

Actualidad de la industria aeroespacial en España

JUAN A. MOLINER GONZÁLEZ
General (retirado) del Ejército del Aire

JUAN A. PONS ALCOY
Coronel (reserva) del Ejército del Tierra

REFERENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES

España ocupa una posición geográfica caracterizada por:

- Una especial configuración de la geografía de la nación, con archipiélagos y ciudades autónomas alejadas de la península ibérica, y que tienen dependencia del medio aéreo para mantenerse conectadas.

- Pertenencia al entorno europeo, en el que España es responsable de una de las mayores áreas de control de tráfico aéreo, proporcionando, entre otros servicios, defensa aérea, cobertura del Servicio de Búsqueda y Salvamento (SAR), etc.

- Una extensa línea de costa, en la que el impacto del control del aire-espacio sobre las rutas marítimas y terrestres es enorme y en las que hay que garantizar la seguridad y libertad de movimientos.

En España, la Ley de Seguridad Nacional de 2015 incluye la seguridad del espacio aéreo y ultraterrestre entre los ámbitos de especial interés de la seguridad nacional, y la Estrategia de Seguridad Nacional de 2017 considera que

en los espacios comunes globales (ciberespacio, espacio marítimo, espacio aéreo y espacio ultraterrestre) cualquier interrupción puede suponer una rápida desconexión funcional e informativa y aconseja el desarrollo de los mecanismos de gestión de crisis.

Nuestra nación es miembro de organizaciones internacionales con actividades espaciales: ONU (Oficina de Naciones Unidas para asuntos del espacio Exterior, UNOOSA), UE, OTAN, la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT), propietaria de los famosos Meteosat.

La gestión de la política espacial se coordina a través de comités y comisiones que implican a varios departamentos ministeriales: la Comisión Interministerial de Sistemas Globales de Navegación por Satélite (Fomento, Defensa e Industria); el Comité Director del Programa Nacional de Observación de la Tierra (Industria y Defensa); la Comisión Interministerial de Política Industrial y Tecnológica del Espacio (Defensa, Hacienda, Fomento, Industria, Eco-

Estados Unidos y la NASA están haciendo esfuerzos para no depender de Rusia para llevar y traer sus astronautas hasta la Estación Espacial Internacional. (Imagen: SpaceX/NASA)



nomía y Medioambiente); y la Comisión de Seguimiento Interministerial de Sistemas de Vigilancia y Seguimiento Espacial (Industria y Defensa).

Finalmente se ha definido una estructura para la seguridad aeroespacial, dentro del Sistema de Seguridad Nacional, que bajo la responsabilidad del presidente del Gobierno se compone:

- Consejo de Seguridad Nacional.
- Consejo Nacional de Seguridad Aeroespacial, que apoya al anterior y fomenta las relaciones de coordinación, colaboración y cooperación entre administraciones públicas, y entre estas y el sector privado, y
 - Comité de Situación, que gestionará las situaciones de crisis del ámbito aeroespacial.

LA ACCIÓN AEROESPACIAL DEL ESTADO

Responsabilidad del Estado es facilitar la seguridad nacional, que en España tiene a la defensa nacional como su primer componente, unido a la acción exterior y la seguridad pública. Para ello se vertebra la acción del Estado en todos los campos de actuación, que en el caso que nos ocupa es acción aérea del Estado, y que, al ampliarse en su continuidad con el espacio, se denomina acción aeroespacial del Estado. Se considera como «una actividad de vital interés para facilitar la seguridad y el desarrollo del conjunto de la nación».

Para que la acción aeroespacial del Estado se desarrolle de forma flexible e integrada se exige que sea tenido en cuenta no solo en los dominios físicos aéreo y espacial, sino los dominios interrelacionados del ciberespacio, dominio cognitivo y dominio de la información.

La acción aeroespacial del Estado exige:

- Coordinación de todas las entidades, instituciones, centros, agencias y operadores del aire y el espacio.
- De particular importancia es el empleo, que está teniendo un aumento exponencial, tanto oficial como particular, de los vehículos pilotados remotamente, los drones.
- Dada la pertenencia de España a la UE, nuestro país ha incorporado el «Uso flexible del espacio» (*Flexible Use of Airspace*, FUA), lo que requiere una permanente coordinación con el responsable militar del control del espacio aéreo de soberanía.
- Gestión centralizada, que asegure el adecuado control y coordinación de todo lo que ocurre en el aire-espacio.

Pues bien, el principal responsable en España de las capacidades que se usan para actuar en la tercera dimensión, ahora aire y espacio, es el Ejército del Aire. Él es el instrumento principal para lograr la libertad de acción en el aire y en el espacio.

Un Ejército del Aire caracterizado por:

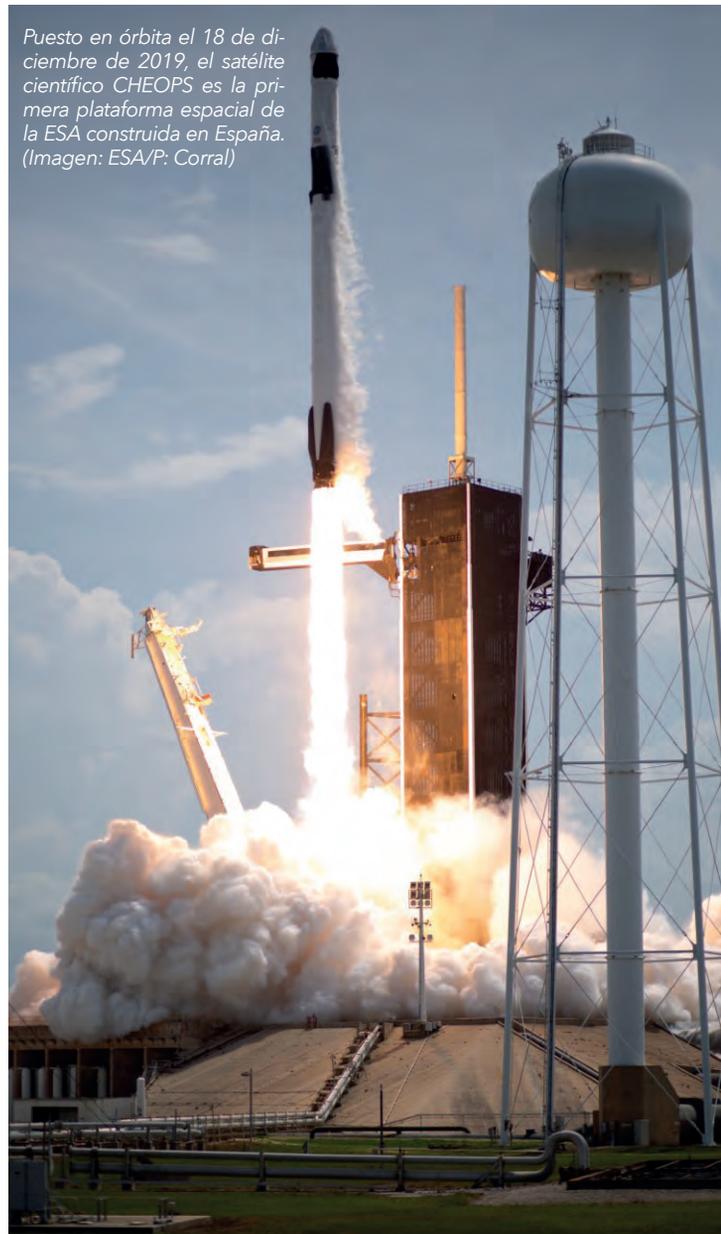
- Versatilidad, multipropósito y polivalencia, consecuencia de las características del entorno, el elevado coste del material y la rigurosa preparación de su personal,

