

Juan Carlos Cortés Pulido*

LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA Y OTROS GRANDES PROYECTOS: SU EFECTO EN LA INDUSTRIA

El sector espacial ha mantenido un importante crecimiento en los últimos años como elemento imprescindible para la actividad económica en todos los sectores. Esto hace que, a pesar de la crisis, exista un mercado cada vez mayor para los sistemas espaciales y los servicios derivados de ellos. En el marco europeo el principal actor institucional en el desarrollo de actividades espaciales es la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés). España es miembro fundador de esta agencia y, a través de sus actividades y programas, ha logrado desarrollar un sector espacial avanzado, competitivo y en crecimiento.

Palabras clave: espacio, industria espacial, CDTI.

Clasificación JEL: F5, L3, L8, O2, O3.

1. El papel de España en la actividad espacial

El volumen generado por la actividad espacial en todo el mundo es de 165.000 millones de dólares y crece de forma anual y constante a ritmos estimados del 6 por 100¹.

El sector espacial comercial ha mantenido un importante crecimiento en los últimos años. La importancia de los satélites para la sociedad de la información (transmisión de datos, obtención de imágenes de la Tierra desde el espacio) hace que, a pesar de la crisis, haya un mercado cada vez mayor para los sistemas

espaciales y los servicios derivados de ellos. Como ejemplo, varios operadores de satélites de telecomunicación han conseguido sus mayores niveles de facturación durante estos últimos años, debido a la creciente demanda a nivel mundial de transmisión de datos.

Aunque el espacio sigue teniendo necesariamente un peso importante de la inversión pública², se espera que el crecimiento se mantenga en el sector comercial, tanto en las áreas tradicionales (telecomunicaciones, observación de la Tierra) como en áreas nuevas para el sector comercial (lanzadores, turismo espacial, etcétera).

¹ The Space Report (2013). *The Authoritative Guide to Global Space Activity*, Space Foundation, Washington, EE UU.

² Los grandes programas de exploración planetaria, observación de la Tierra y satélites de defensa siguen siendo financiados con fondos públicos.

* Director de Programas Internacionales del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI). Ministerio de Economía y Competitividad.

Por esto, en el ámbito mundial el sector espacial está siendo tratado por muchos países cada vez más como un sector estratégico que requiere especial protección y mayor apoyo institucional. Mientras que algunos países han reducido su gasto en espacio por problemas presupuestarios, como España, o Grecia, otros lo han mantenido o incrementado, como es el caso de Reino Unido en el entorno europeo, y China, India, Rusia o Corea en los países emergentes, como parte de su estrategia de crecimiento.

Asimismo, muchos países que anteriormente no tenían capacidades espaciales se están incorporando al sector, inicialmente mediante el establecimiento de una agencia espacial nacional, y utilizando la compra y operación de satélites de pequeño tamaño para ir desarrollando poco a poco sus capacidades.

Europa es el segundo inversor a nivel mundial en tecnología y sistemas espaciales después de Estados Unidos. La inversión pública en actividades espaciales se desarrolla a través de tres vías:

— La Agencia Espacial Europea (ESA), organización intergubernamental en la que los Estados miembros cooperan en el desarrollo de proyectos y tecnologías espaciales.

— La Unión Europea (UE), que actúa como financiador y usuario de grandes proyectos espaciales (como el sistema de posicionamiento Galileo, o el sistema de observación de la Tierra, Copernicus, ambos en proceso de desarrollo).

— Los programas nacionales. Los principales países tienen potentes programas nacionales en los que invierten cantidades similares a sus contribuciones a la ESA. En España las actividades nacionales tienen una financiación muy reducida, por lo que la mayor parte de las inversiones españolas son a través de la ESA.

Globalmente España está en sexto lugar en Europa en cuanto a sus inversiones en espacio, y muy por debajo de sus socios en términos relativos respecto a su peso económico (Gráfico 1).

El sector espacial español ha mantenido un crecimiento estable durante los últimos 30 años gracias a

un apoyo público continuado desde la Administración Pública. Desde la asignación al Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) en 1986 de los retornos industriales asociados a la participación en la ESA, la facturación global de las empresas españolas ha crecido hasta alcanzar en 2014 la cifra de 720.000.000 euros y 3.200 empleos directos³.

La ESA ha sido históricamente el vehículo para desarrollar los más importantes proyectos espaciales europeos, como la familia de lanzadores Ariane o las misiones interplanetarias. Está compuesta de 22 países y tiene un presupuesto de 5.250 millones de euros en 2016 (Cuadro 1 y Gráfico 2). España es en la actualidad el sexto contribuyente en presupuesto, tras Francia, Alemania, Italia, Reino Unido y Bélgica. La ESA tiene un sistema de garantía del retorno industrial que asegura a los Estados miembros un retorno de la inversión en contratos con sus propias empresas cercano al 100 por 100. En el caso de España el retorno actual se sitúa en un 101 por 100, lo que significa que entre 2000 y 2014 se han contratado 15.000.000 de euros en España, por encima de lo que correspondería a su contribución. En total la industria española ha tenido contratos por valor de 1.619 millones de euros en ese período.

Al mismo tiempo, la UE ha adquirido recientemente mayores competencias para desarrollar una política espacial y ha aumentado en un 100 por 100 su presupuesto para proyectos espaciales, alcanzando un presupuesto cercano a los 12.000 millones de euros para los años 2014 a 2020. Este aumento de presupuesto hace de la UE uno de los principales actores en Europa (solo superado por la ESA) para los próximos años.

