



Revista de

AERO NAUTICA Y ASTRONAUTICA

NUM. 246 - ABRIL 1982



dossier:
NUEVOS
MATERIALES

LA MICROGRAVEDAD
EN EL ESPACIO

LA AERONAUTICA MILITARE ITALIANA



Nuestra portada: Patrulla Acrobática Italiana.

Director:
 Coronel: Emilio Dáneo Palacios
 Subdirector:
 Coronel: Ramón Salto Peláez
 Consejo de Redacción:
 Coronel: Jaime Aguilar Hornos
 Tte. Coronel: Antonio Castells Be
 Tte. Coronel: José Sánchez Méndez
 Tte. Coronel: Miguel Ruiz Nicolau
 Tte. Coronel: Miguel Valverde Gómez
 Comandante: José Clemente Esquerdo
 Comandante: Eduardo Zamarripa Martínez
 Teniente: Manuel Corral Baciero
 Redacción:
 Teniente: Antonio M.º Alonso Ibáñez
 Teniente: Juan Antonio Rodríguez Medina
 Diseño:
 Capitán: Estanislao Abellán Agius
 Administración:
 Coronel: Federico Rubert Boyce
 Tte. Coronel: Carlos Barahona Gómez
 Comandante: Angel Santamaría García
 Imprime:
 Gráficas Virgen de Loreto
 Servicio de Publicidad:
 Angel Vico de Nova
 Teléfonos: 763 91 52 - 764 33 11

Número normal 250 pesetas
 Suscripción semestral 1.500 pesetas
 Suscripción anual 3.000 pesetas
 Suscripción del extranjero... 5.500 pesetas
 (más gastos de envío)

**REVISTA DE
 AERONAUTICA
 y ASTRONAUTICA**

PUBLICADA POR EL
 EJERCITO DEL AIRE

Depósito M-5416-1960 - ISSN 0034-7.647

N.I.P.O. 076 - 86 002 - 5

Princesa, 88 - 28008 MADRID

Teléfonos:
 Dirección, Redacción: 244 26 12
 Administración: 244 28 19

EDITORIAL 319

DOSSIER

NUEVOS MATERIALES 357
AEROPLANOS DE COMBATE Y NUEVOS MATERIALES.
Por José M.º Pintado Sanjuanbenito, Dr. Ingeniero Aeronáutico .. 358
EVOLUCION DE LOS MATERIALES AERONAUTICOS.
Por Pedro L. Muñoz Esquer, Ingeniero Aeronáutico 365
MATERIALES COMPUESTOS AERONAUTICOS.
Por Pedro L. Muñoz Esquer, Ingeniero Aeronáutico 370
**LOS MATERIALES: ESPINA DORSAL DE LOS MOTORES
 A REACCION.** *Por David Redondo Benito del Valle, Ingeniero
 Aeronáutico* 376
**REALIDADES Y POSIBILIDADES DEL EMPLEO DE LOS
 "MATERIALES COMPUESTOS AVANZADOS" EN UNIDADES
 TERRESTRES Y NAVALES.** *Por José M.º Pintado
 Sanjuanbenito, Dr. Ingeniero Aeronáutico* 384

ARTICULOS

LA MICROGRAVEDAD EN EL ESPACIO. *Por Juan
 Caballero de Andrés, Coronel Ingeniero Aeronáutico* 330
**DIVAGACIONES EN TORNO AL ULTIMO SALON
 DE PARIS.** *Por Ramón Salto Peláez* 335
LA AERONAUTICA MILITARE ITALIANA.
Por Eduardo Zamarripa Martínez, Comandante de Aviación 342
CITA EN LOS COGORROS. *Por Antonio M.º Alonso Ibáñez* 394
**BOEING 707, UN NUEVO AVION PARA EL EJERCITO
 DEL AIRE.** *Por Pablo Estrada Fernández, Comandante
 de Aviación* 406
MI BIPLANO Y YO. *Por Joaquín Vasco Gil,
 Teniente Coronel de Aviación* 411
CATASTROFE DE ARMERO: EL ALA 31 ESTUVO ALLI.
Por Alberto Gallego Gordón, Capitán de Aviación 416