siendo utilizado en múltiples actividades, lo que aumenta su eficacia.

- Flexibilidad y efectividad, con posibilidad de causar efectos a niveles estratégico, operacional y táctico.
- Rapidez para actuar en márgenes de tiempo que no tienen otros instrumentos.
- Graduación de la intensidad de su empleo.
- Agilidad para tratar, explotar y difundir la información.

Todo lo anterior significa que el Ejército del Aire es una herramienta única en manos del gobierno de la nación, para que la acción aeroespacial del Estado pueda influir directamente en los acontecimientos, con independencia de su utilización geográfica y manteniendo la seguridad de los espacios aéreo y ultraterrestre.

Puesto en órbita el 18 de diciembre de 2019, el satélite científico CHEOPS es la primera plataforma espacial de la ESA construida en España. (Imagen: ESAVP: Corral)



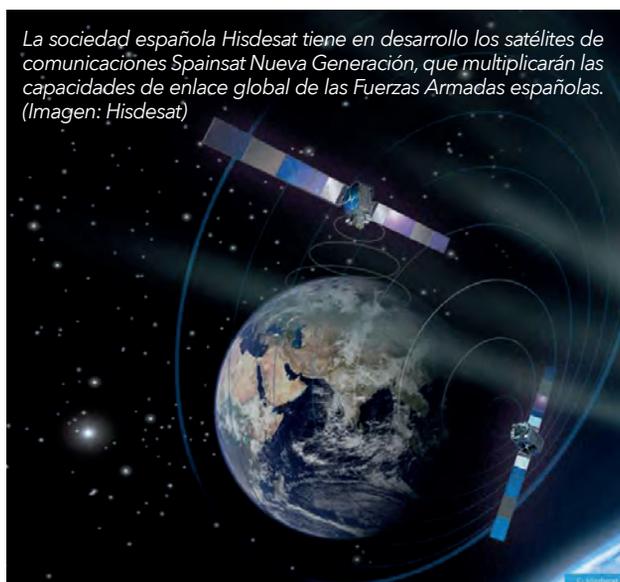
DESARROLLOS NACIONALES Y MULTINACIONALES DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA

Tras la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, posiblemente para el sector industrial aeroespacial el reto más importante es definir una estrategia y un plan nacional del espacio. A su consecución no ha ayudado la situación de inestabilidad política de España con las prórrogas presupuestarias sufridas que han demorado su desarrollo e implementación.

En 2015 se constituyó la Comisión Interministerial de Política Industrial y Tecnológica del Espacio, adscrita al Ministerio de Industria y en la que participan la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) del Ministerio de Defensa. Su objetivo es la coordinación institucional y público-privada y la optimización de recursos evitando duplicidades.

Más adelante se analiza el hecho de que todavía se desconoce si se va a poner en marcha un segundo plan nacional de observación de la tierra por satélite (PNOTS-2), para dar continuidad al PNOTS-1 que fue fruto de un acuerdo entre los Ministerios de Defensa e Industria en 2007 y cuyos principales frutos han sido los satélites Paz e Ingenio y la capacitación de la industria espacial nacional para producir satélites completos.

Dada la necesidad de relevar a ambos, con una nueva generación de satélites electroópticos (Ingenio 2) y de radar SAR (Paz 2) en un plazo de varios años, algo que ya fue puesto de relieve por el anterior Secretario de Estado de Defensa, y la magnitud previsible de las inversiones, lo razonable será valorar si es asumible un PNOTS-2 en solitario o en cooperación con otros países. Mientras, Hisdesat ya trabaja en los estudios previos de Paz 2 y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) se mantiene a la expectativa respecto a un posible Ingenio 2.



Por su parte, la DGAM del Ministerio de Defensa aprobó en 2015 el Plan Director de Sistemas Espaciales (PDSE), que formula las acciones para mantener las capacidades y alcanzar otras a través de tres ejes: capacidad operativa, tecnológica e industrial y cooperación internacional, con una temporalización de corto (2017), medio (2020) y largo plazo (2030), que exige una revisión y que, sí se ha acometido y ultimado, no se ha hecho pública.

Comunicaciones vía satélite

Como recoge Fernández Álvaro¹, las comunicaciones espaciales comienzan en el mismo momento en el que se lanza el primer ingenio espacial, el Sputnik 1. La puesta en marcha de las misiones tripuladas, especialmente el programa Apolo, con la necesidad de mantener comunicación con la nave de manera permanente, marcan el inicio de las comunicaciones de espacio profundo.

Para asegurar este requisito operacional se hizo necesario desarrollar una red global de comunicaciones fiables cuyas características principales son:

- Necesidad de una cobertura global.
- Establecer una intercomunicación permanente con la nave para asegurar la recepción de la información y la transmisión de los comandos.
- La determinación precisa y estable de su posición en el espacio y de su órbita.