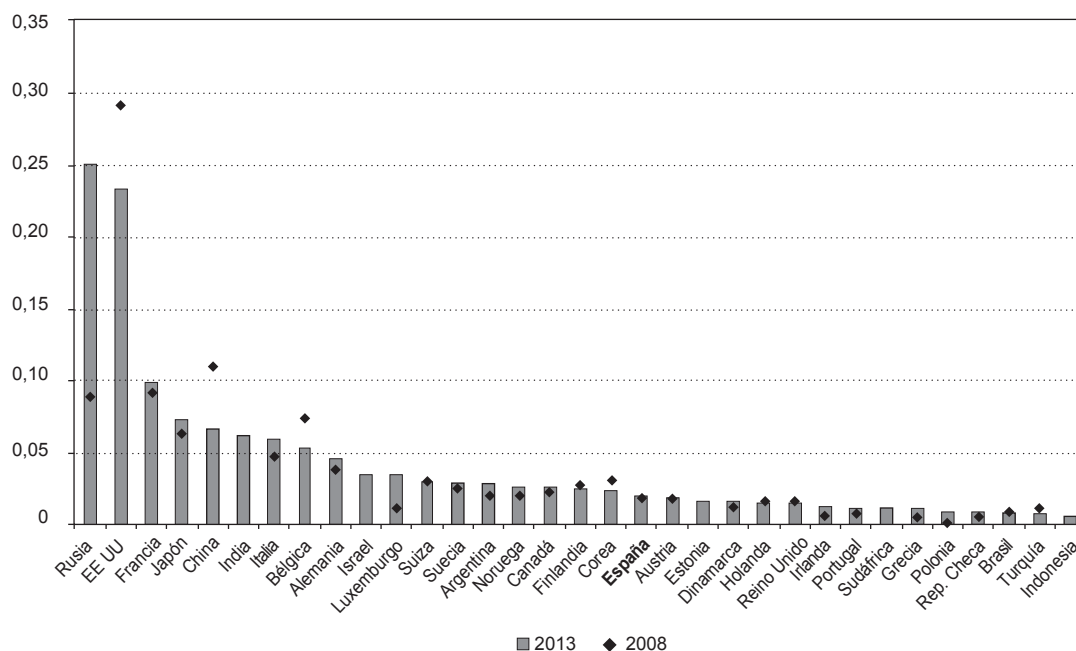
2. La participación de España en la ESA: evolución y perspectiva histórica

La participación de España en la ESA ha tenido un papel fundamental en el crecimiento de la facturación

³ Datos de la Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Aeronáutica y Espacio (TEDAE).

GRÁFICO 1

INVERSIÓN PÚBLICA EN ESPACIO EN EL MUNDO COMO PORCENTAJE DEL PRODUCTO INTERIOR BRUTO



FUENTE: The Space Economy at a Glance 2014, OCDE.

del sector. Cabe recordar aquí que España es uno de los Estados fundadores de la Agencia Espacial Europea, de la que entró a formar parte en 1974.

Entre 2000 y 2010 la contribución aumentó de 100.000.000 a 200.000.000 euros, mientras que la facturación lo hizo de 300.000.000 a 700.000.000 euros. Es decir, por cada euro invertido en la ESA se generó un aumento de facturación directo de tres, entre las empresas del sector. Habría además que sumar a estas cifras las de la actividad económica inducida de forma indirecta (como las mejoras en procesos de producción de empresas no espaciales, contratos obtenidos en sectores no espaciales como consecuencia de los desarrollos tecnológicos, etc.), con lo que podría superarse fácilmente un factor diez.

La contribución de España ha estado ligada a la variación de nuestro PIB relativo para el caso de las

actividades obligatorias (caso del Programa Científico), a la disponibilidad presupuestaria para la contribución a los programas opcionales (la mayor parte de los programas de la ESA y en los que no obstante la contribución de España siempre ha estado por debajo de lo que correspondería según el PIB) y a la capacitación de la industria española para asumir una mayor contratación, actividades de mayor alcance y complejidad y liderazgo de sistemas en lo más alto de la cadena de valor.

Desde aquellos orígenes en los que las actividades lideradas por las empresas españolas se centraban en actividades de apoyo al desarrollo de la componente de vuelo (por ejemplo, equipos de apoyo a la integración); al *software* y *hardware* no crítico de segmento terreno y a elementos sueltos de la componente de vuelo, la industria española ha ido subiendo de forma sostenida hasta los escalones más altos de la cadena

CUADRO 1

**PRESUPUESTOS DE LA AGENCIA
ESPACIAL EUROPEA Y CONTRIBUCIÓN
DE SUS ESTADOS MIEMBROS, 2016**

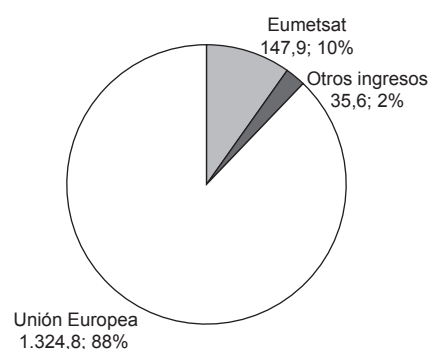
País	Millones de euros	% sobre el total
Alemania	872,6	23
Austria	47,6	1
Bélgica	188,9	5
Canadá	13,2	0
España	152,0	4
Estonia	0,9	0
Dinamarca	29,5	1
Finlandia	21,6	0
Francia	844,5	23
Grecia	11,9	0
Holanda	102,6	3
Hungría	5,0	0
Italia	512,0	14
Irlanda	23,3	1
Luxemburgo	22,0	1
Noruega	59,6	2
Polonia	29,9	1
Portugal	16,0	0
Reino Unido	324,8	9
Rep. Checa	15,6	0
Rumanía	26,1	1
Suecia	73,9	2
Suiza	146,4	4
Otros ingresos ..	204,4	5
Total	3.744,3	100

NOTA: El presupuesto total, incluido el del Gráfico 2 alcanza los 5.252 millones de euros.

