esta vía sigue abierta y dará lugar, previsiblemente, a nuevos trabajos de investigación en el futuro. Véase nota 30.

tual es que se considere la transferencia de conocimiento hacia otros sectores industriales, en forma de efectos indirectos o *spinoffs*²⁹.

Un ejemplo lo constituye el estudio realizado por P. Cohendet, aplicado a los programas de la ESA³⁰. En él se presenta una metodología para evaluar programas públicos diseñados para estimular la economía y, más concretamente, cuantificar los efectos indirectos que se generan. A modo de ejemplo se aplica para medir los impactos de proyectos implementados por la ESA.

En el desarrollo de los programas espaciales se pueden identificar dos tipos de relaciones contractuales: las que se producen entre los gobiernos de los Estados Miembros y la ESA, y las que se dan entre ésta y sus empresas contratistas. El autor denomina a los efectos que se producen como consecuencia de la primera relación Efectos Sociales, mientras que los que se derivan de la segunda denomina Efectos Industriales. A su vez, ambos tipos de efectos pueden ser de tipo Directo (si corresponden a objetivos especificados en las relaciones contractuales que componen el programa) o Indirecto (si no se recogen explícitamente como objetivos). Así, se tienen cuatro tipos: Efectos Sociales Directos (mejora de las telecomunicaciones, meteorología, etc.), Efectos Sociales Indirectos (redistribución, estabilización, comercio, etc.), Efectos Industriales Directos (estímulo de la actividad, empleos, etc.) y Efectos Industriales Indirectos³¹. El principal objetivo de este estudio es presentar una metodología que permita cuantificar los Efectos Industriales Indirectos, o como se denomina en este trabajo, *spinoffs*.

El término *spinoff* se usa frecuentemente para referirse a tecnologías desarrolladas en el ámbito de los programas espaciales y que son utilizadas posteriormente en otro tipo de actividades. Sin embargo, en este trabajo, se entiende el término de un modo más amplio para describir todas las vías por las cuales lo que se ha aprendido en el curso de un programa espacial es utilizado por la propia empresa en otro contexto. En este sentido, los *spinoffs* no se restringen a las transferencias de tecnología, sino que también pueden ser considerados como tales la introducción de nuevos métodos organizativos, el fortalecimiento de la colaboración, la mejora del *know-how* de los trabajadores, etc.

El ejercicio consiste en medir qué parte del incremento en el valor añadido y qué parte del valor de la masa crítica (capital humano) de la empresa se debe a su relación con la ESA, bien mediante variables económicas conocidas, bien a través de encuestas realizadas a los gestores de las empresas. En el estudio se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología a los programas de la ESA en dos periodos (que denominan ESA 1980 y ESA 1988).

²⁹ Más adelante se explicará más precisamente este concepto.

³⁰ Cohendet, P. (2001) *Evaluating the industrial indirect effects of technology programmes: the case of European Space Agency (ESA) programmes* OCDE.

³¹ El concepto *spinoff* se identifica en este trabajo como Efectos Industriales Indirectos, es decir efectos sobre la actividad de las empresas contratistas como consecuencia de su relación contractual con la ESA y que no se encuentran recogidos explícitamente como objetivos del contrato. Los *spinoffs* pueden darse en todas las actividades de la empresa (no espaciales y espaciales en el ámbito de los proyectos de la ESA o espaciales fuera de este ámbito). Cuando los *spinoffs* se producen en las actividades no espaciales de la empresa se denominan *fall-outs*.

El primer resultado a destacar es la ratio efectos/contratos. Esta cifra indica que de cada 100 unidades monetarias que pagaba la ESA a sus contratistas para la realización de los programas, se generaban 290 unidades, en el primer periodo, y 320, en el segundo, en forma de *spinoffs*, lo cual constituye una elevada rentabilidad industrial indirecta de los programas de la ESA. Como segunda conclusión importante, se ofrecen los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los gestores de las empresas para saber qué porcentaje de los efectos de los contratistas se debe a sus actividades con la ESA. Lo más destacable en este aspecto es el incremento de la influencia de la ESA en el Efecto Tecnológico y del Capital Humano, con la consecuente reducción en el Organizativo y Comercial.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR EN ESPAÑA

3.1. Orígenes y evolución

España inicia su actividad en el espacio con las primeras relaciones entre el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y la NASA, formalizadas en forma de intercambios de información y personal sobre temas aeronáuticos en 1951. Estos contactos se articularon en una colaboración entre INTA y NASA que continúa en la actualidad. Esta relación dio lugar a las primeras instalaciones espaciales en territorio español, fruto de la necesidad de la NASA de tener estaciones de seguimiento de satélites en Europa. La primera fue la de Maspalomas, nacida del acuerdo entre los gobiernos español y estadounidense en 1960, seguida por la de Robledo de Chavela, única estación de espacio profundo de la NASA en territorio europeo, surgida de otro acuerdo similar firmado en 1964. Esta cooperación entre la NASA y el INTA originó también iniciativas de cooperación, entre ellas el campo de lanzamiento de cohetes de Arenosillo (Huelva), la estación de Cebreros, o las instalaciones de soporte en emergencia al transbordador espacial (Zaragoza).

Asimismo, esta relación bilateral explica el origen de INTASAT, el primer satélite español. Dicho satélite fue desarrollado por el INTA con colaboración de la agencia espacial norteamericana, que además revisó su diseño inicial y facilitó sus instalaciones para las pruebas del mismo. La NASA lo puso en órbita de forma gratuita mediante un lanzador Delta en 1974.

En paralelo a estas relaciones con EEUU, España comenzó las gestiones para cooperar en materia espacial con otras potencias europeas. Esta cooperación tuvo un inicio temprano en 1960, cuando España entró a formar parte de la organización COPERS (*Commission Préparatoire Européenne des Recherches Spatiales*), antecesora del ESRO (*European Space Research Organisation*) y, por extensión, de la ESA, organizaciones de las cuales España fue miembro fundador en 1962 y 1975 respectivamente. España, como miembro fundador, participa en los programas de la ESA desde su creación en 1975. La ESA es una organización intergubernamental dedicada a la I+D+i, cuyo objeto, tal y como se recoge en el Artículo II de su Convenio Fundacional, es: “Asegurar y desarrollar, con fines exclusivamente pacíficos, la cooperación entre Estados europeos en los campos de la investigación y la tecnología del espacio y sus aplicaciones, con vistas a su utilización con fines científicos y para sistemas operacionales de aplicaciones espaciales”.

El Convenio Fundacional de la ESA distingue dos grandes grupos de programas: los obligatorios y los opcionales. La financiación de las actividades obligatorias se hace proporcionalmente al Producto Nacional Bruto de los países miembros. Para el caso de España esto supone una contribución del 6,99% al presupuesto de dichas actividades durante el trienio 2003-2005. Los programas opcionales se caracterizan por la posibilidad que ofrecen a los Estados participantes de comple-

mentar su contribución obligatoria de acuerdo con sus intereses específicos. La contribución media prevista de España a los programas opcionales se cifra en torno al 4%.

Aunque existe amplio margen para incrementar la aportación presupuestaria española a la Agencia, desde el principio de la actividad espacial europea, España ha sido consciente tanto del potencial de desarrollo tecnológico e innovador ofrecido por las actividades espaciales, como de su efecto de difusión tecnológica a otros sectores económicos. En consecuencia, España ha impulsado firmemente su participación en la ESA, tomando parte ininterrumpidamente en la gran mayoría de sus programas desde su ingreso.