El crecimiento exponencial de las necesidades de canales de comunicación, la cantidad de datos a transmitir y, sobre todo, las distancias entre emisor y receptor, ha exigido una evolución tecnológica continua de los equipos de comunicaciones, equipos mecánicos asociados y del software de gestión y control necesario para integrar todos los subsistemas que componen el sistema de comunicaciones espaciales.

Entre las tendencias principales que se están produciendo en este ámbito hay que mencionar, en relación con las órbitas utilizadas por los satélites, que la orientación actual es combinar satélites en las órbitas LEO (*Low Earth Orbit*), MEO (*Medium Earth Orbit*) y GEO (*Geostationary Orbit*). Al tiempo se desarrollan de forma intensa los enlaces intersatélites para reducir la presión de las redes basadas en tierra.

La tecnología del segmento terrestre avanza en el desarrollo de antenas de baja resistencia aerodinámica para aplicaciones motrices y con antenas compatibles para LEO, MEO y GEO y para todo el espectro electromagnético.

En España el Ministerio de Defensa no es el propietario de los satélites, sino que obtiene servicios mediante contratos marco con operadores nacionales y acuerdos de colaboración en programas internacionales. Los desarrollos más relevantes han sido y son los siguientes:



Sevilla acogió a finales de noviembre de 2019 la cumbre de ministros de la ESA responsables de los asuntos espaciales, en donde se aprobaron las misiones de exploración para los próximos cinco años. (Imagen: ESA)

Los primeros satélites de comunicaciones que España puso en órbita (concretamente en la órbita geoespacial a 36 000 km) lo fueron sobre satélites de la serie Hispasat y Amazonas entre 1992 y 2004, siendo el Ministerio de Defensa, junto a operadores civiles, el encargado de operar y mantener el segmento terrestre de usuario².

De una calidad tecnológica y estándares muy elevados fueron XTAR-EUR, resultado de una cooperación bilateral con USA (51%) y SPAINSAT, que entraron en servicio en 2005 y 2006, y cuyo fin operativo está muy próximo.

ESPAÑA Y LA ESA

Fundada en 1975, la Agencia Espacial Europea (ESA) es una organización a la que pertenecen 22 estados europeos, entre ellos España. Dedicada su actividad a la exploración pacífica, a impulsar los intereses científicos e industriales europeos en el espacio y a su uso en beneficio de todos los ciudadanos. En los últimos doce meses España ha aumentado sus contribuciones a la Agencia, lo que sitúa a nuestro país como quinto inversor de la organización, de tal modo que a través de ella se encamina la inmensa mayoría de presupuestos nacionales dedicados al espacio. ■



El control del espacio ultraterrestre busca alcanzar y mantener un grado suficiente de libertad de acción basado en un robusto conocimiento de la situación espacial. (Imagen: ESA/P. Carril)

Actualmente están en desarrollo los satélites de comunicaciones SPAINSAT NG 1 y 2 y su centro de control. Para ello se ha concedido un crédito de 750 millones de euros hasta 2022. Pretende dar respuesta a las necesidades de comunicaciones de las FAS en sus despliegues nacionales o misiones internacionales, así como a las comunicaciones de las FCSE y otros organismos civiles (MINT, MAE, CNI).

Como proyecto de la Unión Europea, aunque surgido a iniciativa de la Agencia Espacial Europea (ESA, que recordemos es una agencia europea, pero no de la Unión Europea), está en marcha el programa Governmental Satellite Communication, que los ministros de Defensa europeos lanzaron en enero de 2019 y que está en fase de desarrollo hasta 2021. La Agencia Europea de Defensa (EDA) proporciona el apoyo esencial para su gestión.

Se gestiona bajo la modalidad de *pooling and sharing* y consiste en que los países que requieren comunicaciones encriptadas informan de su necesidad a la EDA, que

los eleva a los países que cuentan con transpondedores excedentes en órbita (entre ellos, Alemania, Italia, Luxemburgo). Estos comunican su disponibilidad de bandas de frecuencia, coste alquiler y otras características para que el demandante seleccione la oferta que se ajusta a sus requisitos. El grupo de gestión lo lidera España.

Una visión de la situación actual en el plano de la observación de la Tierra

La pérdida del primer satélite de observación institucional español SeoSat/Ingenio debido a un fallo en el lanzador Vega que lo debía haber puesto en órbita el 17 de noviembre de 2020 ha dejado inconcluso el Plan Nacional de Observación de la Tierra por Satélite o PNOTS.

La finalidad del PNOTS es lograr que el gobierno español y sus distintos organismos e instituciones dispongan de plena autonomía en la obtención de imágenes desde el espacio. La forma de conseguirlo consistía en desarrollar, fabricar y poner en órbita un sistema espacial dual conformado por una plataforma electroóptica (SeoSat/Ingenio) dedicada de forma preferente a prestar servicios en la vertiente civil y otra equipada con tecnología radar (Paz), centrada en misiones de defensa y seguridad.

Fruto de un acuerdo suscrito en julio de 2007 entre los Ministerios de Defensa e Industria, el SeoSat/Ingenio era de reducido valor para las Fuerzas Armadas españolas puesto que no fue concebido para cumplir misiones militares, sino para satisfacer demandas de un amplio espectro civil. En consecuencia, su resolución era demasiado exigua para satisfacer los requisitos operativos del ámbito de la Defensa, que hoy en día ya aportan incluso los numerosos satélites comerciales de observación.

Varios meses después de la pérdida del satélite, no existe confirmación oficial sobre si se ha dado por cerrado y concluido el PNOTS. Por el momento, no consta que se haya puesto en marcha ningún proyecto gubernamental para afrontar la sustitución o el relevo del Ingenio por otra plataforma de mejores prestaciones.

En ausencia de decisión al respecto, existen varias iniciativas de empresas privadas del sector espacial que ya han planteado propuestas ante el Ministerio de Industria y otras instancias para desarrollar un nuevo satélite electroóptico. Lo que es innegable es que se trataría de una astronave más avanzada desde el punto de vista tecnológico, con una resolución pancromática y multispectral submétricas, más acordes con el estado del arte de la tecnología de observación electroóptica y las necesidades militares.