FUENTE: http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/Funding

GRÁFICO 2

**PRESUPUESTO DE OTRAS
INSTITUCIONES GESTIONADO POR LA
AGENCIA ESPACIAL EUROPEA, 2016
(En millones de euros y en %)**



NOTA: Presupuesto total de 1.508 millones de euros.
FUENTE: CDTI.

internacional, lo que ha hecho posible mantener la competitividad de la industria tanto desde un punto de vista técnico como financiero. Esta situación ha permitido a España encontrarse entre los pocos Estados miembros de la ESA que tienen un retorno por encima del 100 por 100, y ganar al mismo tiempo una relevante cuota en las diversas áreas de mercado en el entorno puramente comercial.

Actualmente la industria española se encuentra en disposición de liderar actividades en toda la cadena de valor y prácticamente en todas las áreas de actividad espacial. Desde las grandes empresas hasta la red de pymes desarrollan su actividad en todo el rango de acción del *upstream* hasta el *downstream*.

3. Análisis de la participación de España en las actividades de la ESA

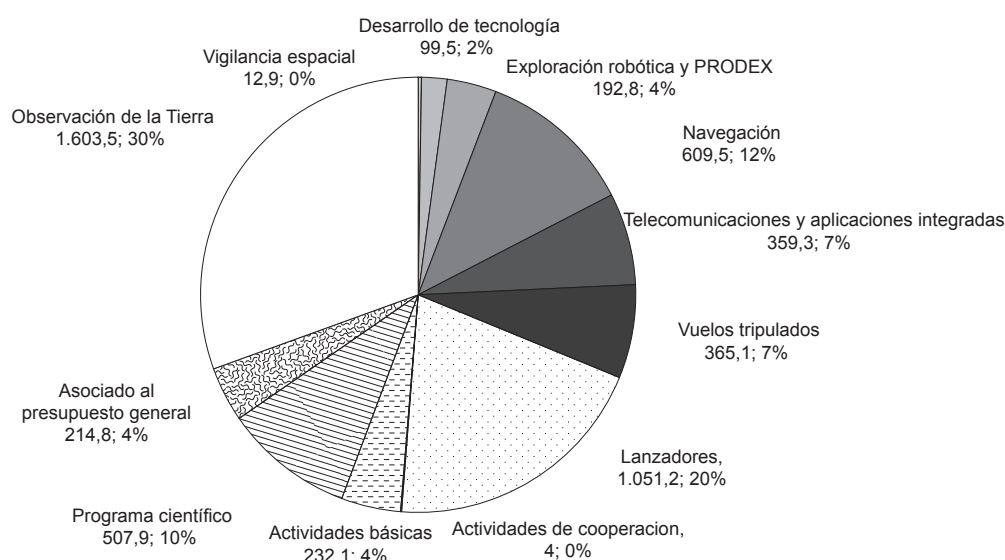
La ESA desarrolla sus actividades a través de un conjunto de programas. En el Gráfico 3 se indica el peso relativo de cada área programática en relación a su presupuesto total.

de valor. Esto ha sido posible gracias a la inversión creciente y la gestión de la misma en una línea de capacitación progresiva.

La capacitación se ha gestionado además en un entorno de competencia tanto nacional como

GRÁFICO 3

**DISTRIBUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA
ENTRE SUS ÁREAS PROGRAMÁTICAS, 2016**
(En millones de euros y en %)



NOTA: El presupuesto total alcanza los 5.252 millones de euros.

FUENTE: http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/Funding

A continuación se desglosan los elementos más importantes de la participación española.

Programas de observación de la Tierra

La observación de la Tierra en la ESA cubre dos ramas de aplicación claramente diferenciadas: una rama con vocación científica y otra vertiente eminentemente operacional. En ambos casos se articula a través de programas opcionales.

En la parte operacional se engloban los programas meteorológicos y el programa Copernicus de observación de la Tierra para la seguridad y el medio ambiente, que es uno de los dos programas espaciales insignia liderados por la Unión Europea.

El objetivo final de esta rama es proveer de datos, productos, aplicaciones y servicios a los usuarios

europes y mundiales, garantizando una continuidad a largo plazo y una calidad certificada que permita su utilización en aplicaciones críticas y de toma de decisiones.

En la parte científica, el programa básico es EOEP (Earth Observation Envelope Programme), un programa envolvente por fases que tiene la particularidad de ser el único programa opcional de la ESA en el que participan todos los Estados miembros.

El objetivo principal de esta segunda rama es abordar y profundizar en los retos científicos más destacados relacionados con la Tierra y su entorno, demostrando al mismo tiempo las tecnologías más rompedoras aplicables a la observación de la Tierra.

Las empresas españolas cuentan con grandes éxitos en el área de observación de la Tierra, habiendo liderado importantes contratos y realizando ofertas de alta calidad técnica y muy competitivas en precio. Esto

ha llevado tradicionalmente a situaciones de retorno positivo (más del 100 por 100 de la inversión) en todos los programas a los que España ha contribuido.

Entre los logros más destacados de la industria española cabe mencionar el liderazgo de la misión SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity) (primera vez que España lideraba el instrumento principal de una misión de la ESA), el liderazgo del instrumento MWR (Microwave Radiometer) del satélite Sentinel-3 del programa Copernicus, ser el contratista principal del instrumento ICI (Ice Cloud Imager) del programa meteorológico MetOp-SG, liderazgo de elementos clave de las electrónicas y subsistemas de plataforma de un alto número de misiones y numerosas actividades en el área de segmento terreno, destacando el desarrollo de un centro de procesamiento completo, así como de numerosos procesadores y sistemas de control, que son ya un estándar mundial.

Además, en la parte científica, el área de observación de la Tierra cuenta con el hito de haber tenido al colíder de la misión científica SMOS (Dr. Jordi Font del CSIC) y de tener por primera vez al científico líder de una misión de la ESA, FLEX (Fluorescence Explorer), cuyo investigador principal e iniciador es el Dr. José Moreno de la Universidad de Valencia.