Tras una primera etapa en la que las empresas españolas tenían una capacidad limitada para participar de forma estable en los programas de la ESA (tan sólo 2 ó 3 empresas participaban en dichos programas antes de 1980), en el momento actual alrededor de 15 compañías españolas contratan con regularidad con la ESA y unas 20 empresas más conforman la red de subcontratistas de las anteriores. Las empresas que trabajan habitualmente para la ESA son en su mayoría sociedades diversificadas en varios sectores industriales con capacidad de aplicar la tecnología desarrollada en el área espacial a otros procesos productivos y bienes de consumo, tales como la defensa, la aeronáutica, la ingeniería civil, la ingeniería naval, la electrónica embarcada, las redes de comunicaciones, etc., lo que favorece la transferencia de tecnología entre sectores económicos.

Además del desarrollo industrial, la pertenencia de España a la ESA ha permitido la creación, desarrollo y consolidación de una nutrida comunidad científica con un gran prestigio internacional y especializada en varios campos relacionados con la actividad espacial, en particular microgravedad, ciencias biomédicas, mecánica de fluidos, combustión, materiales, cristalización de proteínas, astrofísica, ciencia del sistema solar y física fundamental. En la actualidad existen aproximadamente 200 científicos activamente dedicados a ciencia espacial en España.

La vocación europeísta del apoyo público al espacio queda especialmente clara en una referencia en el borrador de Tratado Constitucional Europeo³², donde se establecen las líneas básicas para una política espacial europea³³. Con independencia del resultado final del proceso de ratificación del Tratado, esto supone una destacada declaración de intenciones de los poderes públicos europeos en relación con el espacio.

³² Las referencias al Espacio del Borrador de Tratado Constitucional de la UE del 18/7/2003 se encuentran contenidas en la Parte III-Título III-Capítulo III-Art. 155, que se cita a continuación en su versión original inglesa: “1. To promote scientific and technical progress, industrial competitiveness and the implementation of its policies, the Union shall draw up a European space policy. To this end, it may promote joint initiatives, support research and technological development and coordinate the efforts needed for the exploration and exploitation of space. 2. To contribute to attaining the objectives referred to in paragraph 1, European laws or framework laws shall establish the necessary measures, which may take the form of a European space programme”.

³³ Algunos autores relacionan este hito en materia espacial con los avances que, aunque muy lentamente, se están produciendo en materia de defensa y seguridad europeas. Véase Ballesteros Martín, M.A. y Ortega Bolado, A. (2004) *La política española en el ámbito de la defensa y la seguridad*. Real Instituto Elcano, Documento de trabajo. De hecho, en 2003 la ESA incluyó por primera vez el área de defensa dentro de su ámbito de intereses.

Por otro lado cabe señalar, como aspecto de gran importancia para España, la existencia de una instalación operativa de la ESA en España: la Estación de Villafranca del Castillo (ESAC³⁴). Esta estación fue inaugurada en 1978, como resultado de un acuerdo entre España y ESRO, con el fin de dar servicio al satélite Explorador Ultravioleta Internacional (IUE). La instalación dispone de medios para realizar funciones de Centro de Operaciones Científicas de misiones de la ESA, así como de estación de seguimiento de satélites. Su potenciación ha sido una constante en la actuación de las autoridades españolas y el mismo Parlamento Español solicitó en 2002 el aumento de su protagonismo en las misiones espaciales de cara al futuro. Como fruto de ello la ESA pasó la estación a la categoría de Centro en 2004 y se inició una negociación para adaptar su nuevo papel e incrementar su actividad. Los acuerdos a tal fin se firmaron en junio de 2005 y con ellos se pretende consolidar a ESAC como un centro de referencia europeo y mundial en misiones de ciencia espacial y, en particular, en astronomía y sistema solar. El papel de ESAC se complementa con la Estación de espacio profundo de Cebreros, inaugurada en septiembre de 2005, que será utilizada por primera vez en la misión de la ESA Venus Express. Asimismo, la ESA tiene como instalaciones en España el laboratorio de células solares SPASOLAB, el centro de proceso de imágenes de observación de la tierra CREPAD y el centro de utilización del satélite Envisat E-PAC.

Como iniciativas nacionales españolas, cabe destacar que en 1968 se aprobó el primer Plan Nacional del Espacio, de 5 años de duración, encaminado a financiar actividades tecnológicas espaciales desarrolladas en España. Este primer Plan Nacional del Espacio tuvo un presupuesto de 600 millones de pesetas (3,6 millones de euros), y su extensión se prolongó al período 1968-1971. Este Plan financió, entre otras actividades, el campo de lanzamiento de cohetes de sondeo de Arenosillo, el desarrollo de lanzadores propios de sondeo del INTA (INTA 300) y el satélite INTASAT antes mencionado, así como otros desarrollos e instalaciones.

Otra actividad nacional destacable fue el programa de satélites Minisat, que nació con la pretensión de que el INTA, con participación de SENER, CASA e INDRA, desarrollara una familia de pequeños satélites de aplicación como plataforma de telecomunicaciones u observación de la tierra. El primer satélite Minisat fue lanzado con éxito el 21 de abril de 1997, portando varias cargas de pago científicas.

Por último, hay que resaltar que España ha contado también con presencia en el ámbito de los vuelos tripulados. Desde 1992, Pedro Duque es miembro del Cuerpo Europeo de Astronautas (EAC), tras haber superado el proceso de selección realizado en España por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Como consecuencia de su trabajo y de sus excelentes cualidades, fue escogido por la NASA para formar parte de la tripulación del transbordador Discovery en la Misión STS-95 (1998), convirtiéndose así en el primer español de la historia que volaba al Espacio. La misión más destacada de Pedro Duque fue la Misión Cervantes, que supuso el tercer ascenso de un astronauta Europeo a la Estación

³⁴ *European Space Astronomy Centre.*

Espacial Internacional. La misión se realizó del 18 al 28 de octubre de 2003 y contempló un extenso y exitoso programa de experimentos científicos.

Con la vista puesta en el futuro, el objetivo de España es liderar institucional e industrialmente misiones cada día más ambiciosas. Por este motivo, ha sido la principal impulsora de la misión de observación de la tierra de la ESA SMOS, y actualmente está estudiando la viabilidad de un sistema nacional de observación de la tierra, como resultado de la cooperación entre el CDTI y el INTA.

A título ilustrativo, señalamos gráficamente algunos hitos del devenir espacial español (véase Figura 1).

Figura 1: Principales hitos de España en el sector espacial



Fuente: Elaboración propia

3.2. El sector espacial como industria de alta tecnología: principales indicadores nacionales

Las empresas de construcción aeronáutica y espacial suponen el 0,15% del valor de la producción industrial total y el 6% de la correspondiente a las industrias de alta tecnología. En términos de valor añadido, el sector aeroespacial español representó en 2004 el 1,6% del total industrial, lo que supone un 0,4% del total de la economía.

Restringiendo el ámbito a la industria estrictamente espacial, el sector industrial del espacio en España facturó a cliente final un total de 250 millones de euros nominales en 2004³⁵ o, lo que es lo mismo, un 0,03% del PIB español a precios de mercado³⁶. Esta cifra recoge todas las actividades y productos destinados al estudio, la puesta en marcha, operación y mantenimiento de sistemas espaciales, tanto de segmento terreno como vuelo y de clientes comerciales e institucionales de toda índole, tanto españoles como extranjeros. No incluye el volumen de negocio de los operadores de telecomunicaciones vía satélite para empresas de medios o a cliente

³⁵ Estimaciones de la Dirección de Aeronáutica, Espacio y Retornos Industriales (CDTI), realizados en función del estudio de las estadísticas de los distintos mercados generadores de demanda de sistemas espaciales, así como de los datos aportados por las empresas del sector.