Se requiere o no un PNOTS 2

Los ministerios vinculados con el PNOTS original, hoy en día los departamentos de Defensa, Industria, Comercio y Turismo, al que se ha sumado o debe sumarse la cartera de Ciencia e Innovación –propietario originario del SeoSat/Ingenio– deberían acordar si existe la conveniencia o necesidad de relevar al fallido satélite. Y, en su caso, proceder a dar los pasos para la puesta en marcha de un proyecto en tal sentido.

No obstante, se echa en falta conocer si los dos ministerios que conformaron el PNOTS se inclinan por dar los pasos en firme para un PNOTS 2, dado que la vida estimada del satélite radar SAR Paz 2 es de alrededor de cinco a siete años, ya han transcurrido tres años desde su lanzamiento al espacio y el desarrollo y construcción

PLD Space ha desarrollado el micro lanzador suborbital Miura 1. De una sola etapa y un único motor cohete, alcanzará una altura cercana a los cien kilómetros. (Imagen: PLD Space)



de una plataforma radar SAR de nueva generación lleva su tiempo y no se logra de hoy para mañana, como es evidente.

Exista o no PNOTS 2, el operador y propietario de Paz (Hisdesat) ya hace varios años que está inmerso en el sustituto del Paz. Lo que parece evidente es saber si el Gobierno español va a relevarlo con un proyecto en solitario o en cooperación con otros países.

Tras la aprobación a mediados de abril de 2019 de la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, la aspiración más importante del conjunto del sector espacial español –y de forma preferente de su tejido industrial– es lograr que desde las más altas instancias de la nación se de vida a una estrategia y un plan nacional del espacio, así como ver hecha realidad una organización que supervise y coordine su ejecución. Hasta la aprobación de los Presupuestos Generales del Estado de 2021 a la consecución de ambos objetivos no habían ayudado las sucesivas prórrogas presupuestarias, aunque una vez conseguido, tales deseos tampoco parecen estar en la agenda del actual ejecutivo.

Como sucedáneo de una entidad gestora única, en 2015 se constituyó la llamada Comisión Interministerial de Política Industrial y Tecnológica del Espacio, adscrita al Ministerio de Industria y en la que participan entre otros organismos la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) del Ministerio de Defensa. Su finalidad es intentar la coordinación institucional y la optimización de recursos evitando duplicidades, pero sus logros, en caso de existir, no son conocidos.

El PNOTS y su eslabón SAR

En el campo de los satélites de observación españoles y en el marco del Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite (PNOTS) y de los dos programados para ser colocados en órbita, el único en funcionamiento y a pleno rendimiento es el llamado Paz, una plataforma dotada con tecnología radar de apertura sintética (SAR).

Propiedad de la compañía de servicios estratégicos Hisdesat, Paz fue puesto en órbita el 22 de febrero de 2018 desde la base espacial de la Vandenberg (estado de California), mediante un lanzador Falcón 9 de la rama de servicios de lanzamiento de la compañía norteamericana SpaceX.

Comenzó a prestar servicios iniciales en septiembre de ese mismo año y a principios de marzo de 2021, tras un arduo proceso de validación de los productos y de introducción de sustanciales mejoras, el Centro de Sistemas

Aeroespaciales de Observación (CESAEROB) del Ejército del Aire alcanzó la plena capacidad operativa de su nodo de defensa.

Emplazado a 514 kilómetros de altitud y en una órbita cuasi polar ligeramente inclinada alrededor de la Tierra, cubre un área de más de 300 000 km² mediante la observación de las zonas terrestres que se programan de forma regular. Su principal razón de ser es atender las necesidades operativas del Ministerio de Defensa y de las Fuerzas Armadas españolas que extraen datos e información con una resolución de hasta 25 centímetros para las imágenes diurnas y nocturnas.

Las funciones que cumple son las de observar la superficie terrestre para aportar inteligencia a las misiones en el exterior, generar cartografía de alta resolución, efectuar el control de las fronteras y las aguas territoriales y de la zona económica exclusiva, contribuir a gestionar situaciones de crisis y riesgos, así como evaluar catástrofes naturales, entre otras muchas.

Propiedad de la compañía de servicios estratégicos Hisdesat, el INTA es el responsable del segmento terrestre, cuyas antenas e instalaciones se encuentran en el denominado Centro Espacial INTA

Torrejón (CEIT) situado en el campus del Instituto de su sede central madrileña, así como en el Centro Espacial de Canarias, en Maspalomas, en la isla de Gran Canaria.

El satélite Paz incorpora el Sistema de Identificación Automático (AIS), equipo que debe figurar en todos los barcos de arqueo bruto superior a las 300 toneladas. El AIS a bordo de Paz capta los diferentes parámetros del buque, entre ellos su nombre, tonelaje, carga destino y un largo etcétera. Si el buque no envía la señal al satélite, se encienden las alarmas por las posibles actividades ilícitas del barco. Hisdesat ha desarrollado una modalidad de aplicación que permite comparar de manera automática la señal AIS y las imágenes radar, con lo que mejora sustancialmente las prestaciones que aporta el satélite

El fallido vuelo del SeoSat/Ingenio

El satélite electroóptico Seosat/Ingenio no pudo alcanzar su órbita de trabajo a 670 kilómetros de altura porque se hizo añicos junto a la plataforma científica francesa Taranis tras precipitarse ambos a tierra en el fallido vuelo de ascenso de la misión VV17 del lanzador europeo Vega.

El despegue tuvo lugar el 17 de noviembre de 2020 desde la base espacial de la Guayana francesa. Todo se desarrollaba de forma correcta hasta que la etapa final que albergaba los dos satélites se desvió de su trayectoria a los ocho minutos de partir desde su rampa de lanzamiento y provocó el colapso de la misión.

La finalidad del PNOTS es lograr que el gobierno español y sus distintos organismos e instituciones dispongan de plena autonomía en la obtención de imágenes desde el espacio.

La comisión de investigación dictaminó a mediados de diciembre que el desastre se produjo por un fallo humano en el proceso de fabricación del lanzador Vega, responsabilidad de la sociedad italiana Avio. Una conexión errónea en el cableado de la cuarta etapa, la que albergaba al satélite español (de 750 kilos) y al francés (175 kilos) fue la culpable del desastre.