Ingenio

La utilización de imágenes de satélite para el desarrollo de aplicaciones es un campo que está en auge. Con el objetivo de, por un lado, cubrir las necesidades de los usuarios y, por otro, capacitar a la industria espacial española en el desarrollo de satélites, se puso en marcha el Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite (PNOTS).

El Programa se compone de dos satélites, uno basado en tecnología radar (PAZ), para cubrir principalmente las necesidades de Defensa, y otro óptico (INGENIO), orientado a dar servicio a los usuarios civiles. El conjunto de satélites asegura una cobertura global del mundo con imágenes radar y ópticas de alta resolución. INGENIO, con una resolución de 2,5

metros en el rango pancromático y 10 metros en la banda multiespectral es capaz de proporcionar hasta seis coberturas anuales de España, cubriendo así uno de los principales requisitos de los usuarios nacionales. El satélite PAZ se lanzará en los próximos meses, y el satélite INGENIO está en las fases finales de su desarrollo con un lanzamiento previsto en el año 2018.

En cuanto a la capacitación tecnológica, con esta iniciativa la industria se ha capacitado para desarrollar sistemas complejos, no solo en el desarrollo, sino también en el diseño e integración de los mismos. Las empresas españolas han adquirido el papel de contratista principal del satélite, de la carga útil y su segmento terreno asociado. La participación española en el desarrollo ha sido de cerca del 50 por 100 en el satélite PAZ, y en torno al 80 por 100 en INGENIO, lo que supone un hito sin precedentes. Esto ha hecho que las empresas hayan adquirido una experiencia que les abre las puertas para muchas ofertas de otras misiones que se adjudican en competición, y que descartan de entrada las ofertas de aquellas empresas que carecen de experiencia previa en vuelo.

Por otro lado, ambos satélites forman parte de iniciativas internacionales como es el Programa Copernicus, iniciativa de la Unión Europea para conseguir una capacidad autónoma en materia de observaciones espaciales, y proporcionar servicios operativos en los ámbitos del medio ambiente, protección civil y seguridad civil.

Programas de telecomunicaciones

El objetivo principal del programa de telecomunicaciones de la ESA (ARTES, Advanced Research in Telecommunications Systems) es mantener y mejorar la competitividad de la industria de los países participantes en el mercado de los satélites de comunicación. A través de este programa se desarrollan los satélites que permiten realizar comunicaciones móviles, fijas, de banda ancha, y emisiones de televisión.

El efecto multiplicador de estas inversiones es muy elevado. Por cada euro invertido en I+D en estos

proyectos se facturan entre tres a nueve euros en el mercado comercial.

España ha participado tradicionalmente en este tipo de programas en torno a su nivel de PIB relativo (8 por 100). Gracias a estos programas han sido desarrollados por industrias españolas equipos y subsistemas de alto valor añadido dentro de un sistema Satcom, como son: las antenas y las estructuras de soporte de los satélites, los sistemas de control térmico, o los de control de potencia, así como otros elementos de la carga útil para su posterior comercialización. Además, la industria española realiza importantes elementos del segmento terreno como son los sistemas de control de misión, en los que es un referente mundial, y terminales de usuario de satélites.

Gracias a estas actividades la industria española se ha convertido en proveedora de fabricantes de satélites de primer nivel como Space Systems LORAL, Airbus o Thales, estando presente en cientos de satélites de diversos países en Europa, América, Asia, África y con los operadores más importantes: Eutelsat, SES-Astra, Spacecom, Intelsat, Globalstar, Hispasat, etc. El porcentaje de tecnología española embarcada en estos satélites ha llegado en algunos casos a superar el 10 por 100 con una facturación superior a los 1.000 millones de euros en los últimos 25 años.

Uno de los programas más significativos, actualmente en desarrollo, es Small-Geo, que consiste en el desarrollo de un satélite de telecomunicaciones pequeño en órbita geoestacionaria. El operador y contratista principal del satélite es el operador español Hispasat y España es el segundo mayor contribuyente a esta misión con elementos muy relevantes como son una carga útil regenerativa y la antena activa de recepción, así como equipos de control térmico y el control de la misión.

Programas de navegación

Los programas de navegación (GNSS, Global Navigation Satellite System) tienen como objetivo permitir que la Unión Europea disponga de un sistema de

navegación por satélite propio e independiente que proporcionará servicios de posicionamiento global de alta precisión. Estos programas constituyen el desarrollo, puesta en marcha y explotación de los sistemas de EGNOS y Galileo y de otras actividades de I+D para el desarrollo de tecnologías y de aplicaciones.

El sistema EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) es un sistema de aumentación basado en satélites que complementa a las redes de navegación. La industria española se encarga de actividades de alto valor añadido dentro de este sistema, ya que, entre otros, se ha encargado del centro de procesamiento de datos y generación del mensaje de corrección (CFP), que constituye el corazón del sistema, y del desarrollo de las estaciones de referencia y de supervisión de integridad. Adicionalmente, en 1999, Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (ENARE) firmó un acuerdo bilateral con la ESA por el cual la plataforma de calificación y certificación del sistema, y varios elementos de relevancia de la red terrena, fueron instalados en España y operados por ENARE, en el marco de las operaciones iniciales del sistema.

Por su parte, el programa Galileo nació en 2000 como una iniciativa conjunta de la UE y la ESA, con el objetivo de dotar a Europa de un sistema independiente de posicionamiento y navegación por satélite con cobertura global.

Consta de 30 satélites en órbita mediana (a unos 25.000 km de distancia de la Tierra), distribuidos a lo largo de tres planos orbitales, además de dos centros de control que se ocupan de controlar y sincronizar la constelación, así como una serie de estaciones terrenas de telemetría y telecontrol e infraestructuras terrestres para la explotación del sistema. Una de estas infraestructuras, el centro de servicios de usuario (CSU), se encuentra localizado en España, concretamente en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), y actúa como interfaz entre el sistema y los usuarios y proveedores del servicio, tanto comercial (CS) como de salvaguarda de vida (SOL), evaluando y monitorizando el servicio para

estos usuarios, así como identificando las aplicaciones y los dispositivos.