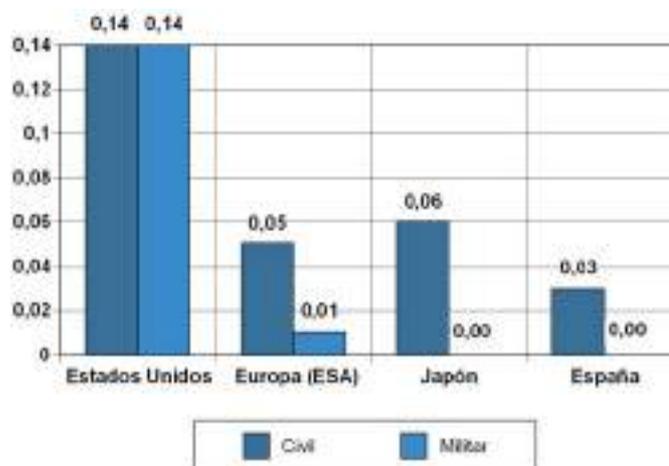
³⁶ Fuente: INE *Cuentas Nacionales* 2003/2004.

final, ni la explotación de servicios de navegación o datos de misiones. Es pues sólo una medida del sector considerado como proveedor de bienes de equipo.

A título de contraste, se puede señalar que la asociación empresarial Proespacio³⁷, que agrupa a un conjunto de compañías que representan aproximadamente el 95% de la actividad empresarial desarrollada en el campo espacial por empresas españolas, publica periódicamente estadísticas agregadas del sector. Según las estadísticas de Proespacio, el sector espacial español generó en 2004 un volumen de negocio de 328 millones de euros, de los cuales 264 millones corresponderían a bienes de equipo y 64 millones a servicios de satélite a cliente final³⁸.

Un porcentaje elevado de la facturación estrictamente industrial, como se verá en el epígrafe de la demanda, proviene de programas resultantes de contribuciones públicas (el 58% en 2004). En muchos casos estos programas están sujetos a principios más o menos explícitos de retorno geográfico, es decir, la contratación de empresas de un cierto país se intenta ajustar de forma proporcional a la contribución de dicho país al programa. Es interesante comparar cuánto supone la inversión pública anual española en programas espaciales en relación a los países de nuestro entorno. Esta contribución ascendió en 2003 a una cifra cercana a 160 millones de euros, lo que supondría un 0,025% del PIB. Esta inversión es comparativamente reducida respecto a otros países de nuestro entorno europeo, y respecto a EEUU y Japón (véase Gráfico 8).

Gráfico 8: Inversión espacial institucional como % del PIB 2003



Fuente: OCDE (2004b) *Space 2030: Exploring the future of space applications*

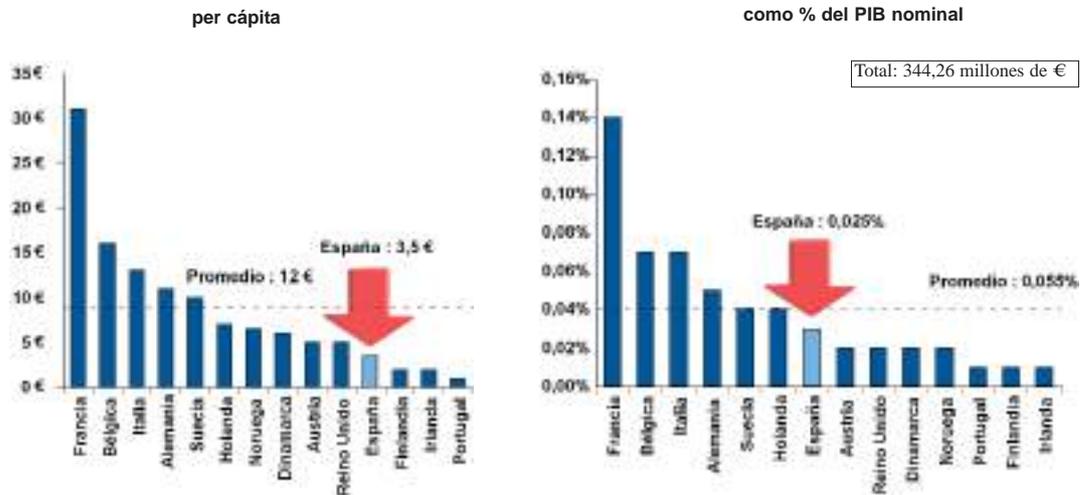
Para España se ha utilizado como fuente datos propios del CDTI (2004)

³⁷ Los ámbitos de actuación de las quince empresas asociadas a Proespacio comprenden desde el diseño y fabricación de lanzadores, equipos electrónicos y software embarcado en satélites, software avanzado de control orbital y gestión en tierra, estructuras, mecanismos y antenas, transpondedores de comunicaciones, acopio y calificación de componentes, y diseño y suministro de estaciones terrenas de seguimiento y control hasta la posesión y explotación comercial de sistemas completos de satélites e infraestructuras terrenas de seguimiento. Fuente: www.proespacio.org

³⁸ El volumen global de negocio considerado por Proespacio (344M€) lleva implícita una doble contabilización de los bienes intermedios -sistemas y componentes espaciales, cuya facturación se suma a la de los operadores de satélite, que venden productos a cliente final, y son compradores de dichos bienes intermedios.

Como puede constatarse, la inversión espacial de carácter civil de España se sitúa en una posición intermedia-baja en relación a otros países miembros de la ESA, tanto en términos de PIB como en inversión por habitante (véanse Gráficos 9 y 10).

Gráficos 9 y 10: Presupuesto civil en espacio
2003



Fuente: ESA y CDTI

Pese al reducido tamaño del sector espacial en términos de su aportación al PIB nacional, es uno de los más dinámicos en cuanto a inversiones en I+D, superado únicamente en la categoría de industrias de alta tecnología por la farmacéutica. Si observamos el esfuerzo en I+D en comparación con el VAB, esta situación es todavía más evidente, ya que la ratio supera el 20%³⁹ (véase Gráfico 11).

Gráfico 11: Esfuerzo innovador en las industrias de tecnología alta y media-alta
2003
Gasto interno en I+D como % del VAB



Fuente: INE (2002) *Indicadores de alta tecnología*

³⁹ Como ya se ha comentado con anterioridad, estos datos deben tomarse como una aproximación del comportamiento de la industria espacial, debido a las limitaciones estadísticas a las que hay que añadir que, en el caso concreto de España, las distintas empresas que desarrollan su actividad en el sector espacial pueden estar clasificadas con códigos CNAE diferentes.

3.3. Estructura del mercado: oferta y demanda

En este apartado se analiza el sector espacial español desde la perspectiva tanto de la demanda (empresas u organismos compradores de sistemas espaciales) como de la oferta (empresas y entidades suministradoras de dichos sistemas).

3.3.1. El lado de la demanda

La demanda de sistemas espaciales para la industria española es el resultado de la agregación de las compras de varios programas espaciales de muy distinta naturaleza.