SECCIONES FIJAS

Cartas al Director 318
 Material y Armamento 320
 Astronáutica 323
 Alianza Atlántica/Pacto de Varsovia. *Por M.R.N.* 325
 ¿Sabías que? 326
 Industria Nacional 328
 Efemérides Aeronáuticas. *Por Larus Barbatus* 340
 Fallo del Concurso Fotográfico de R. de A. y A. 401
 La Aviación en los Libros. *Por Luis de Marimón
 Riera, Coronel de Aviación* 413
 Recomendamos. *Por R.S.P.* 414
 Noticiario 422
 La Aviación en el Cine. *Por Victor Marinero,
 Coronel de Aviación* 427
 Bibliografía. Y, además, hemos leído 428
 Ultima página. Pasatiempos 431

NUMERO 544

ABRIL 1986





cartas al director

EN BUSCA DE UNA SEGURIDAD FUTURA, PERO PROXIMA

La señora E.F.V., desde Madrid, nos envía la siguiente carta:

Como esposa de militar quiero expresar desde esta ventana abierta que es nuestra "Revista de Aeronáutica y Astronáutica", una de esas inquietudes que a cada uno de nosotros nos afectan muy directamente: la seguridad de nuestro futuro.

Con razón se han puesto de moda los Fondos de Pensiones o Planes de Jubilación. Porque, mientras se está en activo, nos acomodamos a nuestra economía y nos imponemos un ritmo de vida de acuerdo con nuestros ingresos.

Sin embargo (y es un hecho que constatamos cada día), cuando nuestros esposos entran a formar parte de la Reserva Activa, se produce una disminución en el sueldo, incidiendo así en nuestra situación económica. Tampoco podemos olvidar en el estado en que nos quedamos, si tenemos la desgracia de perder a nuestros esposos.

Es un hecho incuestionable que la Administración trata de cubrir un máximo de prestaciones sociales; pero la demanda de las mismas hace que crezca la carga social sobre los Presupuestos del Estado. Un aspecto esencial de esas prestaciones son las Pensiones cuyo número crece de forma alarmante por diversas causas (disminución de la edad de retiro, aumento de la esperanza de vida, etc.), y que, si bien en un futuro inmediato no se verán comprometidas, sí se pueden ver restringidas, como se deduce de las reiteradas palabras del anterior Ministro de Hacienda y Economía, y además es incuestionable que el paso de la situación de activo a retirado produ-

ce una fuerte disminución de los ingresos familiares, y no es menos cierto que en muchos casos esta disminución de ingresos no corresponde a una disminución de necesidades.

La comparación entre la falta de medios económicos para cubrir esas necesidades futuras y el sacrificio cotidiano que puede significar la renuncia a determinados bienes es el factor inicial para tomar una decisión con respecto al tema que nos ocupa: "Los Fondos de Pensiones".

Dada la circunstancia de que formamos un colectivo numeroso a nivel de miembros de las Fuerzas Armadas, gozamos de una situación propicia para estudiar y gestionar cualquier oferta que garantice la máxima rentabilidad e idoneidad de nuestros ahorros. Con la poca efectividad de las Mutuas Benéficas actuales un verdadero Fondo de Pensiones de un Colectivo para individuales a nivel de Fuerzas Armadas sería "una verdadera alternativa de futuro", pues nos podríamos acoger al mismo, libremente, aquellos miembros de las Fuerzas Armadas a los que nos interesara, con las peculiaridades propias de la edad, economía y necesidades a cubrir, en unas condiciones no comparables a si lo hiciéramos de forma independiente.

Estas reflexiones, que arrancan de la vida cotidiana, me han llevado a quereros transmitir esta inquietud.

Yo creo que habría alguna solución para que por una pequeña cantidad mensual pudiésemos paliar en parte este interrogante que nos permitirá seguir viviendo en un futuro con dignidad, manteniendo nuestro poder adquisitivo. Y el esfuerzo habrá merecido la pena.

ACLARACION

El Teniente (EEOMA) Pablo Bartol Martín, nos remite la siguiente carta desde Madrid:

En la revista que V.S. dirige, en el número 540 —diciembre 1985—, en la página 1.296, hace mención detallada al I Concurso Internacional Militar de Seguridad Vial, celebrado en París en septiembre pasado.