La participación de la industria española ha sido más activa en el segmento terreno con el desarrollo y mantenimiento de instalaciones clave como la infraestructura de soporte de misión (MSF) o la de generación del mensaje (MGF), o la de sincronización de órbita (OSPF) o de tiempos (TGVF), además de varias estaciones de *up-link* y de telecomando y telecontrol. Asimismo se han realizado otros equipos del segmento de vuelo como son el receptor de misión, antenas de búsqueda y rescate, telemedida y telecontrol, y equipos para el sistema de control térmico.

Programas de lanzadores

En España, las actividades industriales del área de explotación de lanzadores Ariane están muy consolidadas desde hace décadas. La actividad principal se concentra en suministros de las empresas del grupo Airbus Defense and Space (ADS): Construcciones Aeronáuticas SA (CASA) y Computadoras, Redes e Ingeniería SA (CRISA). Además, también realizan tareas de naturaleza similar para el lanzador Vega, cuyo primer vuelo se realizó con éxito en el año 2012.

Por otra parte, la empresa GTD es muy activa en actividades relativas a la base de lanzamiento, denominada Puerto Espacial Europeo de Kourou, Guayana Francesa. Desde esta base parten los tres lanzadores del abanico disponible para Arianespace, proveedor europeo de servicios de lanzamiento: Ariane 5, Vega y Soyuz.

Asimismo, la industria española es muy activa y competitiva en actividades de otros programas de la ESA de desarrollo tecnológico. En particular, su participación ha sido crucial en la misión Vehículo Experimental Intermedio (IXV, por sus siglas en inglés), en el que un consorcio de empresas españolas compuesto por Sener, Deimos y GMV desarrollaron el *software* de guiado, navegación y control, corazón de esta nave de experimentación en órbita. La misión IXV se realizó en febrero de 2015 y fue un gran éxito.

En resumen, la actividad de la industria española en esta área de transporte espacial se centra en: estructuras de fibra de carbono y protección térmica, sistemas de electrónica secuencial de guiado, navegación y control, sistemas de control y distribución de potencia, antenas de telemetría, adaptadores, y mecanismos de separación de carga útil. Igualmente se dispone de infraestructuras e instalaciones para la realización de ensayos termomecánicos a nivel sistema de los tres cohetes europeos, y se suministran servicios de ingeniería de *software* de control en tierra y vuelo, explotación de instalaciones radar, seguimiento y telemetría, y control de calidad y seguridad.

La industria española es exportadora a su vez de elementos de lanzadores a otras regiones del mundo, como Estados Unidos, América del Sur o Japón, aunque la mayor parte del sector depende del mercado europeo.

Este mercado se ha incrementado significativamente en la Conferencia Ministerial de 2014, en la que se decidieron entre otros las futuras versiones de los lanzadores Ariane y Vega. En esta ocasión España ha realizado un salto cuantitativo contribuyendo con alrededor del 5 por 100, acercándose más al peso del PIB del 8 por 100. De este modo se asegura una facturación sostenida de las empresas españolas para las próximas décadas de explotación de estos futuros lanzadores, ya que la participación en la ESA es un elemento fundamental para reforzar y aumentar la presencia industrial en los mercados comerciales.

Exploración

ESA desarrolla sus actividades de exploración del espacio a través del programa de Vuelos Tripulados, Microgravedad y Exploración (HME, Human Spaceflight, Microgravity and Exploration). Su principal objetivo es promover la investigación científica del sistema solar y capacitar tecnológicamente a Europa en futuras misiones de exploración planetaria, tanto robóticas como humanas.

En el Programa Aurora ExoMars, desarrollado en colaboración con Rusia, tiene como objeto realizar dos

misiones a Marte: ExoMars 2016, destinada al estudio de la atmósfera de Marte, a la validación de un módulo robótico de descenso a la superficie del planeta y a servir de enlace de comunicaciones para la misión posterior, ExoMars 2018. Esta última depositará un vehículo (*rover*) sobre la superficie de Marte con el fin de investigar trazas de vida y adquirir datos geológicos. España ha conseguido contratos para ambas misiones en áreas como mecanismos para el vehículo robótico, comunicaciones, estructuras y el sistema de control a bordo, por un valor superior a los 60.000.000 euros. En cuanto al desarrollo de tecnologías para exploración, la participación se ha centrado en actividades de GNC (Guidance, Navigation and Control), mecanismos de muestreo y comunicaciones.

En el área de vuelos tripulados, el elemento principal es la Estación Espacial Internacional (ISS, International Space Station), plataforma para el desarrollo de estudios científicos en condiciones de microgravedad y para la capacitación de Europa en la exploración humana del espacio. En la actualidad existen seis centros distribuidos por Europa, uno de los cuales, el E-USOC (Spanish User Support and Operations Centre), se encuentra en la Universidad Politécnica de Madrid. El último gran hito del programa es el desarrollo del módulo de servicio para el Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV) destinado al sistema de transporte Orión de la NASA que realizará su primer vuelo en 2018. Las actividades en control térmico para el MPCV-SM (MPCV-European Service Module) han dado continuidad a la participación española en toda la serie ATV (Automated Transfer Vehicle) finalizada en 2014, que abarcó actividades de desarrollo de los vehículos y actividades en el segmento terreno.

Por otro lado, desde 1995, la ESA mantiene un laboratorio de I+D para el desarrollo de sistemas de soporte de vida para vuelos tripulados, denominado MELiSSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative), situado en el campus de la Universidad Autónoma de Barcelona.

En el ámbito de la instrumentación, destaca la participación en RAMAN (para análisis de muestras en el *rover* de ExoMars), MARES (para estudio del funcionamiento

muscular en la ISS) y ASIM (para la detección y el estudio de las interacciones altoenergéticas con la atmósfera terrestre desde la ISS).