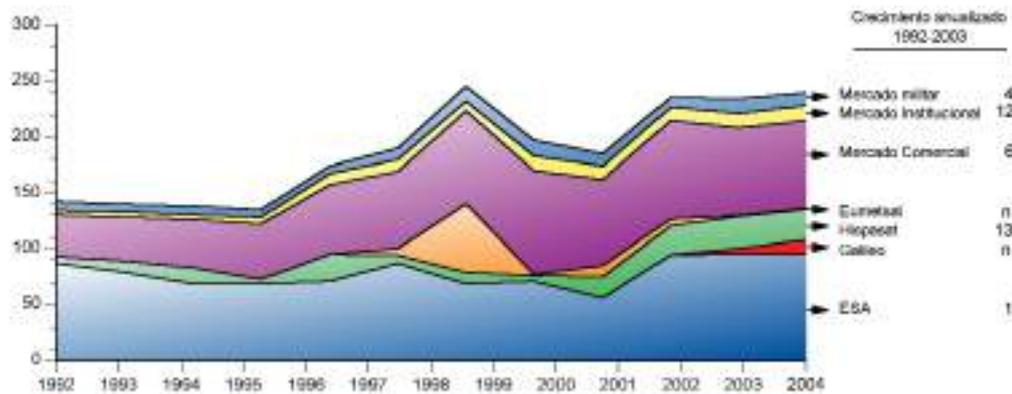
A grandes rasgos podemos distinguir como principales mercados para la industria española:

- **La Agencia Espacial Europea (ESA):** Como ya se ha señalado, es una organización intergubernamental creada en 1975 con el fin de fomentar, con fines exclusivamente pacíficos, la cooperación entre países a través de la ciencia espacial, la investigación, la tecnología y las aplicaciones espaciales. Se trata de la Agencia espacial de referencia de la Unión Europea. Para cumplir estos objetivos la ESA realiza compras a la industria espacial a través de sus distintos programas. Las compras de la ESA están sujetas al principio del retorno geográfico, tanto global como programa a programa. Por este motivo, la demanda española resultante de la Agencia está condicionada directamente por la aportación española a dicha organización, gestionada por el CDTI.
- **Retornos Hispasat:** La compra por parte del operador español de satélites de comunicaciones Hispasat a grandes integradores (*primes*) extranjeros lleva asociada la aceptación por parte de estos últimos de un programa de retornos, en virtud del cual dichos *primes* se comprometen a realizar un determinado porcentaje de compras de equipos a la industria española para la fabricación de los satélites adquiridos por Hispasat (retornos directos), así como de equipos para otros satélites de la cartera de pedidos de los *primes* a lo largo de un período de 8 años (retornos indirectos). Este programa de retornos genera, pues, un importante volumen de demanda para la industria española.
- **Eumetsat:** Es la organización intergubernamental europea operadora de satélites meteorológicos. Esta organización adquiere satélites, sistemas y servicios de observación de la tierra. Al contrario que la ESA, sus compras no están sujetas al retorno geográfico.
- **Mercado comercial:** Se entiende por mercado comercial aquella demanda originada directamente por operadores comerciales de satélites o lanzadores (incluyendo Arianespace), agencias nacionales extranjeras, programas espaciales no patrocinados por España, o indirectamente por conglomerados industriales integradores para cualquiera de los fines anteriores.

- **Mercado institucional:** Comprende aquellos proyectos institucionales civiles promovidos por España o en los que España colabora de forma notable (por ejemplo, PNE -Programa Nacional del Espacio-, cargas de pago científicas españolas, ALMA -Atacama Large Milimeter Array-, etc.).
- **Mercado militar:** Comprende proyectos de índole militar, tanto españoles como extranjeros, que realizan compras a la industria española.

El volumen total de la agregación de la demanda de estos mercados se cifra en torno a los 250 millones de euros para 2004, distribuidos según muestra el Gráfico 12.

Gráfico 12: Volumen de demanda del sector espacial español por mercados
1992-2004
Millones de € nominales



Fuente: Estimaciones DAERI del CDTI

Como se puede observar, la mayor parte de la demanda proviene de los programas financiados por la ESA, que habitualmente contrata con las empresas líderes del sector. La segunda fuente de ingresos la constituye el mercado comercial, que supone cerca del 40% del mercado agregado y tiene un gran volumen de contratación con las empresas EADS-CASA (28 millones de euros), CRISA (5 millones de euros) y GTD (1,5 millones de euros). En un tercer lugar se encuentran los contratos generados por retornos Hispasat, liderados por las grandes empresas integradoras de sistemas (*primes*). Con participaciones más modestas están el mercado institucional, los programas de defensa, con un volumen de contratación todavía muy reducido (9 millones de euros) y, por último, Eumetsat, programa caracterizado por experimentar grandes variaciones de demanda, marcadas por el ritmo de compras de sistemas espaciales de la organización.

A lo largo de la década de los 90, la demanda espacial española ha experimentado un crecimiento moderado y sostenido al ritmo de ciertos hitos destacables en distintos programas, como Hispasat, Eumetsat o el Ariane 5 de la ESA. Durante este mismo período, la cuota de demanda correspondiente a la ESA ha ido perdiendo importancia, pasando del 62% en 1992 al 40% en 2003, mientras que el mercado comercial ha evolucionado en sentido contrario, hasta copar el 33% del total, si bien su peso se ha reducido en los últimos años con motivo de la crisis de las telecomunicaciones.

Sobre el futuro se pueden hacer estimaciones razonables acerca de la evolución de la demanda de sistemas espaciales para la industria española, agregando la previsible evolución de la demanda de cada uno de los submercados:

- Se espera que el mercado comercial experimente una contracción derivada de la mala evolución del mercado de las telecomunicaciones. Esto afectará tanto al mercado de satélites comerciales como a la cadencia de lanzamiento de los Ariane, afectada aún más gravemente por el aumento de la competencia de lanzadores chinos y rusos, así como por los fracasos recientes de varios lanzamientos del Ariane 5⁴⁰. Esta contracción supondrá un bache de demanda de 3-4 años, seguida por una posterior recuperación.
- Se asume que la demanda de la ESA se obtenga de la superposición de la estimación de crecimiento presupuestario de la contribución española a la Agencia en los próximos años (crecimiento medio anual compuesto del 17% en los próximos 4 años), y de una previsible reducción del porcentaje de presupuesto de la ESA dedicado a contratos⁴¹.
- Las previsiones de crecimiento de demanda de la contratación inducida por retornos Hispasat se han elaborado en función de las intenciones de evolución de la flota de satélites indicadas por la compañía.
- La demanda de Eumetsat se asume constante en el futuro próximo al nivel de la actual, por no tener la organización ninguna compra prevista de nuevos sistemas espaciales de gran alcance.
- Se prevé que la demanda de programas institucionales españoles crezca a una tasa del 8% anual nominal⁴².

⁴⁰ Las previsiones de evolución de este mercado se han realizado basándose en las previsiones de la ESA para la industria europea en su conjunto, asumiendo un decalaje temporal de un año, habida cuenta de que la industria española está compuesta mayoritariamente por suministradores de equipos y subsistemas, que reciben el impacto en variaciones en el número de pedidos de satélite con cierto retraso.

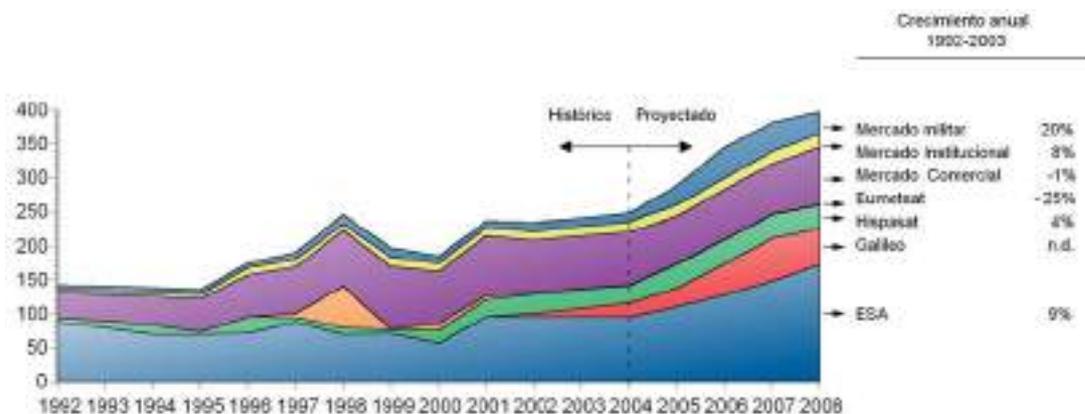
⁴¹ La reducción prevista de este porcentaje se debe a las tendencias observadas en los últimos años, así como a la previsible evolución del presupuesto global de la ESA, en el que se incrementa el peso relativo de costes generales y de administración respecto al de contratos industriales.

