

# Una ingeniería orientada a la operatividad

FRANCISCO COLL HERRERO  
Coronel ingeniero aeronáutico

*El Ejército del Aire necesita el Cuerpo que, además de las funciones primordiales de investigar, proyectar, construir y entretener el material en vuelo, atienda a sus múltiples necesidades técnicas.*

DEL DECRETO DE 15 DE DICIEMBRE DE 1939 DE CREACIÓN  
DEL CUERPO DE INGENIEROS AERONÁUTICOS DEL EJÉRCITO DEL AIRE  
*Pro Patria in aere per technicae*

Panel de mandos de un Súper Puma.  
Foto de Agustín López Sánchez.



## INTRODUCCIÓN

Lo tenían claro cuando se creó el Ejército del Aire. El nuevo ejército no podía entenderse sin su Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos. Pilotos, tripulantes, tropas y servicios de aviación, intendentes..., y especialistas, ayudantes e ingenieros aeronáuticos, todos ellos impregnados del “espíritu aviador” característico del más joven, poco más de 75 años, de los ejércitos de España.

El actual Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Aire, heredero, a partir de 1989, del Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos, continúa siendo responsable de dar la cobertura técnica y logística, especialmente en el ámbito del mantenimiento de los sistemas de armas, que requiere nuestro Ejército del Aire. No cabe duda de que con la incorporación valiosa de ingenieros de otras especialidades se ha podido completar el soporte de ingeniería en todas las actividades del EA que requieren de oficiales ingenieros, pero no hay que olvidar que asegurar la aeronavegabilidad continuada de nuestros sistemas de armas sigue siendo el cometido esencial y característico del Cuerpo de Ingenieros.

Celebradas ya las bodas de diamante, el Cuerpo de Ingenieros se enfrenta a los retos tecnológicos del siglo XXI con la misma entrega y predisposición que hace 75 años, para atender, con solvencia y eficacia, a las múltiples necesidades técnicas y logísticas del EA, sin olvidar nunca que “la ciencia es la clave de la supremacía aérea”<sup>1</sup>.

Vista trasera de un Eurofighter.  
Foto de Roberto Rodríguez Sanchez.



En este artículo se pretende presentar la situación actual de la ingeniería del EA, cuyo primer cambio significativo, con motivo de la reciente reorganización de las Fuerzas Armadas, ha sido la creación de la nueva Dirección de Ingeniería e Infraestructuras (DIN), dentro del Mando de Apoyo Logístico (MALOG), así como los retos a los que la ingeniería debe de enfrentarse, prestando especial atención a los relacionados con la ingeniería aeronáutica aplicada<sup>2</sup>.

### INGENIERÍA DEL CICLO DE VIDA DE LOS SISTEMAS DE ARMAS

La ingeniería del ciclo de vida, como parte fundamental, junto con el mantenimiento y el abastecimiento, de lo que se entiende por “sostenimiento del armamento y material”<sup>3</sup>,

se define como el conjunto de actividades necesarias para la adecuación de los sistemas de armas a los requisitos operativos de los ejércitos, el control de su configuración y la determinación, evaluación y mejora del apoyo que los sistemas de armas y los equipos que los componen, requieren a lo largo de su vida operativa, en muchos casos, superior a los 30 años de servicio.

En el caso de las plataformas aéreas, el asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad (continuing airworthiness) es la actividad fundamental del sostenimiento aéreo y requiere de una organización y un sistema logístico que garanticen la correcta ejecución de dos tareas básicas: verificación y control. Verificación de que, en cada aeronave, se han ejecutado todas las tareas de mantenimiento aplicables y de forma correcta, y

controlar que cada aeronave se opera dentro de los límites aprobados en los correspondientes manuales de vuelo y que se mantiene, también, de acuerdo con la documentación técnica aprobada. En este sentido, se puede afirmar que el registro formal del mantenimiento de la aeronavegabilidad es el acto facultativo de la renovación del certificado de aeronavegabilidad por el que, el ingeniero aeronáutico habilitado y designado para ese cometido, certifica que la aeronave es apta para el vuelo.