El Programa Científico

El Programa Científico tiene como objetivo aumentar el conocimiento en las áreas de astronomía, física fundamental y sistema solar. En la actualidad cuenta con un presupuesto aproximado de 500.000.000 euros anuales con los que se financia el desarrollo y construcción de los satélites, su lanzamiento y operación. En el caso de España la contribución se sitúa en torno al 8 por 100, que equivale a una inversión de 40.000.000 euros al año y está situada en el quinto lugar después de Alemania, Reino Unido, Francia e Italia (Gráfico 4).

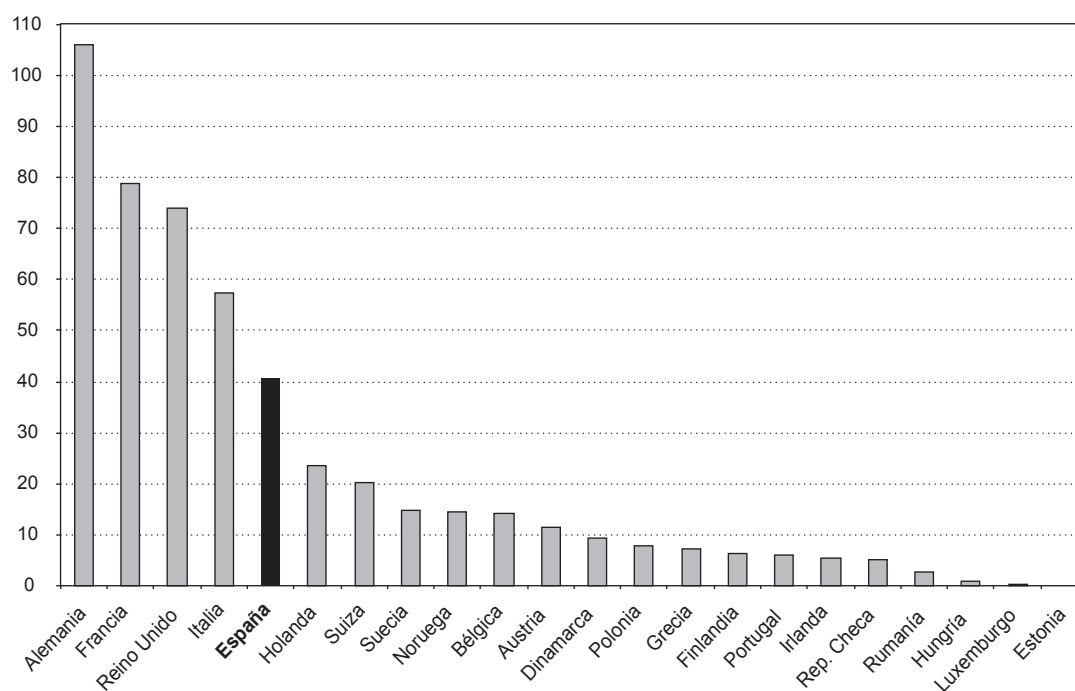
Por otro lado, la instrumentación de los satélites (la denominada carga útil) se aporta como contribución en especie por los Estados miembros y se financia con los presupuestos de investigación propios de cada país. El Plan Estatal de I+D+i, dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad, cubre estas necesidades en España.

Las misiones del Programa Científico se eligen a través de un largo proceso competitivo, sobre temas propuestos por la propia comunidad científica europea y que han sido recogidos en el denominado Plan Cosmic Vision 2015-2025.

Las misiones actualmente en desarrollo son las siguientes: BepiColombo (misión a Mercurio), Solar Orbiter (estudio del Sol), Cheops (caracterización de planetas fuera del sistema solar), Euclid (estudio de la materia oscura), Juice (misión a Júpiter y sus satélites), Plato (búsqueda de planetas extrasolares) y, finalmente, Athena (Telescopio Avanzado para la Astrofísica de Altas Energías).

Las empresas españolas han demostrado ser muy competitivas en el Programa Científico y alcanzan sin dificultad los objetivos de retorno fijados por la ESA. Por tanto, el esfuerzo actual se dirige a conseguir

GRÁFICO 4
DISTRIBUCIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES ANUALES
AL PROGRAMA CIENTÍFICO DE LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA, 2016
(En millones de euros)



FUENTE: ESA.

crecientes responsabilidades y consolidar a la industria española en posiciones de liderazgo de subsistemas de alto valor añadido.

Como hito muy relevante cabe citar el contrato conseguido para liderar el satélite de la primera misión tipo *small* Cheops, donde nuestra industria ha competido con tres grandes empresas europeas. Además, la alta capacidad desarrollada se extiende en la actualidad a los subsistemas de estructuras y control térmico, de Control y Actitud de Órbita (AOCS, Attitude and Orbit Control System), comunicaciones, antenas y mecanismos.

A lo anterior hay que añadir el papel cada vez más relevante de la industria española en el segmento

terreno y operaciones de dichas misiones, tanto por el efecto tractor que tiene ESAC (European Space Astronomy Centre), el centro de operaciones científicas situado en Madrid, como por ESOC (European Space Operations Centre), centro de control de satélites en Alemania, donde la industria española juega un papel muy notable.

Actividades y misiones dirigidas al desarrollo de nuevas tecnologías

Todas las misiones espaciales de la ESA tienen como elemento común un alto nivel de complejidad

tecnológica. Para reducir el riesgo de fallo en órbita, donde es muy difícil o casi imposible realizar reparaciones, es necesario realizar proyectos previos de I+D. La ESA dispone de un amplio abanico de programas de I+D orientados a las distintas necesidades de las misiones, que incluyen incluso el lanzamiento de pequeñas misiones de demostración para probar tecnologías innovadoras.