⁴² Hipótesis de crecimiento basada en la contratación prevista a medio plazo en programas de índole institucional distintos a los contenidos en otros mercados, así como en la evolución reciente del número de científicos dedicados a investigación espacial.

- En cuanto a los programas de defensa, se espera un crecimiento acorde a hipótesis razonables sobre la evolución de posibles programas militares tanto españoles como extranjeros, si bien ésta está sometida a un alto grado de incertidumbre, y su naturaleza confidencial dificulta hacer previsiones precisas sobre la misma.
- Adicionalmente, hemos de añadir como nuevo mercado la construcción de la constelación de satélites de navegación europea Galileo, cofinanciada por la Unión Europea y la ESA, cuyas previsiones de demanda se han elaborado en función de la contribución española a dicha iniciativa y al calendario de lanzamientos esperado de la constelación, afectado de decalajes temporales razonables.

Naturalmente, la evolución de cada uno de estos componentes de demanda está asociada a numerosos factores de incertidumbre en cada uno de los mercados, si bien se espera que de forma agregada, al compensarse previsiones optimistas y pesimistas, responda de forma bastante precisa a la demanda efectiva total del sector. Agregando todos los efectos, creemos que la evolución esperada de la demanda de sistemas espaciales para la industria española durante la próxima década experimentará una evolución como muestra el Gráfico 13⁴³.

Gráfico 13: **Reparto del volumen de demanda del sector espacial español por mercados**
1992-2004 (histórico) y 2005-2008 (proyectado)
Millones de € nominales

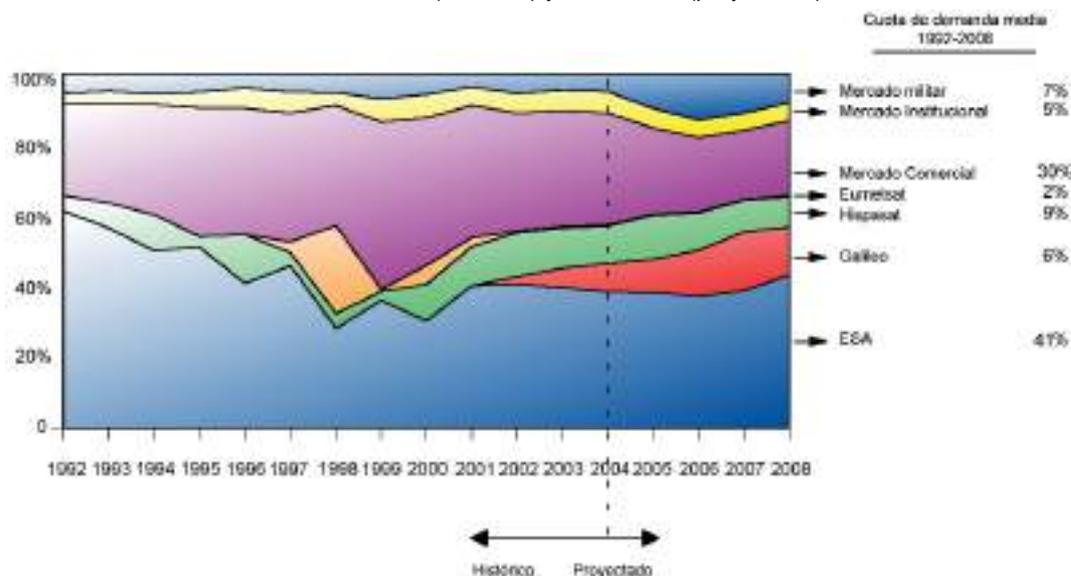


Fuente: Estimaciones DAERI del CDTI

Como puede verse, esta evolución supondría un mantenimiento del peso relativo de la ESA y un crecimiento de nuevos mercados de índole institucional, y muy particularmente de Galileo o de nuevos programas de defensa, a costa del mercado puramente comercial. En términos relativos, dichas proyecciones se trasladan a un reparto como se muestra en el Gráfico 14.

⁴³ Para la realización de este gráfico y el siguiente, se ha considerado la hipótesis de crecimiento medio anual compuesto del 17% para la contribución española a la ESA en los próximos 4 años, asumiendo que España consigue retomar anualmente a partir de 2004 el 100% del retorno global geográfico.

Gráfico 14: Reparto del volumen de demanda del sector espacial español por mercados 1992-2004 (histórico) y 2005-2008 (proyectado)

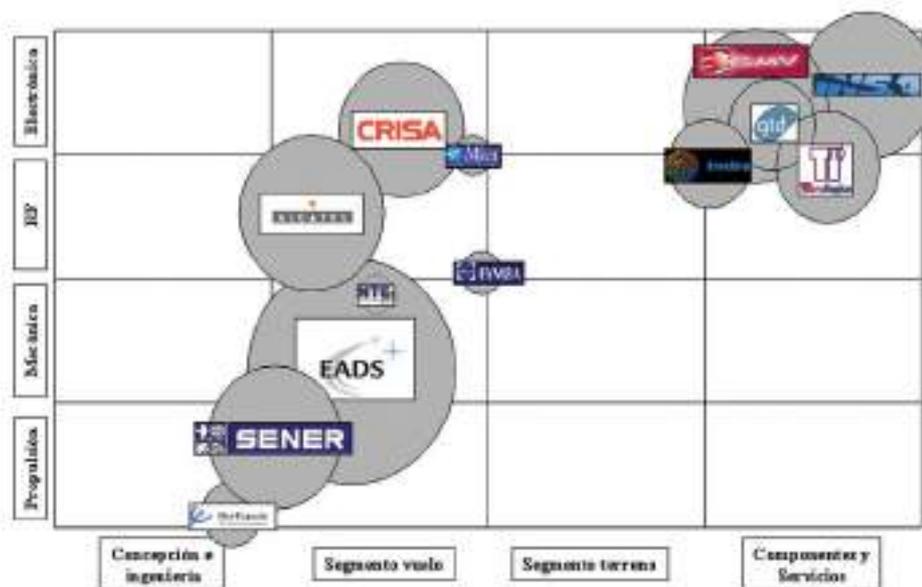


Fuente: Estimaciones DAERI del CDTI

3.3.2. El lado de la oferta

La oferta espacial nacional está formada por un núcleo de unas quince compañías con participación estable en actividades espaciales, así como un número equivalente de empresas industriales y de servicios que realizan contribuciones ocasionales. Las más importantes están asociadas a Proespacio, núcleo reconocido del sector en España, y cubren tanto el segmento vuelo como el terreno, con pequeños solapes entre capacidades productivas (véase la Figura 2).