No cabe duda de que la estructura de ingeniería del EA, junto con su sistema logístico, deben estar orientados a alcanzar y mantener los objetivos de operatividad de nuestros sistemas de armas, siempre dentro de los márgenes que aseguren el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las plataformas aéreas.



Escalón de mantenimiento del Súper Puma en el Ala 48.  
Foto de Adrián Zapico Esteban.

## LA DIRECCIÓN DE INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

De acuerdo con la Instrucción del JEMA 1/2016, de 7 de enero, por la que se desarrolla la organización del EA, la Dirección de Ingeniería e Infraestructuras (DIN), al mando de un General de División del Cuerpo de Ingenieros (GDIN), es el órgano del apoyo a la fuerza responsable de las actividades relacionadas con la ingeniería aeronáutica aplicada y con la infraestructura del EA. En este sentido, atiene a los asuntos relacionados con la aeronavegabilidad de las plataformas aéreas, la ingeniería del ciclo de vida de los sistemas de armas, la ingeniería aplicada de los sistemas de armas y de apoyo aéreos, espaciales y terrestres, así como la ingeniería relativa a obras, instalaciones, servidumbres aeronáuticas, eficiencia energética, protección medioambiental, etc.

Este nivel superior/directivo de la estructura de ingeniería del EA se complementa con los elementos orgánicos con funciones de “ingeniería

delegada” a nivel maestranzas aéreas, que tienen cometidos como cabecera técnica de sistemas de armas, y a nivel Centros Logísticos. Finalmente, la estructura se completa con las Secciones de Ingeniería y Calidad (SINCA) y de Control Técnico (SCT) de las unidades aéreas. En el área de infraestructura, con las oficinas delegadas y las secciones de infraestructura de las unidades aéreas.

Gestionar la aeronavegabilidad de nuestras plataformas aéreas es una de las funciones esenciales de la DIN. Esta función, conocida como CAMO<sup>4</sup> en aviación, está orientada a asegurar que las aeronaves del EA son aptas para el vuelo, verificando que se ejecutan los planes de mantenimiento en vigor y se cumplimentan todas las directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio de interés aplicables a nuestras flotas, a través de los correspondientes Órdenes Técnicas de Cumplimentación en Plazo (OTCP), tanto en las maestranzas aéreas y unidades de fuerzas aéreas, como en los centros de mantenimiento inorgánicos (talleres MRO<sup>5</sup>).

Otra función esencial en el ámbito de la ingeniería aeronáutica aplicada, es la de diseñar reparaciones, en particular, reparaciones estructurales. Esta facultad es propia de las organizaciones de diseño reconocidas por las autoridades de aeronavegabilidad, denominadas ROD (Reconocimiento de Organización de Diseño) en el Reglamento de Aeronavegabilidad de la Defensa<sup>6</sup> y conocidas, en el ámbito de la aviación civil europea (EASA), como DOA (Design Organisation Approval).

La estructura de ingeniería del EA es la que permite no limitarse a *copy and paste* las instrucciones técnicas de los fabricantes, muchas veces basadas más en consideraciones de carácter comercial que en aspectos técnicos, sino a aportar el conocimiento adquirido durante la operación y mantenimiento de nuestros sistemas de armas. Este *know how* capacita al EA para diseñar modificaciones menores para integrar nuevos equipos, adaptar planes de mantenimiento a condiciones específicas de operación, definir planes de mejora de

ciclo de vida, como el establecido para la flota E.25 para asegurar su mantenibilidad hasta su fecha prevista de baja en servicio, o la integración de armamento en nuestros cazas, con el correspondiente desarrollo del *software* embarcado que permite elaborar los OFPs (Operational Flight Programs), como es el caso de las sucesivas versiones de OFP del C.15 y del OFP-01E del C.16 desarrolladas por el Centro Logístico de Armamento y Experimentación (CLAEX).

### GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INORGÁNICO

Elaborar los pliegos de prescripciones técnicas, en particular los correspondientes a las intervenciones de mantenimiento de nivel C de las aeronaves que no se mantienen en nuestras maestranzas aéreas, así como ejercer como Responsables de Contrato (REC), son otras de las funciones que realizan los oficiales ingenieros del EA. Para ello, es fundamental conocer perfectamente los sistemas de armas, tanto en los ámbitos de operación como de mantenimiento. Y ese conocimiento, ese *know how*, se adquiere con el trabajo diario en las unidades, tanto de fuerzas aéreas como maestranzas. De este modo, los REC son capaces de valorar la carga de trabajo que supone cualquier tarea de mantenimiento y, en consecuencia, se está en condiciones de frenar esa tendencia natural de cargar horas-hombre que tienen algunos centros MRO. El objetivo es conseguir que los trabajos de mantenimiento realizados por la industria se ejecuten en plazo, con la calidad requerida y a un precio razonable cubierto por el presupuesto.

A la consecución de este objetivo también contribuyen los ingenieros Representantes del Aseguramiento oficial de la Calidad (RAC) que, dependientes del Área de Inspecciones Industriales de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), son los responsables de vigilar que se cumplen los requisitos contractuales en materia de calidad.

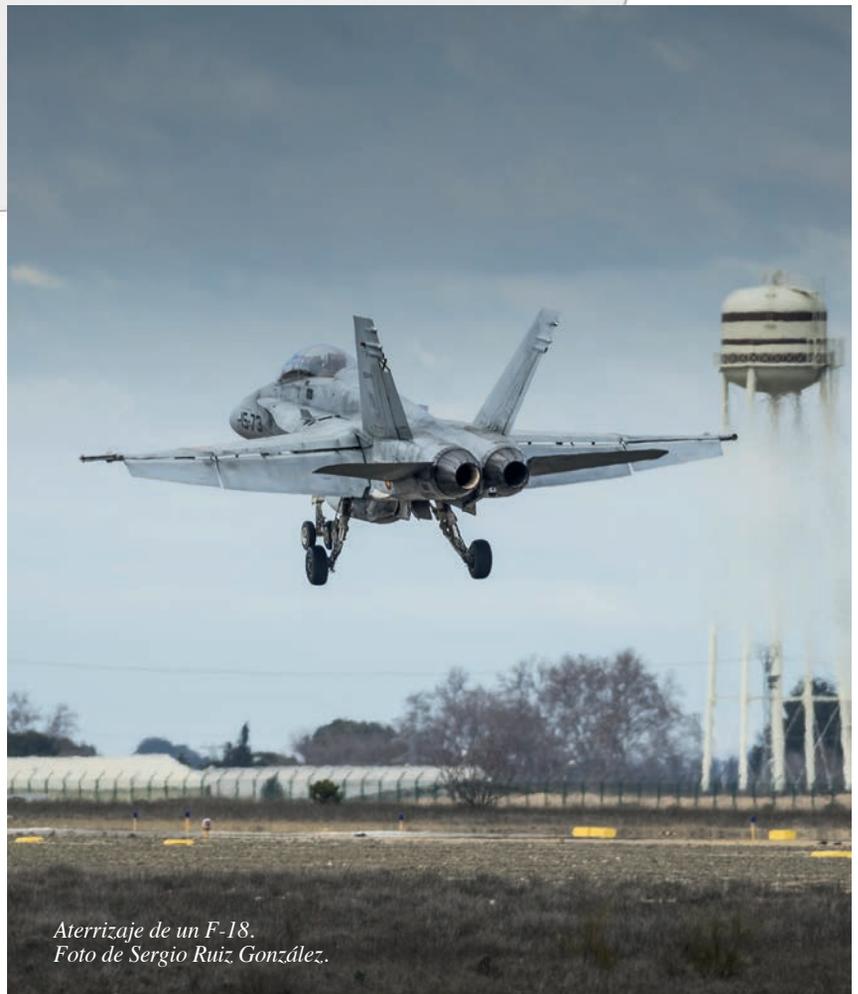
### NUEVA NORMATIVA SOBRE AERONAVEGABILIDAD MILITAR (PERAM)

En noviembre de 2008, 26 naciones europeas (participating Member States, pMS) acordaron la creación del Military Airworthiness Authorities (MAWA Forum) bajo cobertura de la Agencia Europea de Defensa (EDA). Los objetivos del MAWA Forum son alcanzar un marco regulatorio común europeo para los procesos de certificación, estándares de diseño, mantenimiento de la aeronavegabilidad, reconocimiento mutuo, así como la creación de una organización de autoridades de aeronavegabilidad militar (European Military Joint Airworthiness Organisation).