El ejemplo más relevante de pequeñas misiones tecnológicas es el proyecto PROBA-3 de la ESA. Esta misión está liderada por una empresa española y tiene como propósito demostrar el vuelo preciso en formación de dos satélites, con aplicaciones científicas relacionadas con el estudio de la corona solar.

Otra de las áreas de acción de la ESA en el campo de la tecnología es establecer iniciativas para aprovechar las tecnologías desarrolladas en el espacio y transferirlas a otros sectores de la economía en beneficio de la sociedad. La actividad más relevante es el apoyo a la constitución de Centros de Incubación de Empresas (CIE). En España se han creado recientemente dos de estos centros, uno en Madrid y otro en Barcelona. Desde estos centros se da soporte técnico y financiero a nuevas empresas con esta nueva visión comercial del espacio. Se espera que en los próximos años sean fuente generadora de riqueza y empleo de muy alta cualificación, características comunes a todas las empresas del sector espacial.

ESAC: el centro de la ESA en España

El Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC) es una instalación operativa de la ESA situada en Villanueva de la Cañada (Madrid).

Actualmente cuenta con 350 empleados, entre personal de plantilla y contratados en las distintas líneas de actividad.

En la actualidad se dedica fundamentalmente al desarrollo de actividades del Programa Científico de la ESA. Este Programa tiene un gran protagonismo

dentro de la Agencia, ya que es el único de carácter obligatorio, lo que le confiere una elevada estabilidad en su funcionamiento; tiene como objetivo el avance en el conocimiento científico del espacio en áreas de astronomía, sistema solar y física fundamental.

4. Otras actividades espaciales internacionales con participación de España:

Space Surveillance and Tracking (SST)

Las actividades de SST se centran en detectar y seguir los objetos en órbita terrestre, para evitar colisiones y alertar a las autoridades en caso de que un satélite pueda impactar en la superficie. SST ha cobrado mayor relevancia en los últimos años por el aumento de la basura espacial y la mayor importancia de los activos espaciales para la economía y la seguridad.

Europa invierte en esta área a través de tres fuentes: la ESA, la UE y los presupuestos o actividades nacionales.

Concretamente, está previsto que la UE haga inversiones muy sustanciales a partir de 2020 en un sistema europeo de SST (por encima de los 1.000 millones de euros). Como paso previo está canalizando una inversión en las actuales perspectivas financieras de más de 200.000.000 euros a través de un consorcio de cinco entidades europeas: las agencias espaciales de Francia, Reino Unido, Alemania, Italia y, por parte de España, el CDTI.

España está muy bien situada en este programa en los siguientes campos:

- Tecnología de sensores de detección tanto de tipo radar como ópticos (telescopios).
- *Software* de procesamiento y control.

Asimismo, la UE ha establecido al Centro de Satélites de la UE, ubicado en Torrejón, como un pilar del futuro programa SST, por lo que este programa también potencia las infraestructuras espaciales en España.

Como preparación para este gran programa europeo, además de la participación en el consorcio de entidades mencionado anteriormente, el CDTI ha firmado un acuerdo con la ESA para desarrollar un sistema nacional de SST con una inversión de 21.000.000 de euros. Esta inversión servirá a la vez como aportación «en especie» a un futuro elemento europeo y como capacitador tecnológico de la industria española que ayude, por tanto, a obtener un retorno adecuado en España de las inversiones de la UE en este campo.

Clusters de la UE

España participa en las iniciativas de investigación estratégica sobre propulsión eléctrica espacial y robótica espacial que financia la UE en Horizonte 2020 (H2020), y que se denominan *clusters*. Estos proyectos están liderados por un conjunto de seis agencias espaciales europeas (Francia, Alemania, Reino Unido, Italia, Bélgica y España), junto con la ESA, y donde el representante en el caso de España es el CDTI.

El *cluster* de propulsión eléctrica espacial tiene como objetivo permitir avances sustanciales en este tipo de tecnología para operaciones en órbita y para transporte espacial, y así contribuir a garantizar el liderazgo de las capacidades europeas en propulsión eléctrica a nivel mundial en el marco temporal 2020-2030. Su presupuesto indicativo en la convocatoria de 2016 es de unos 23.000.000 euros.

El *cluster* de robótica espacial, por su parte, se centra en crear y demostrar las herramientas clave necesarias para consolidar la madurez tecnológica de los sistemas robóticos en misiones de mantenimiento orbital y de exploración planetaria, y así contribuir a garantizar el liderazgo de las capacidades europeas en robótica espacial a nivel mundial dentro del marco temporal 2020-2030. Su presupuesto indicativo en la convocatoria de 2016 es de unos 18.000.000 euros.

Suponen una gran oportunidad para la industria española espacial, que posee grandes capacidades en ambas áreas tecnológicas estratégicas.

Actividades bilaterales con agencias espaciales de otros países

Desde 2005 España ha participado también en programas espaciales en cooperación con otros países, al margen de la ESA.

En particular destaca la participación con las siguientes agencias:

— CNES (Agencia Espacial Francesa): en la misión PRISMA la industria española desarrolló dos piezas clave del sistema de vuelo en formación: el *software* de navegación y los módulos de transmisión y recepción. El desarrollo de estas tecnológicas está teniendo continuación en la misión PROBA-3 y tiene gran potencial para futuras misiones espaciales.

— NASA: España participa en la misión de la NASA MSL (Mars Science Laboratory) mediante una antena de alta ganancia y una estación meteorológica montada en el vehículo *rover* que explora la superficie marciana desde hace varios años. Para esta colaboración el CDTI ha firmado un acuerdo específico con la NASA, que se ha extendido a la misión continuación de MSL denominada Mars 2020.

— Roscosmos (Agencia Espacial Rusa): en este caso la colaboración se centra en un terreno de procesamiento de datos y un instrumento ultravioleta para la misión WSO (World Space Observatory).