Figura 2: Mapa orientativo de capacidades y competencias



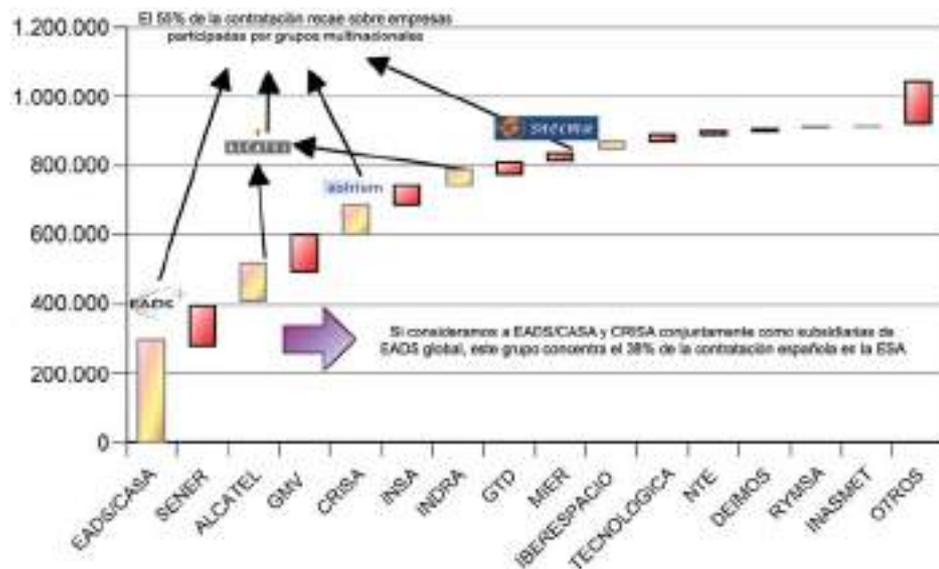
NOTA: : El tamaño de las circunferencias es proporcional a la contratación ESA en el periodo 1995-2004

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que las empresas españolas disponen de capacidad para integrar sistemas espaciales (minisatélites), y de liderar sistemas e instrumentos complejos dentro de grandes programas de desarrollo en el marco de la ESA (Ariane 5, SMOS, etc.). Sin embargo, las compañías españolas del espacio son fundamentalmente suministradoras de equipos y proveedoras de servicios puntuales. Y algunas de ellas (EADS/CASA, Austrium-Crisa y Alcatel) son filiales de *primes* internacionales.

La obtención de contratos espaciales entre estas empresas está bastante concentrada (véase Gráfico 15). Así, las cinco mayores empresas han obtenido el 68% de los contratos de la Agencia Espacial Europea de la última década. El 55% de dicha contratación ha estado concentrada en empresas subsidiarias de grandes contratistas internacionales (EADS, Alcatel y SNECMA - *Société Nationale d'Etude et de Construction de Moteurs d'Aviation*-).

Gráfico 15: Reparto de la contratación ponderada de la industria española
1991-2004
Millones de € nominales



Fuente: Base de Datos de Entidades Espaciales CDTI

Un fenómeno especialmente destacable es la integración de la empresa española en consorcios internacionales, y cómo este hecho ha condicionado la estrategia de las filiales españolas. En la actualidad EADS/CASA y Astrium-Crisa pertenecen al consorcio Europeo EADS, mientras que Alcatel Espacio e Iberespacio pertenecen a Alcatel Space y Snecma-Sagem respectivamente. Asimismo, Indra espacio está participada accionarialmente en un 49% por Alcatel Space.

Este hecho se debe al aumento progresivo del carácter multinacional de las industrias aeroespaciales y de defensa, así como a la voluntad de los *primes* de tener acceso a segmentos de contratación sometidos a reglas de retorno geográfico. Desde

una perspectiva de especialización económica, el proceso de generación de grandes consorcios europeos permite distribuir las competencias productivas entre distintos países, sacando partido de los costes más bajos para las actividades más intensivas en capital o mano de obra.

Otro efecto derivado de la existencia de grandes consorcios son las repercusiones que tiene la salud financiera de la empresa matriz en las decisiones empresariales de las filiales españolas. Como botón de muestra podemos señalar que durante el pasado año se produjo una racionalización de producción y plantillas en los países europeos cuyos efectos trascendieron a los países en los que los grandes consorcios tienen su sede. EADS fue el ejemplo más claro, con una fuerte reducción de plantilla en muchas de sus empresas filiales, si bien en este caso concreto no tuvo impacto en ninguna de las subsidiarias españolas.

Para los gestores públicos esta integración transnacional exige un refuerzo de la vigilancia para asegurar el efectivo cumplimiento de reglas de retorno (cuantitativas y cualitativas). Deben evitarse transferencias de tareas de alto valor añadido a cambio de otras labores de menor interés entre subsidiarias de distintos países, así como el desaprovechamiento de las inversiones públicas realizadas en el pasado en tecnologías o capacidades estratégicas. Asimismo, es fundamental prevenir la creación de "empresas ventanilla", destinadas a tener acceso a los retornos nacionales, pero que realmente realizan el trabajo fuera del país huésped, o por personal trasladado de otros países.

Tabla 1: Principales capacidades de la industria española del espacio

	Capacidades
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Diseño y fabricación de estructuras espaciales <ul style="list-style-type: none"> ◆ Moldeado en fibra de vidrio y de carbono ◆ Conformado superplástico y soldadura por difusión. ◆ Sistemas de control térmico ◆ Mecanismos ◆ Antenas pasivas ◆ Cableado
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Mecanismos ◆ Actuadores
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Electrónica de control embarcada <ul style="list-style-type: none"> ◆ Electrónica secuencial ◆ Ordenadores de a bordo ◆ Sensores de detección y localización ◆ Electrónica de potencia
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Radiofrecuencia <ul style="list-style-type: none"> ◆ Transpondedores ◆ Electrónica embarcada <ul style="list-style-type: none"> ◆ Componentes ◆ Gestión de datos
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Diseño, fabricación y mantenimiento de estaciones terrenas. ◆ Equipos terrenos de comunicaciones por satélite
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Desarrollo de sistemas de software terreno ◆ Equipos para segmento terreno ◆ Procesamiento terreno de datos ◆ Sistemas de control
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Desarrollo de sistemas de software terreno ◆ Software embarcado

Capacidades



- ◆ Componentes electrónicos



- ◆ Equipos de radiofrecuencia



- ◆ Equipos de sistemas de soporte a la vida
- ◆ Sistemas de refrigeración embarcada



- ◆ Antenas



- ◆ Ciencia de materiales



- ◆ Análisis de misiones
- ◆ Mecánica de vuelo
- ◆ Sistemas de control
- ◆ Sistemas de navegación



- ◆ Ingeniería y modelado de sistemas
- ◆ Análisis de datos

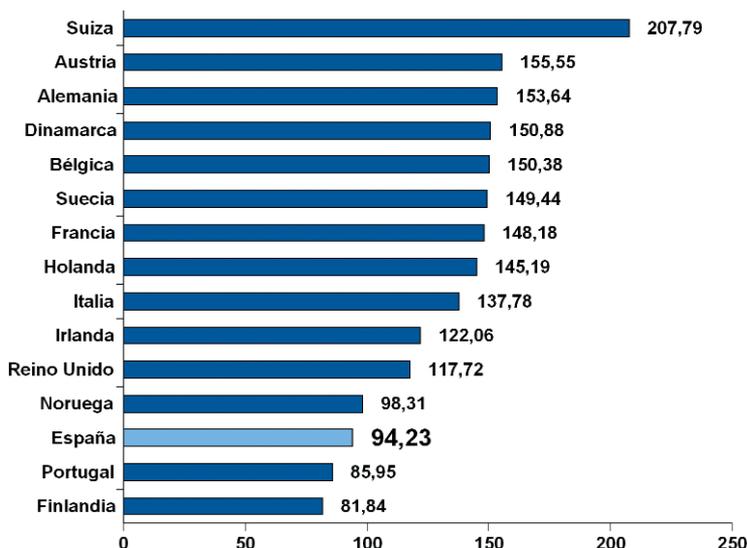


- ◆ Análisis de misión
- ◆ Mecánica de vuelo

3.3.3. La productividad de la industria española en un contexto internacional

Desde una perspectiva internacional, una de las debilidades que presenta la industria espacial española es su baja productividad, como puede comprobarse en el Gráfico 16. Según Eurospace⁴⁴, España representa aproximadamente un 3% del volumen de negocio total generado por este sector en Europa, porcentaje que supera a gran distancia, Francia, con el 44% y en menor proporción Alemania, con el 18%, Italia con el 16% y Reino Unido con el 8%. El resto de países está en una posición inferior, excepto Bélgica, con un 4%. En términos de empleo, la industria española ocupa al 4% del personal europeo, un porcentaje superior a su proporción del volumen de negocio. El nivel de productividad, por consiguiente, es muy inferior en nuestro país, que se encuentra a la cola de los países europeos, sólo por encima de Portugal y Finlandia. Esta baja productividad puede convertirse en uno de los factores que incidan negativamente en el nivel de competitividad de la industria española en un contexto internacional.