SeoSat/Ingenio era el resultado de más de una decena de años de trabajo de la industria española. Su integración, al igual que de la Paz, estuvo bajo el liderazgo de Airbus Space Systems España en calidad de contratista principal, que realizó sus principales trabajos en su factoría de Barajas (Madrid). Indra y Sener fueron las empresas encargadas de dirigir la puesta a punto del segmento terrestre y del instrumento óptico, respectivamente.

Con una vida operativa estimada en siete años, había sido fabricado para tomar un promedio del orden de las 250 imágenes ópticas diarias y ofrecer una resolución comprendida entre los 2,5 metros (pancromáticas) y 10 metros para las multispectrales.

Una vez hubiese sido validado en órbita, su propiedad la debía asumir el INTA, que también se había comprometido a gestionar la comercialización de sus imágenes para aplicaciones relacionadas con la mejora de la cartografía y la ordenación del suelo, el control medioambiental marítimo y terrestre, la gestión de catástrofes, así como para la gestión de los recursos hídricos, el uso del suelo urbano, agrícola y forestal y la vigilancia de fronteras y la seguridad.

Los programas Helios 2 y CSO

En principio, sus destinatarios debían ser los Ministerios de Interior, Agricultura y Transición Ecológica, al igual que también para el departamento de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, las comunidades autónomas y para los ayuntamientos y clientes comerciales que contraten sus servicios. De este se pretendía recuperar la inversión efectuada, que supera los 200 millones de euros.

Hasta su transferencia al INTA, SeoSat/Ingenio era propiedad del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, entidad pública empresarial del Ministerio de Ciencia e Innovación, que fue el organismo responsable de la gestión del proyecto, con el soporte técnico de la Agencia Espacial Europea.

Mientras Hisdesat trabaja en un nuevo instrumento espacial radar SAR o Paz 2 y las instituciones públicas deciden apoyar o no el desarrollo y fabricación por la industria nacional de un nuevo satélite electroóptico que ocupe el lugar de SeoSat/Ingenio, en el campo de la teledetección hay que relevar a los satélites militares Helios 2A y 2B, que ya han alcanzado su límite de operatividad desde su posición orbital a 700 km. de distancia de la Tierra.



Las amenazas contra la seguridad espacial provienen de misiles balísticos y de crucero, armamento antisatélite, energía láser y perturbación electromagnética. (Imagen: Counter Currents)

Con el liderazgo de Francia -creador y operador del sistema- y la participación de Bélgica, Italia, Grecia, Alemania y España, cada país con un grado de asociación diferente -2,5% en el caso español-, el programa Helios 2 proporcionaba imágenes a todas las naciones asociadas en el espectro óptico visible e infrarrojo, con resoluciones del orden de 0,5 metros.

Hace años que Francia ha desarrollado la sustitución de los Helios 2 mediante el programa denominado Componente Espacial Óptico o CSO por su acrónimo en francés. Dos de los tres satélites que forman la constelación ya están en órbita. El primero fue posicionado en órbita a unos 800 kilómetros en diciembre de 2018 (CSO-1) y el segundo (CSO-2) a 400 kilómetros en enero del presente año. España es proclive a unirse al proyecto, pero aún no ha suscrito en firme su participación.

Lo relativo a la sustitución de la familia Helios 2 y su posible relevo por CSO ya se contemplaba en el Plan Director de Sistemas Espaciales aprobado por la DGAM del Ministerio de Defensa en 2015. Se trata de un documento que no compromete decisiones pero que formula acciones para mantener las capacidades ya adquiridas y alcanzar otras para mantener la operatividad, potenciar la tecnología y la industria espacial nacional y propiciar la

cooperación internacional. Por la fecha en que fue redactado, el documento recoge acciones ya superadas a corto (2017) y medio (2020) con una proyección a largo plazo hasta el año 2030, que exige una revisión que, si ya se ha acometido y ultimado, no se ha hecho pública.

Navegación y posicionamiento global

Los sistemas de navegación global por satélite (GNSS) proporcionan información sobre rutas, velocidad y tiempo para un enorme número de usuarios en todos los sectores económicos. Solo en 2018 se lanzaron 82 satélites para navegación global, existiendo en la actualidad cuatro constelaciones que proporcionan señales globales: GPS, GLONASS, Galileo y Beidou. Las señales se enfrentan a la amenaza y al reto de hacer frente y resistir a interferencias y obstrucciones.

El sistema Galileo está financiado por la Comisión Europea y se encuentra bajo control civil para uso público, comercial y gubernamental. Es un servicio abierto en gran medida, de alta precisión y seguridad con señales encriptadas y su órbita se encuentra a 23 000 km. Dispone de un segmento, el Servicio Público Regulado (PSR), destinado a usuarios gubernamentales en aplicaciones sensibles que requieren un alto nivel de continuidad y seguridad. Ofrece un enlace de alerta para contribuir al Sistema Espacial Internacional para la búsqueda de los buques en peligro (COSPAS-SARSAT), que informa al emisor de la señal de alerta que su mensaje ha sido recibido.

España ha puesto a disposición de la Agencia Europea de Navegación por Satélite de la UE una instalación en el campus tecnológico de la Marañosa (INTA), en donde se ha montado el Centro de seguridad alternativo de monitorización de Galileo (GSMC). Se ha instalado en España a consecuencia del Brexit, adoptándose la decisión en Bruselas el 28 de enero de 2018. Es una infraestructura terrestre de reserva del centro principal francés localizado en Saint-Germain-en-Large en el oeste de París. Cuando se active, sus misiones serán: responsabilidad de mantener la seguridad global de Galileo; proporcionar acceso al sistema gubernamental PRS; poner en marcha las instrucciones de la UE en situaciones de crisis; apoyar mediante expertos el buen funcionamiento del sistema.

La empresa española GMV es la encargada desde septiembre de 2018 del mantenimiento del segmento de control terreno del sistema de navegación europea Galileo, tras adjudicarse un contrato marco de 250 millones de euros. De este modo, GMV se convierte en la empresa responsable de controlar, supervisar y mantener operativos todos los satélites de la constelación en órbita y otros que se incorporen en años sucesivos, verificando su estado de salud y órbitas desde el Centro de Operaciones Galileo en Oberpfaffenhofen (Alemania).