Al año siguiente, el Steering Board de la EDA, formado por los ministros de Defensa, decidió iniciar el desarrollo e implantación de las normas EMAR

(European Military Airworthiness Requirements). Estas normas siguen una estructura semejante a la normativa civil EASA y, hasta la fecha, se han publicado las EMAR 145 (centros de mantenimiento), EMAR 147 (centros de formación), EMAR 66 (cualificaciones del personal de mantenimiento), EMAR M (mantenimiento de la aeronavegabilidad) y EMAR 21 (certificados de tipo, organizaciones de diseño y organizaciones de producción).

A partir de las normas EMAR, España elabora las PERAM (Publicaciones Españolas de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares). Actualmente, el reto consiste en aplicar las PERAM al sistema de armas A400M, cuyo primer avión para el EA, el T.23-01, hizo su primer vuelo "de industria" el 5 de septiembre del 2017 y, desde diciembre, está prestando servicio en el Ala 31. Para ello, se deberán certificar PERAM 145 las organizaciones de man-



*Aterrizaje de un F-18.  
Foto de Sergio Ruiz González.*

tenimiento, en particular, el Grupo de Material del Ala 31 y la Maestranza Aérea de Sevilla (MAESE), así como los centros de formación de personal de mantenimiento, PERAM 147, en concreto la Academia Básica del Aire (ABA), al objeto de conseguir licencias

seguir certificar a MALOG/DIN como PERAM M (organización CAMO) y PERAM 21 (organización militar de diseño, MDOA).

Como consecuencia de la implantación de la normativa PERAM será necesario impulsar y normalizar el área

Otro de los objetivos de la DIN es impulsar el establecimiento de sistemas de la calidad normalizados en las Unidades de Fuerzas Aéreas. Actualmente, las actividades de control de calidad en las Unidades de Fuerzas Aéreas se regulan en la

*Airbus A400M.  
Foto de Adrián Zapico Estaban.*



de personal, PERAM 66, tipo B1 (mecánico), B2 (aviónico) y A (básico). Por otra parte, se está valorando la posibilidad de que, en la fase de formación específica que se desarrolla en la Escuela de Técnicas Aeronáuticas (ESTAER), se obtengan créditos para las licencias tipo C (ingeniero). Desde la DIN se está impulsando todo este proceso, cuyo alcance, poco a poco, irá incorporando a más sistemas de armas, así como se están tomando las acciones para con-

de los Ensayos No Destructivos (END) para determinar el estado de los materiales aeronáuticos. Las técnicas de inspección por líquidos penetrantes, partículas magnéticas, corrientes inducidas, ultrasonidos, radiografía industrial o termografías, esenciales en mantenimiento aeronáutico, requieren de una normalización<sup>7</sup> y de un seguimiento y control por parte de personal cualificado. Desde la DIN se tiene la intención de liderar este campo de actividad.

Instrucción General IG-70-8 relativa a “Normas sobre mantenimiento en base de aeronaves”. La citada IG asigna una serie de cometidos al Negociado de Control de Calidad de la SINCA, que cada unidad ejecuta de acuerdo con su conocimiento y experiencia en la operación y mantenimiento de sus plataformas aéreas. La idea sería normalizar esas actividades de control de calidad, estableciendo, en cada unidad, un

sistema de la calidad conforme a directrices emanadas de la DIN y que, gradualmente, debería cumplir con los requisitos exigidos en PERAM 145 para las organizaciones de mantenimiento. Objetivo: normalizar el control de la calidad en la ejecución



de las tareas de mantenimiento para asegurar la aeronavegabilidad de las plataformas aéreas.