Gráfico 16: Productividad laboral de la industria espacial europea 2004
Facturación por empleado en miles de €



Fuente: Eurospace (2004) *Facts & figures: the European space industry in 2002*

3.4. Retos para la industria espacial española

3.4.1. La función del Estado

La actividad espacial tiene un rasgo esencial: la concentración de las ventas en pocos clientes, fundamentalmente institucionales, de importancia estratégica para toda Europa. El mercado comercial todavía ocupa un porcentaje reducido de la contratación, estando muchas veces condicionado por elementos no competitivos, como los principios de retorno, o restricciones al comercio exterior de carácter estratégico, dado el uso dual (civil y militar) de buena parte de las tecnologías espaciales. Estas características, presentes en la actividad espacial desde sus inicios, se unen a los factores económicos mencionados en la primera parte del estudio, que justifican un alto grado de intervención pública en la industria espacial.

⁴⁴ Eurospace (2004) *Facts & figures: the European space industry in 2002*.

Por este motivo es inevitable que las empresas españolas del espacio tengan, como en cualquier otro país desarrollado, un alto grado de dependencia institucional. Definimos dependencia institucional como el porcentaje de la facturación espacial de las industrias españolas proveniente de los mercados institucionales⁴⁵. Estos mercados son la principal herramienta de promoción de la I+D espacial y la forma de canalizar fondos públicos a la industria. Por lo tanto debería maximizarse su rendimiento en términos de métricas deseables para los gestores públicos, tales como incremento de la productividad, transferencia de tecnología, creación de empleo de calidad, etc.

El grado de dependencia institucional de la industria española es, por lo demás, acorde al del resto de la industria europea. Esta dependencia debe ser objeto de una atención especial, contrastando el distinto grado de dependencia institucional de las empresas, que -como beneficiarias de programas de I+D financiados por el Estado- deberían adquirir el compromiso de contribuir a los fines de transferencia de tecnología e incremento sostenido de la productividad que justifican, precisamente, la intervención pública. Este cumplimiento de objetivos debería ser tenido en cuenta particularmente en aquellos programas de ayuda a la I+D en los que el Estado concede ayudas de forma directa.

3.4.2. El nuevo entorno internacional

Ante los cambios que se anuncian en el sector espacial europeo, con la puesta en marcha de una Estrategia Espacial Europea en la que el papel protagonista de la ESA disminuirá por la intervención activa de la Unión Europea, los Estados nacionales deben replantearse el futuro de sus respectivas industrias y la manera de garantizar la competitividad de un sector con un mercado componente estratégico.

La labor del sector público español como cliente principal del sector le sitúa en una posición óptima para dinamizar nuevos mercados donde la industria española es más competitiva. Muchos de estos mercados son de interés público, como las telecomunicaciones o la observación de la tierra con objetivos medioambientales, sin olvidar las inversiones en seguridad y defensa. Dado el carácter internacional del sector, las actuaciones nacionales deberían coordinarse con las actuaciones políticas internacionales, por lo que cualquier iniciativa de apoyo a la industria nacional debería ir acompañada de un esfuerzo adicional en los foros globales. En este sentido, el momento actual ofrece una oportunidad importante, ya que la Unión Europea se está planteando la estructura que deberá tener en un futuro cercano el sector espacial, fundamentalmente en comparación con la máxima potencia mundial, Estados Unidos.

La inclusión de una referencia a espacio en el borrador del Tratado Constitucional Europeo supone un hito de gran relevancia para el sector espacial

⁴⁵ De estos mercados se ha excluido la defensa, por su marcado carácter finalista, siendo su principal objetivo la provisión de sistemas adecuados a las necesidades de seguridad del país, y sólo de forma secundaria la potenciación de la I+D.

europeo. Por primera vez, se hace mención a la actividad del espacio como uno de los objetivos y ámbitos de competencia de la Unión Europea. Esta competencia, de acuerdo con el borrador, estaría compartida con los Estados Miembros, que en la actualidad son los únicos responsables de la política espacial -conjuntamente o a través de la Agencia Espacial Europea-. Con independencia del resultado final del proceso de ratificación del tratado, esta referencia supone un importante espaldarazo institucional para la industria europea del espacio.

En la actualidad, la Comisión Europea, como organismo ejecutivo de la Unión, puede promover iniciativas conjuntas con la ESA en materia de espacio en virtud del Acuerdo Marco de 2003 entre ambas instituciones, y apoyar proyectos transnacionales de I+D+i espacial a través del Programa Marco de I+D de la Unión. Esta creciente participación de la UE en temas espaciales vendrá a sumarse -más que a sustituir- a las iniciativas espaciales ya existentes, y en particular a las dirigidas por la Agencia Espacial Europea. En los próximos años se definirán las líneas básicas que se articularán en un Programa Espacial Europeo, que será ratificado por los Consejos de Competitividad de la Unión Europea y el Consejo de la ESA. Este programa coordinará las distintas iniciativas espaciales (comunitarias, de la ESA y nacionales). Las funciones de las distintas instituciones y los fondos dedicados a esta iniciativa serán debatidos próximamente.

Las autoridades espaciales españolas tienen la responsabilidad de que el resultado de las negociaciones en los foros europeos, tanto en lo que se refiere a la Unión Europea como a la ESA, sea favorable a los intereses industriales de España. Dentro de estas actuaciones merecen una especial mención dos aspectos:

- La importancia de conseguir que el marco de política industrial a seguir en Europa garantice que, tanto en programas ESA como de la Unión Europea, haya un “reparto justo” y equilibrado de los trabajos industriales, mediante el mecanismo del retorno geográfico dentro de la ESA, y por los procedimientos que sean necesarios en el marco de la Unión Europea.
- La conveniencia de que se incorporen a los futuros planes europeos iniciativas de cooperación internacional que favorezcan la internacionalización de la industria espacial española en ámbitos de interés estratégico para España, como América Latina o el arco Mediterráneo.

4. BIBLIOGRAFÍA

AECMA (2003) *Facts & figures 2002*.

AECMA (2004a) *Facts & figures 2003*.

AECMA (2004b) *European aerospace industry*. AECMA Position Paper.

Alsalam, N. et. al. (1998) *The economic effects of federal spending on infrastructure and other investments*. Congressional Budget Office Research Paper.

Arrow, K. J. (1962) *Economic welfare and the allocation of resources for invention*. En R. Nelson (Ed.) *The Rate and Direction of Inventive activity*. Princeton University Press.

ATECMA, Asociación Española de Constructores de Material Aeroespacial (2003) *Memoria 2002*.

Ballesteros Martín, M.A. y Ortega Bolado, A. (2004) *La política española en el ámbito de la defensa y la seguridad*. Real Instituto Elcano, Documento de trabajo.

Bramshill Consultancy Ltd. (1997) *The economic effects of the Ariane 1-4 programmes*. ESA.

Bramshill Consultancy Ltd. (1993) *Study on the direct economic effects of the Meteosat programme*. ESA.

Bulmahn, E. (2002). *Europe's Ambitions in Space*. Speech at the Center for International Science and Technology Policy of the George Washington University.

Capron, H. y Pottelsberghe, B. (2001a) *Public support to R&D programmes: an integrated assessment scheme*. OCDE.