La constelación Galileo de navegación, posicionamiento y sincronización es la opción europea al GPS de Estados Unidos bajo control del Pentágono. (Imagen: Lockheed Martin)

Con todo ello el sistema Galileo permitirá superar la dependencia del GPS, habiendo contribuido, junto a otros programas espaciales, a que España desempeñe un papel relevante en el segmento terrestre.

Destacadas aportaciones españolas a la exploración del espacio

Estudiar el origen y la evolución del Universo y el Sistema Solar, verificar el estado de salud de la Tierra, intentar aprovechar los recursos de la Luna y Marte y buscar evidencia de la vida pasada y presente, a lo que podríamos añadir descubrir potenciales destinos en el cosmos para los humanos, todas ellas son preguntas que desde posiciones en el espacio contribuyen de forma relevante a obtener las respuestas.

Si a lo anterior unimos la importancia de asegurar la continuidad de los vuelos espaciales tripulados para incrementar las posibilidades de vivir y trabajar en la Luna y Marte, obtenemos un amplio sector científico, académico e industrial que hasta hace unos pocos años ha estado financiado de forma mayoritaria mediante inversiones gubernamentales, pero que paso a paso ha abierto las puertas a la iniciativa privada.

Hace algunos meses, a mediados de noviembre pasado, la ESA asignó a Airbus Space Systems España un importante contrato que le abre la puerta al desarrollo y fabricación de dos nuevos satélites Copernicus que, calificados «de alta prioridad», son los primeros del citado programa que como contratista principal asume una empresa española. Es una consecuencia de la capacitación para la producción de satélites pequeños y medios adquirida por la industria espacial española con el desarrollo y fabricaciones de Paz e Ingenio en el marco del PNOTS.

TECNOLOGÍAS ESPAÑOLAS SOBRE EL PLANETA ROJO DE LA MANO DE LA NASA

En el campo de la cooperación trasatlántica en el plano espacial con Estados Unidos, la contribución institucional española al vehículo todo terreno Perseverance de la NASA que desde el 18 de febrero del presente año se encuentra sobre la superficie de Marte es el analizador de dinámicas medioambientales de Marte o MEDA, acrónimo de Mars Environmental Dynamics Analyzer.

Concebido y desarrollado por el Centro de Astrobiología, un organismo conjunto entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el INTA, la más conocida como estación meteorológica MEDA ha sido hecha realidad desde el plano industrial por Airbus CRISA, que ha contado con la participación las Universidades de Alcalá, País Vasco y Politécnica de Cataluña, el Instituto de Microelectrónica de Sevilla, el Instituto de Química-Física Rocasolano, así como por las empresas Alter Technology y SENER Aeroespacial.

Con un peso total de 5,5 kilos, el conjunto se compone de once precisos sensores meteorológicos y equipos medioambientales miniaturizados emplazados en diferentes lugares del vehículo. Por el momento todos funcionan de forma correcta y a plena actividad en un entorno tan hostil como es el Planeta Rojo.

Uno de ellos es una pequeña cámara para tomar imágenes del cielo del Planeta Rojo y observar la intensidad y el perfil de las tormentas de polvo. Otros miden la temperatura del aire y del suelo, la humedad relativa de la atmosfera, las variaciones de presión sobre la superficie.

El resto sirven para calcular la velocidad y sentido del viento, analizar las propiedades del polvo en suspensión y para estudiar la variación de la intensidad de la radiación solar infrarroja. Todo lo anterior está gestionado por su propia unidad de control, que se responsabiliza de planificar la toma de datos, su funcionamiento y de mantener la interconexión con los ordenadores principales del todo terreno.

MEDA es la tercera estación meteorológica y ambiental que España aporta a las misiones marcianas de la NASA. Sobre el Planeta Rojo permanece desde el 6 de agosto de 2012 el todo terreno Curiosity, que incorpora una estación semejante denominada REMS (Rover Environmental Monitoring Station). El laboratorio norteamericano InSight que llegó al Planeta Rojo el 26 de noviembre 2018 lleva a bordo la TWINS (Temperature and Wind for InSight), derivada de REMS, para medir la temperatura del aire y la intensidad y dirección del viento en la superficie marciana. ■

Las dos plataformas contratadas ayudarán a gestionar la escasez de recursos hídricos, uno de los problemas más graves a los que se enfrenta la humanidad. Lo conseguirán aportando datos e imágenes que contribuyan a que las explotaciones agropecuarias puedan reducir sus consumos de agua y anticiparse en dos o tres semanas a identificar las necesidades de riego de sus cultivos.

Se trata de unas necesidades todavía no cubiertas por las plataformas espaciales que Bruselas mantiene en órbita, que convierten a la UE en el mayor proveedor mundial de datos de observación de la Tierra. Su labor también se trasladará de forma gratuita a los gobiernos africanos, de Oriente Medio y del resto del mundo.

Los dos satélites de España se conocen por LSTM, acrónimo en inglés de seguimiento de la temperatura de la superficie terrestre. Airbus España los fabricará en su fac-



El PNOVS cuyos satélites son Paz e Ingenio (en la imagen) concluirá cuando la última plataforma de las dos citadas entre en servicio a finales de 2020 o principios de 2021. (Imagen: Airbus DS)

toría Barajas (Madrid) y liderará un equipo de 45 empresas europeas, entre ellas las españolas Elecnor Deimos, Thales Alenia Space España, SENER Aeroespacial, Airbus CRISA y HV Sistemas.

La misión LSTM tiene su origen en las necesidades expresadas por las organizaciones de agricultores, que quieren lograr que sus cosechas sean lo más sostenibles posibles. Desde una altura de 650 kilómetros de altura y dotados con un poderoso instrumento infrarrojo térmico de alta resolución, obtendrán imágenes de la superficie terrestre con un muy alto grado de detalle, que servirán para observar, medir y seguir la evolución de la evaporación-transpiración de las plantas de cultivo. También obtendrán su estrés hídrico, que permitirá a los científicos mejorar su comprensión del ciclo del agua y del impacto del cambio climático sobre las cosechas.

CHEOPS a pleno rendimiento

Dentro del programa Cosmic Vision de la Agencia Espacial Europea (ESA), la industria española ha tenido una contribución clave en el desarrollo y construcción del satélite científico CHEOPS -acrónimo del inglés *characterising exoplanet satellite*-, cuyo lanzamiento al espacio por un cohete ruso Soyuz tuvo lugar el 18 de diciembre de 2019 desde la base espacial de Kourou, en la Guayana francesa.