Pero el nivel de ambición no se limita a liderar la implantación de la normativa PERAM en el EA. Desde la DIN se pretenden impulsar los cambios legislativos que sean necesarios para conseguir establecer una estructura de certificación de aeronavegabilidad en la DGAM, a nivel subdirección general y liderada por

un oficial general del Cuerpo de Ingenieros, que también podría ostentar el cargo de autoridad militar de aeronavegabilidad de la Defensa. En este sentido, es un hecho que, cada vez más, tanto en el Ejército de Tierra, como en la Armada y en la Guardia Civil, está aumentando la actividad aeronáutica, con nuevos helicópteros, aviones y RPA<sup>8</sup>. Si el Ejército del Aire quiere seguir liderando la ingeniería aeronáutica militar en el ámbito del Ministerio de Defensa, no cabe duda de que su Cuerpo de Ingenieros debe disponer del número suficiente de oficiales ingenieros aeronáuticos, puesto que las asistencias técnicas, aunque muy útiles, no pueden suplir completamente a los ingenieros militares, responsables de mantener el *know how* de los sistemas de armas dentro de la organización.

## PRESENTE Y FUTURO DEL CUERPO DE INGENIEROS

Además de los puestos orgánicos en la estructura de ingeniería del EA, tanto en el MALOG como en las maestranzas aéreas, centros logísticos y unidades de fuerzas aéreas, así como en el Sistema de Mando y Control y en la Jefatura de Servicios Técnicos y CIS, otros destinos son actualmente cubiertos por oficiales ingenieros.

En primer lugar, desde 2002, oficiales ingenieros han realizado el Curso de Estado Mayor de las FAS. La acertada decisión de permitir que oficiales ingenieros puedan llegar a ser diplomados de Estado Mayor ha contribuido a que estos puedan incorporarse, con solvencia, a tareas de asesoramiento al mando, y que estén capacitados para el planeamiento de operaciones, especialmente en las áreas de logística (J4) y de ingeniería (civil engineering). Ingenieros DEM han prestado y prestan servicio en la División de Planes del Estado Mayor del Aire (EMA/DPL) y en el Mando de Apoyo Logístico (MALOG), y los conocimientos adquiridos por estos oficiales durante el curso, junto con su preparación técnica como ingenieros, contribuyen a mejorar su visión global y de conjunto y, en consecuencia, a poder realizar las tareas de asesoramiento al mando con eficacia y precisión.

Otros destinos se encuentran en las agencias internacionales, en particular NETMA (NATO Eurofighter and Tornado Management Agency), NSPA (NATO Support and Procurement Agency) y OCCAR (Organisation Conjointe de Coopération en matière d'Armement<sup>9</sup>), en el programa MIDS (Multifunctional Information Distribution System), en los programas EF2000 y A400M, actualmente gestionados por la DGAM, ejerciendo como directores técnicos, incluso como Jefe de programa, en el caso del A400M. A estos hay que añadir los puestos en el órgano central, en el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), en las Inspecciones Técnicas Delegadas de Defensa (INTECDEF), etc..., y en los destacamentos técnicos (USA) en la base aeronaval de North Island (San Diego, California) y en la base aérea de Wright-Patterson (Dayton, Ohio).

Otro de los retos a los que se enfrenta el EA y, en particular, sus ingenieros aeronáuticos, es en la puesta en marcha y reconocimiento por EASA de la Escuela de Ensayos en Vuelo y Aeronavegabilidad (E4VA). El objetivo es que esa Escuela, en un futuro próximo, sea la responsable de heredar el Master de Ensayos en Vuelo y Certificación de Aeronaves que, ya con ocho promociones egresadas, se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Espacial (ETSIAE) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en colaboración con otras instituciones, como el propio EA.

En cuanto a la organización del Cuerpo de Ingenieros, actualmente este mantiene dos escalas: la Escala de Oficiales (EOF) y la Escala Técnica (EOT). La primera está formada por ingenieros y la segunda por ingenieros técnicos. La adecuación de las titulaciones universitarias españolas al Espacio Europeo de Educación Superior (conocido como Convenio de Bolonia) ha dado lugar a la aparición de estudios de grado y de máster. Dado que, actualmente, el máster habilitante faculta para ejercer la profesión regulada de ingeniero y el grado faculta para ejercer la profesión regulada de ingeniero técnico, para ingresar en la Escala de Oficiales se debe acreditar estar en posesión de un máster habilitante

y, para ingresar en la Escala Técnica, se debe estar en posesión del grado de ingeniería correspondiente.