Capron, H. y Pottelsberghe, B. (2001b) *Public support to business R&D: a survey and some new quantitative evidence*. OCDE.

CDTI (1996) *Reflexiones sobre el sector espacial español*. Documento interno.

CDTI (2000) *Simposio Europeo. Estrategia espacial europea: reto y oportunidad para el siglo XXI*. Volúmenes I y II.

CDTI (2003) *Análisis del sector espacial industrial español*. Documento interno. Dirección de Programas Estratégicos.

CNES (1996) *El espacio ¿Cómo funciona? ¿Para qué sirve?*. Proespacio.

CICYT (2003) *Plan nacional del espacio. Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica: 2004-2007*. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Cohendet, P. (2001) *Evaluating the industrial indirect effects of technology programmes: the case of European Space Agency (ESA) programmes*. OCDE.

Collins, P.Q. (1990) *The coming space industry revolution and its potential global impact*. Journal of Space Technology and Science, vol. 6 nº 2 pág. 21-33.

Comisión Europea (2003a) *Libro verde sobre la política espacial europea*.

Comisión Europea (2003b) *Sectoral innovation scoreboards. European trend chart on innovation*. Technical paper nº 4.

Cook, C.L. (1990) *The aerospace industry: its history and how it affects the US economy*. Yale-New Haven Teachers Institute.

DBK (1993) *Plan de actuación industrial en el sector espacial*.

DFI International (2002) *Market opportunities in space: the near-term roadmap*. US Dep. of Commerce, Office of Space Commercialization.

Drenarius, Drachma (2004) *Technology trends: preliminary report*. OCDE report.

ESA (1991) *The indirect economic effects of the European Space Agency's programmes*.

ESA (1992) *25 years*.

ESA (2003) *Agenda 2007*.

ESA (2004a) *The European space sector in a global context. ESA's Annual Analysis 2003*. European Space Agency Council.

ESA (2004b) *Annual report 2003*.

Eurospace (1995) *Study of the direct & indirect economic impact of european space activities*.

Eurospace (2004) *Facts & figures: the european space industry in 2002*.

Eurospace (2003) *European space industry highlights*.

Eurostat (2004 y 2003) *Statistics in focus: science and technology*.

- Evans, M. (1976) *The Economic Impact of NASA R&D Spending*. Chase Econometric Associates. NASA Historical Reference Collection.
- Federal Aviation Administration (2004a) *The economic impact of commercial space transportation on the US economy: 2002 results and outlook for 2010*.
- Federal Aviation Administration (2004b) *2004 commercial space transportation forecast*.
- Futron Corporation (2003) *The state of the space industry*.
- Futron Corporation (2004) *Satellite statistics: is recovery a mirage?*.
- Garden, T.(1998) *Latest draft of technology trap*. Demon.
- Griliches, Z. (1991) *The search for R&D spillovers*. NBER working paper n° 3768.
- Hamilton, B.A. y Equals Three (2002) *Commercial market outreach plan for the International Space Station*. NASA.
- Hertzfeld, H.R. y Fouquin, M. (2004) *Socioeconomic conditions and the space sector*. OCDE report.
- Hertzfeld, H.R. (2002) *Space economic data*. Office of Space Commercialization, US Dep. of Commerce.
- INE (2004) *Cuentas Nacionales*.
- INE (2004) *Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D)*.
- INE (2004) *Indicadores de alta tecnología*.
- Jaffe, A.B. (1998) *The importance of spillovers in the policy mission of the advanced technology program*. Journal of Technology Transfer, vol. 23 n° 2.
- Jaffe, A.B. (2001) *Research on research: what we know and don't know about the payoffs to research*. Presentation to the Federal Reserve Bank of New York.
- Keohane, D. (2004) *Space-age spending holds key to EU's destiny*. European Voice, oct. 28 / nov. 3.
- Livingston, D.M. (1998) *The business of commercializing space*. Proceedings of the founding convention of the Mars Society Ed. Robert M. Zubrin, Maggie Zubrin.

- Macauley, M.K. (1997) *Hearing on the Commercialization of Space*. US Congress, House of Representatives.
- Macauley, M.K. (2000) *Commercializing space*. NASA.
- Macauley, M.K. (2004a) *Space resources and the challenge of energy and the environment*. OCDE report.
- Macauley, M.K. (2004b) *Advantages and disadvantages of prizes in a portfolio of financial incentives for space activities*. Presentation to US Congress, House of Representatives, Committee on Science and Technology.
- Martí Sempere, C. (1998) *Tecnología de la defensa: análisis de la situación española*. IV master de seguridad y defensa. ISDEFE Serie Verde.
- Martínez-Pereda, J.A. (2001) *Algunos aspectos que la investigación, desarrollo e innovación plantean en el área de la aeronáutica y el espacio*. Papeles y memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas, nº IX.
- Montilla Aguilera, J. (2004a) *Intervención en la Conferencia Interpalamentaria del Espacio*.
- Montilla Aguilera, J. (2004b) *Intervención en la clausura de las jornadas de la presentación de la memoria de ATECMA*.
- Mowthorpe, M. y Kane, T. (2004) *Geopolitical developments and the future of the space sector*. OCDE report.
- NASA (1995) *The best of Nasa's spinoffs*.
- NASA (2003) *Spinoff 2002*.
- OCDE (2004a) *Main science and technology indicators*. Vol. 2004/1.
- OCDE (2004b) *Space 2030: Exploring the future of space applications*.
- ONU (1998) *Informe sobre los beneficios económicos de la utilización de las aplicaciones de la tecnología espacial en los países en desarrollo*.
- Peters, W. y Jolly, C. (2004) *Evaluation of future space markets*. OCDE report.
- Proespacio *Memorias 2001, 2002, 2003 y 2004*.
- Research and Markets (2004) *Advances in global space industry: the near term roadmap to the commercial marketplaces* (brochure).

Sadeh, E. y Vlachos, E. (1998) *Human mission from Planet Earth: technology assessment and social forecasting of Moon/Mars synergies*. Working paper 98-018.

Samson, I. (2004) *Towards a pan-european economic space*. PEPSE- Espace Europe Institute.

Satellite News (2003) *Government procurement report*. Nº 1, nov. 03.

Schnee, J. (2000) *The economic impacts of the US Space program*. NASA.

Science Actualités (2003) *Espacio ¿cómo resiste Europa a la competencia?*, 4 nov. 04.

Smith, K. (2002) *What is the knowledge? Knowledge intensity and distributed knowledge bases*. United Nations University, Institute for New Technologies. Discussion paper.

Segura, J. (1986) *Análisis Microeconómico*. Alianza Editorial.

Sorscher, S. (2004) *Hearing on the vocational and skills, economic and technology implications of defense trade offsets on the US defense industrial base*. US Congress, House of Representatives.

Space Business (2004a) *Space industry finance 2004*.

Space Business (2004b) *State of the Space Industry 2004*.

Unispace III (1998) *Beneficios económicos y sociales*. Documento de antecedentes nº 11. Naciones Unidas.

VV.AA. (2003). *Industria Aeroespacial 2002*. E.T.S.I. Aeronáuticos. Universidad Politécnica de Madrid.

Williams, T.I. (1987) *Historia de la tecnología*. Editorial Siglo XXI.

Williamson, R.A., Hertzfeld, H.R., Cordes, J. y Logsdon, J.M. (2002) *The socio-economic benefits of earth science and applications research: reducing the risks and costs of natural disasters in the United States*. Space Policy, vol. 8 nº 1, pág. 57-65.



Centro para el Desarrollo
Tecnológico Industrial

Cid, 4 - 28001 Madrid (España)
Telf.: (34) 915815500
Fax: (34) 915815594
Website: www.cdti.es