PARA CONOCER LA SALUD DE LA TIERRA

La iniciativa Copernicus de observación de la Tierra financiada por la UE a través de la Comisión es el más ambicioso programa de vigilancia y protección del medioambiente creado por Bruselas para mejorar la calidad de vida de los europeos

La ESA participa en Copernicus como organización especializada en desarrollar y dar vida a sus plataformas espaciales, que son un amplio número de satélites de teledetección que llevan a bordo una extensa cantidad de sensores que recogen datos de múltiples fuentes.

Estos satélites ofrecen imágenes radar, ópticas e infrarrojas para prestar múltiples servicios en el marco de la protección ambiental, la gestión de áreas urbanas, la mejora de la producción agrícola y la lucha contra la deforestación, el cambio climático e incluso la protección civil.

A las citadas labores se añaden los servicios que prestan los sensores a bordo de este tipo de satélites encaminados a la prevención de situaciones de crisis, el apoyo a la acción exterior de la UE, la vigilancia de fronteras terrestres y vigilancia marítima, tareas todas ellas en las que el Centro de Satélites de la UE, ubicado en la base aérea de Torrejón, es uno de sus principales activos y contribuyentes para su funcionamiento operacional. ■

Emplazado en una órbita a 700 kms. de altura, es una plataforma que incorpora un telescopio de altas prestaciones para efectuar mediciones de ultra alta precisión de cuerpos sólidos previamente identificados y posicionados entre la Tierra y Neptuno. Con un peso al despegue de 300 kilos, es la primera plataforma de la ESA

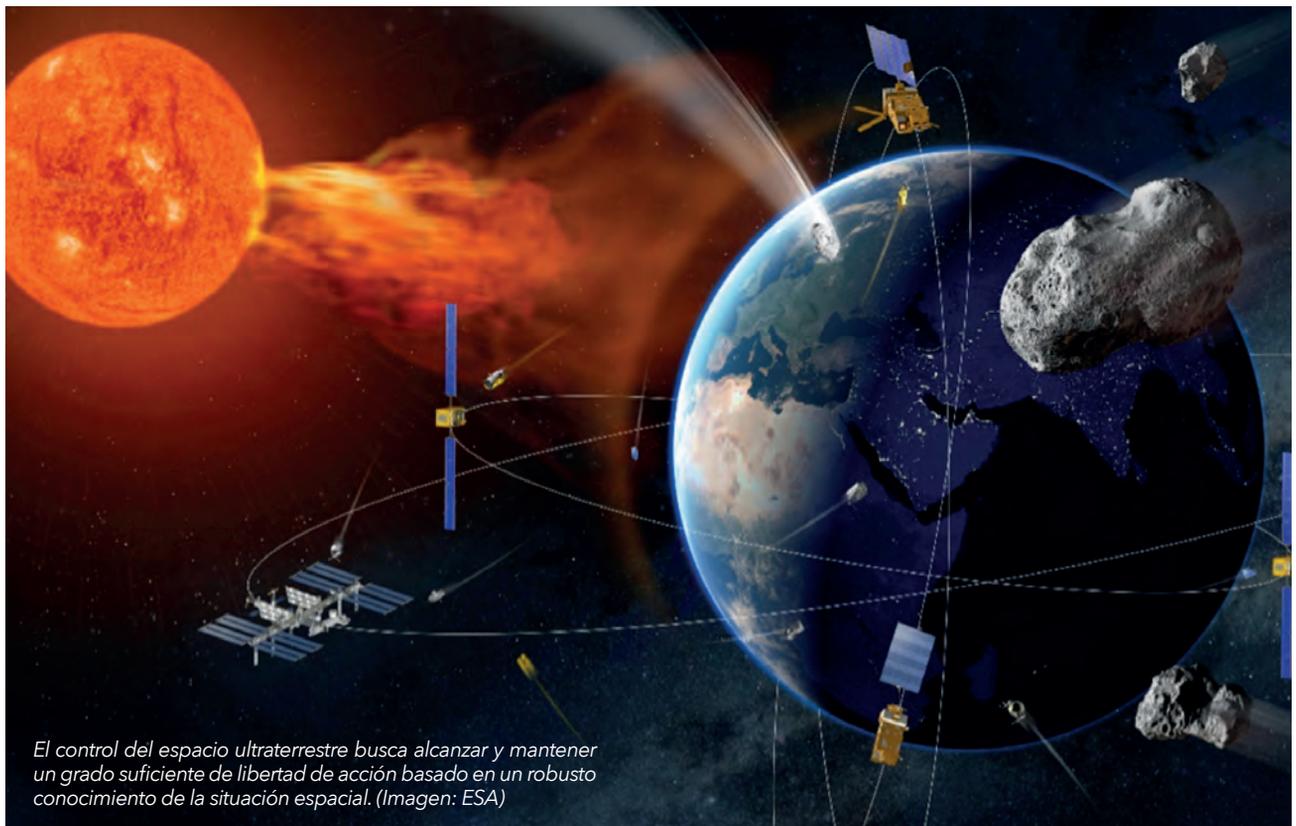
desarrollada y construida en la factoría de Barajas (Madrid) de la compañía Airbus Space Systems en España, contratista principal del sistema satelital.

De las 24 empresas europeas que han participado en hacer realidad el satélite, además de Airbus han aportado sus tecnologías las compañías españolas Airbus CRI-SA, GMV, IberEspacio, Inventia Kinetics, HV Sistemas y Sener Aeroespacial. Además, el centro de operaciones y apoyo desde el que se controlan las operaciones principales del segmento terreno del satélite está ubicado en las instalaciones del INTA en Torrejón de Ardoz (Madrid).

CHEOPS comenzó su actividad a principios de 2020, seis semanas después de estar colocado en el cosmos, para observar estrellas conocidas por tener exoplanetas girando a su alrededor y obtener datos relevantes de aquellos que pudieran albergar vida. La primera imagen captada fue un campo estelar centrado en la estrella blanca clasificada HD 70843, que está localizada a unos 150 años luz, lo que ha servido para comprobar que el telescopio y la misión funcionan como se esperaba.