Esta situación provoca que graduados en ingeniería tengan que ingresar en una Escala cuyo máximo empleo es el de teniente coronel. Esto no parece estar en línea con la posibilidad de que graduados en ingeniería de telecomunicaciones o de informática puedan acceder a la Escala de Oficiales del Cuerpo General o que graduados en administración de empresas puedan ingresar en el Escala de Oficiales del Cuerpo de Intendencia, sin ningún tipo de limitación, salvo la de realizar los correspondientes cursos para alcanzar los empleos superiores en cada escala. De hecho, la disposición final sexta de la Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la carrera militar, contempla la posibilidad de regular lo referente al régimen, escalas, empleos y cometidos de los ingenieros en las fuerzas armadas, una vez se actualicen las atribuciones profesionales y se adecue la integración en los grupos de clasificación de los ingenieros civiles funcionarios al servicio de las administraciones públicas.

En el futuro, no sería descartable la existencia de una única escala de oficiales, a la que se accedería con estudios de grado o máster y en la que, para ascender al empleo de teniente coronel y superiores, sería necesario acreditar estar en posesión del máster que se determine.

En cualquier caso, y dada la necesidad creciente de ingenieros aeronáuticos en nuestro Ejército del Aire, se considera que, entre otras opciones a explorar, se debe de continuar impulsando la concesión de becas para cursar los estudios de máster en ingeniería aeronáutica.

## CONCLUSIÓN

En este artículo se ha pretendido presentar la situación de la ingeniería del Ejército del Aire y, en particular, la relacionada con los sistemas de armas aéreos. Con más de 75 años de historia y la misma misión: atender a sus múltiples necesidades técnicas y logísticas, especialmente en el ámbito del mantenimiento de las plataformas aéreas y en el control de su aeronavegabilidad. Desde la creación del Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos en 1939, incluso antes formando parte de la Aviación Militar encuadrada en el Ejército de Tierra, tres palabras impulsan a todos sus miembros, patria, aire y técnica, que conjugadas adecuadamente nos llevan a un precioso lema: *Pro patria in aere per technicae*.

Y para finalizar, recordar lo que ya se afirmaba en el editorial de la Revista de Aeronáutica y Astronáutica del número 581 correspondiente a mayo de 1989:

“Como lo fue en 1939 e incluso antes de crearse el propio Cuerpo, la existencia del Ingeniero Aeronáutico integra-

do en los Organismos y Unidades del EA ha venido siendo y ha de ser una constante en cualquiera de los periodos de la existencia de éste, sencillamente porque constituye un elemento insustituible para el desarrollo de las operaciones aéreas”.

Por todo lo anterior, porque los ingenieros son parte esencial del Ejército del Aire, su esfuerzo y dedicación estarán siempre orientados a la operatividad de nuestros sistemas de armas, con la seguridad y precisión requerida para que se puedan ejecutar, con éxito, las operaciones aéreas. •

## NOTAS

<sup>1</sup>Science, the Key to Air Supremacy (1945), Theodore von Kármán, físico e ingeniero aeronáutico, fundador, en 1952, del Advisory Group for Aeronautical Research and Development (AGARD) de la OTAN.

<sup>2</sup>Ingeniería aeronáutica aplicada, entendida como la aplicación de la ciencia y tecnología aeronáutica para la investigación, diseño, fabricación y mantenimiento de aeronaves, misiles y vehículos espaciales.

<sup>3</sup>De acuerdo con la Instrucción 5/2008, de 15 de enero, de la Secretaría de Estado de Defensa, por la que se regula el sostenimiento del armamento y material.

<sup>4</sup>Continuing Airworthiness Management Organisation.

<sup>5</sup>Maintenance, Repair and Overhaul.

<sup>6</sup>Nuevo Reglamento de Aeronavegabilidad de la Defensa, R.D. 866/2015, de 2 de octubre, que sustituye al aprobado mediante R.D. 2218/2004, de 26 de noviembre.

<sup>7</sup>En 4179 Aerospace series: Qualification and approval of personnel for non-destructive testing.

<sup>8</sup>Remotely Piloted Aircraft.



*Eurofighter aumentando el ángulo de ataque.  
Foto de Sergio Ruiz González.*