Participación en las actividades espaciales en el programa de I+D de la UE: Horizonte 2020

Fruto del elevado grado de desarrollo del sector espacial español, la participación de entidades españolas en el Programa Marco de I+D de la UE, actualmente llamado Horizonte 2020, está por encima de la contribución de España a dicho programa. A modo de ejemplo, en 2014-2015 el retorno para España fue del 11,4 por 100 (UE28), lo que supone un incremento de más de tres puntos porcentuales respecto al 7º Programa Marco.

CDTI, como punto nacional de contacto y representante en los Comités de Programa Marco, incluyendo Espacio, trabaja desde hace más de 26 años para defender los intereses de I+D, a nivel europeo, de todo tipo de entidades españolas incluyendo empresas, universidades, centros públicos de investigación, centros tecnológicos, usuarios, etc. El apoyo de CDTI abarca todo el ciclo del Programa, desde la elaboración de convocatorias que incluyan líneas afines a las capacidades españolas, la preparación de los proyectos y su posterior implementación.

En líneas generales, la mayor variedad de temas que se financian en Espacio, en Horizonte 2020, frente a anteriores Programas Marco es algo positivo para la participación española, ya que se abren oportunidades para un sector que tiene sus capacidades muy repartidas.

España ha logrado un buen posicionamiento en las nuevas iniciativas que han surgido en Horizonte 2020, los *clusters* estratégicos de investigación y la Vigilancia y Seguimiento Espacial (SST), a través de la participación del CDTI en los consorcios con las agencias espaciales de los principales países del sector.

Por áreas, en los dos primeros años de Horizonte 2020 España ha conseguido los mejores resultados en Tecnología y Ciencia, con un retorno del 17,2 por 100 (UE28), habiendo subido tres puestos en el *ranking* de retorno por países, del «clásico» 5º puesto a la 2ª posición. En el área de aplicaciones de Galileo, España ha obtenido un retorno del 14 por 100 (UE28) y está en el 3º puesto del *ranking* por países.

5. Estrategia de futuro: el Consejo Ministerial de la ESA 2016 y el mantenimiento del apoyo público.

Los próximos años son fundamentales para la continuidad de lo desarrollado estos últimos años en el sector espacial español.

La estrategia pasa por consolidar las posiciones alcanzadas por las empresas españolas en la cadena de valor, lanzar nuevos programas y misiones liderados desde España y ganar cuota del mercado comercial espacial.

A través de una política de inversión pública ambiciosa, que situara la inversión espacial en un porcentaje del PIB similar a nuestros socios europeos, la facturación del sector podría duplicarse en los próximos cinco años (2016-2020).

España debe aprovechar sus capacidades en un sector en crecimiento a nivel mundial, y que tiene gran potencial para generar empleo de calidad y actividad económica.

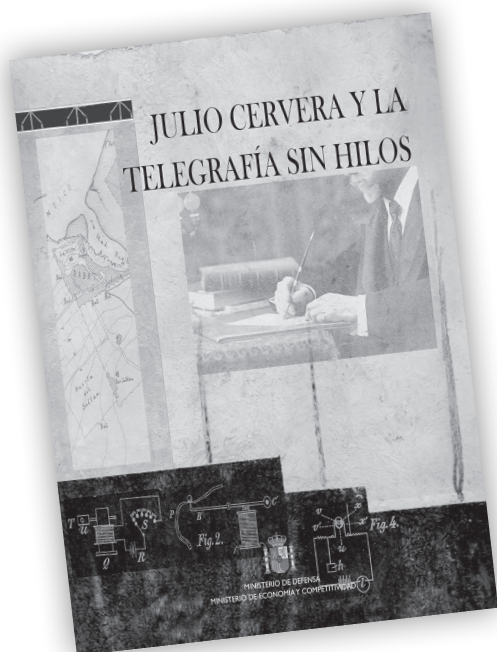
Los próximos años son también claves para España en el terreno institucional. Un ministro español presidirá el consejo ministerial de la ESA que está previsto celebrar en 2016, y España acogerá la celebración del próximo en 2018. Estos eventos permitirán: por un lado dar más visibilidad a la actividad espacial de nuestras empresas y científicos, y por otro incrementar el peso político de nuestro país a la hora de definir el futuro del espacio en Europa.

El CDTI como organismo clave en la gestión de la actividad espacial en España continuará apoyando el desarrollo del sector, con los mismos objetivos de crecer, tanto en calidad como en cantidad.

Referencias bibliográficas

- [1] AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (2016). «Intermediate Report on the Space Economy». 2016 ESA/C, nº 24.
- [2] CENAN AL-EKABI (2015). «Space Policies, Issues and Trends in 2014-2015». *Report 54*, European Space Policy Institute, ESPI.
- [3] INFORME DEL ESPACIO (2013). *The Authoritative Guide to Global Space Activity*, Space Foundation. The Space Report. Disponible en: http://www.tedae.org/uploads/old/files/1436341992_espacio.pdf.
- [4] ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (2014), *The Space Economy at a Glance*. OECD publishing.

Julio Cervera y la telegrafía sin hilos



Julio Cervera Baviera fue un personaje apasionante que destacó en campos profesionales muy diversos. Vivió en Marruecos y en Puerto Rico además de en España. Fue explorador del desierto africano, militar, político, enseñante y masón. Inició la educación a distancia y fundó en Valencia las escuelas libres de ingenieros electricistas y mecánicos.

Su mayor logro fue la investigación en la telegrafía sin hilos. Hoy se reconoce así y este libro sostiene que su mérito es incuestionable pues mejoró de forma notable la tecnología existente en el momento. Aunque esta monografía tiene como núcleo sus trabajos sobre la telegrafía sin hilos, no descuida sus otras facetas vitales que no por menos conocidas son menos apasionantes. Este libro es un tributo a la memoria de un inventor poco conocido que fue a la vez un personaje asombroso y de gran complejidad.

Número de páginas: 84
Precios incluido IVA
Papel: 8,00 €
PDF: 4,00 €
IPub: 6,00 €