Cooperación con China

Un singular proyecto de la ESA en el que tiene un papel muy destacado la industria española es la misión SMILE, acrónimo de *solar wind magnetosphere ionos-*



El control del espacio ultraterrestre busca alcanzar y mantener un grado suficiente de libertad de acción basado en un robusto conocimiento de la situación espacial. (Imagen: ESA)



Más de 60 países disponen actualmente de satélites o proyectos espaciales con importantes niveles de inversión. Rusia mantiene ventaja en lo referente a vuelos tripulados. (Imagen: Roscosmos)

phere link explorer. Es una iniciativa conjunta entre la ESA, la Academia de las Ciencias de China y su Centro Nacional de Ciencia Espacial, en el que la filial española de Airbus Space Systems es la responsable de desarrollar, fabricar y probar el módulo que aloja los cuatro instrumentos científicos.

Previsto su lanzamiento para 2023 y con una masa al despegue de 2200 kilos, la tarea encomendada a SMILE es investigar la relación existente entre el Sol y la Tierra y conocer en profundidad la interacción entre las partículas del viento solar supersónico y la magnetosfera, ese escudo magnético que protege y permite la existencia de vida en la Tierra. Durante tres años observará los lugares donde se manifiesta la interacción entre el Sol y la Tierra, principalmente las regiones donde se producen las auroras boreales. Europa también se responsabiliza de la puesta en órbita del SMILE.

Otra importante actividad industrial asignada por la ESA a la industria espacial es la misión tecnológica y científica PROBA-3, cuyo liderazgo recae en Sener Aeroespacial, primera vez que la compañía encabeza el desarrollo completo de una misión de la agencia.

La compañía española capitanea un consorcio de empresas españolas y europeas que pretende demostrar que es posible el vuelo en formación de dos pequeños satélites de unos 300 y 250 kg a una distancia de entre 25 y 250 metros con una precisión del orden de milimétricos. Con su despegue previsto para 2023, ambas pla-

taformas conformarán un coronógrafo de 150 metros de largo, que será capaz de estudiar la corona del Sol lo más cerca de su superficie, lo que no se ha conseguido nunca.

Vigilancia, seguimiento y conocimiento del entorno espacial. En busca de basura en los 360 grados

El conocimiento del entorno espacial persigue la protección de los activos espaciales y limitar los riesgos que supone la basura espacial, compuesta por satélites no activos y cientos de miles de fragmentos de todos los tamaños que están presentes en mayor medida en las regiones más cercanas a la Tierra y que amenazan la actividad espacial.

Los medios situados en el espacio constituyen infraestructuras críticas que poseen un carácter transversal, cuyo correcto funcionamiento condiciona a prácticamente todos los sectores de la vida, muy en especial al energético, transporte terrestre, marítimo y aéreo, económico y por supuesto a los de seguridad y defensa.

Otro sector de futuro que está a punto de emerger es el turismo espacial orbital y suborbital, lo que aumenta el interés mundial por identificar el movimiento y las trayectorias de la basura espacial, que viaja a miles de kilómetros por hora y un impacto sobre un satélite o nave espacial puede suponer daños irreparables o incluso su destrucción.

Por otro lado, como quiera que las capacidades para eliminar la basura espacial pueden ser utilizadas para dañar o neutralizar a otros satélites, compartir con otros países o tener acceso a los datos de la posición de los



El CESAEROB explota los satélites de observación para satisfacer las necesidades de información e inteligencia de las altas autoridades gubernamentales y de las Fuerzas Armadas para apoyar la toma de decisiones. (Imagen: Ejército del Aire)

satélites, supone un riesgo, dado que esas capacidades pueden ser utilizadas para propósitos de defensa.

El conocimiento de la situación espacial (*Space Situational Awareness*, SSA) se refiere al conocimiento del entorno espacial, incluyendo la localización y función de los objetos espaciales y los fenómenos meteorológicos espaciales. Cubre tres áreas: seguimiento y vigilancia espacial (*space surveillance and tracking*, SST), control de meteorología espacial (*space weather*, SWE) y control de objetos cercanos a la Tierra (*near-earth objects*, NEO).

La capacidad de seguimiento y vigilancia espacial (SST) supervisa y analiza el movimiento de los objetos orbitando en el espacio, con la intención de dar la alarma en caso de amenazas potenciales. A falta de un organismo internacional totalmente fiable para intercambiar información, hay que apoyarse en los datos facilitados por los países dotados con grandes capacidades para ello, de manera especial Estados Unidos, Rusia y China.

Como alternativa parcial hay en marcha diferentes proyectos para eliminar basura espacial, bien proyectándola hacia la Tierra para que arda en la atmósfera o bien elevándola a órbitas superiores seguras. Las organizaciones espaciales y la industria mundial trabajan en sistemas para reparar o repostar de combustible a naves fuera de servicio o desactivadas, ampliando su tiempo de vida, a la vez que se busca gestionar el tráfico espacial para evitar poner en peligro la cada vez mayor presencia humana y tecnológica en el cosmos.

En relación con las capacidades SST, España cuenta con el Sistema Nacional de Vigilancia y Seguimiento Espacial o S3T –acrónimo de *Spanish Space Surveillance and Tracking*, uno de cuyos principales sensores se encuentra en la base aérea de Morón, donde se ha instalado el radar de vigilancia espacial denominado *Spanish Space Surveillance & Tracking Surveillance Radar*.

El Ejército del Aire español ha colaborado con el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y la Secretaría de Estado de la Defensa en el desarrollo del Centro de Operaciones y Vigilancia Espacial (COVE), una instalación situada en la base aérea de Torrejón de Ardoz y adscrita a la jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (SVICA) del Mando Aéreo de Combate.

La primera etapa de la activación del COVE se completó en junio de 2020, la segunda está prevista que se alcance en junio del año en curso y la obtención de las operativas plenas se estiman para junio del año 2023. ■

NOTAS

¹Fernández Alvaro, M. (2021). Perspectivas tecnológicas de las comunicaciones de espacio profundo. ACAMI, <https://acami.es/publicaciones>

²La estación de Arganda es civil y tiene operadores civiles y de Defensa; la de Maspalomas es de Defensa y tiene operadores civiles; la de Buitrago de Lozoya es de Telefónica y completamente civil.