Efectivamente, el Soldado del Ejército del Aire quedó clasificado en 3.^{er} puesto individual, correspondiéndole por tanto MEDALLA DE BRONCE, pero tengo que informarle que el referido Soldado se llama LUIS FELIPE MUÑOZ CUENCA, y se encuentra destinado en este Grupo, en el cual soy el Instructor de Educación Vial, por cuyo motivo no tiene ningún mérito por mi parte conocer con detalle el resultado del Concurso, así como al referido Soldado. ■

VENTA EN LIBRERIAS Y KIOSCOS DE LA REVISTA

MADRID: LIBRERIA ROSALES, TUTOR, 57. KIOSCO CEA BERMUDEZ, 46. KIOSCO GALAXIA, FERNANDO EL CATOLICO, 86. LIBRERIA AGUSTINOS, GAZTAMBIDE, 77. LIBRERIA GAUDI, ARGENSOLA, 13. KIOSCO ALCALDE, PLAZA DE LA CIBELES. LIBRERIA SAN MARTIN, PUERTA DEL SOL, 6. KIOSCO AVDA. FELIPE II, METRO GOYA. KIOSCO NARVAEZ, 24. KIOSCO PRINCESA, 86. LIBRERIA DE FERROCARRILES. KIOSCO PRENSA PRYCA, MAJADAHONDA. ALBACETE: LIBRERIA "ALBACETE RELIGIOSO", MARQUES DE MOLINS, 5. BARCELONA: LIBRERIA COLLECTOR, PAU CLARIS, 188. BILBAO: LIBRERIA "CAMARA", EUSKALDUNA, 6. CADIZ: LIBRERIA "JAIME", CORNETA SOTO GUERRERO, S/N. CARTAGENA: REVISTAS "MAYOR", MAYOR, 27. CASTELLON: LIBRERIA "SURCOY", TRINIDAD, 12. LA CORUÑA: LIBRERIA "AVENIDA", CANTON GRANDE, 18-20. EL FERROL: CENTRAL LIBRERIA, DOLORES, 2-4. GRANADA: LIBRERIA "CONTINENTAL", AVDA. JOSE ANTONIO, 2. MALAGA: LIBRERIA "JABEGA", SANTA MARIA, 17. OVIEDO: LIBRERIA "GEMA BENEDET", MILICIAS NACIONALES, 3. PALMA DE MALLORCA: DISTRIBUIDORA ROTGERS, CAMINO VIEJO BUÑOLAS S/N. SANTA CRUZ DE TENERIFE: LIBRERIA RELAX, RAMBLA DEL PULIDO, 86. SANTANDER: PAPELERIA VALDEON, HERNAN CORTES, 32. SANTIAGO DE LA RIBERA: LUIS ESCUDERO BALLESTES. SANTONA: LIBRERIA "ELE", MARQUES DEL ROBRERO, 11. SEVILLA: JOSE JOAQUIN VERGARA ROMERO, VIRGEN DE LUJAN, 46. VALENCIA: KIOSKO "AVENIDA" AVDA. JOSE ANTONIO, 20. ZARAGOZA: ESTABLECIMIENTOS "ALMER", PLAZA INDEPENDENCIA, 19.

EDITORIAL

¿Dónde se encuentra hoy el Ejército del Aire?

Interpretamos que en el umbral de una nueva etapa, de las diversas por las que ha pasado su ejecutoria densa pero breve. Nuevos planteamientos que se oponen a conceptos integristas, enfrentan un sentido corporativo, intensamente vivido por quienes visten uniforme gris, a la necesidad de adecuación de la dinámica de las Fuerzas Aéreas a la idea moderna de Defensa Nacional. Complejidad orgánica, tecnología avanzada, ordenamiento jurídico en el marco de la administración del Estado, dispersión presupuestaria, nuevas orientaciones funcionales impuestas por la Acción Conjunta, etc., exigen una serie de conocimientos cuya asimilación requiere la constante actualización de las técnicas y procedimientos que optimicen el empleo de un patrimonio nacional altamente oneroso, a cargo de los componentes del Ejército del Aire.

Sin que el concepto tenga carácter excluyente —ya que con distintos grados de virtualidad es aplicable a cualquier unidad orgánica—, los miembros del Ejército del Aire con proyección de futuro, además de ejercer el oficio —complejo oficio— de aviador o servidor más o menos mediato de una plataforma destinada a cometidos que justifican su existencia, no agotan la exigencia profesional en el mero cumplimiento de una tarea. La gestión del Ejército del Aire, por su propia naturaleza, lleva consigo una dinámica acelerada que demanda de sus responsables el análisis ininterrumpido de los parámetros que condicionan la posibilidad de conseguir una alta rentabilidad a los costes crecientes de una organización cada vez más intensiva de capital.

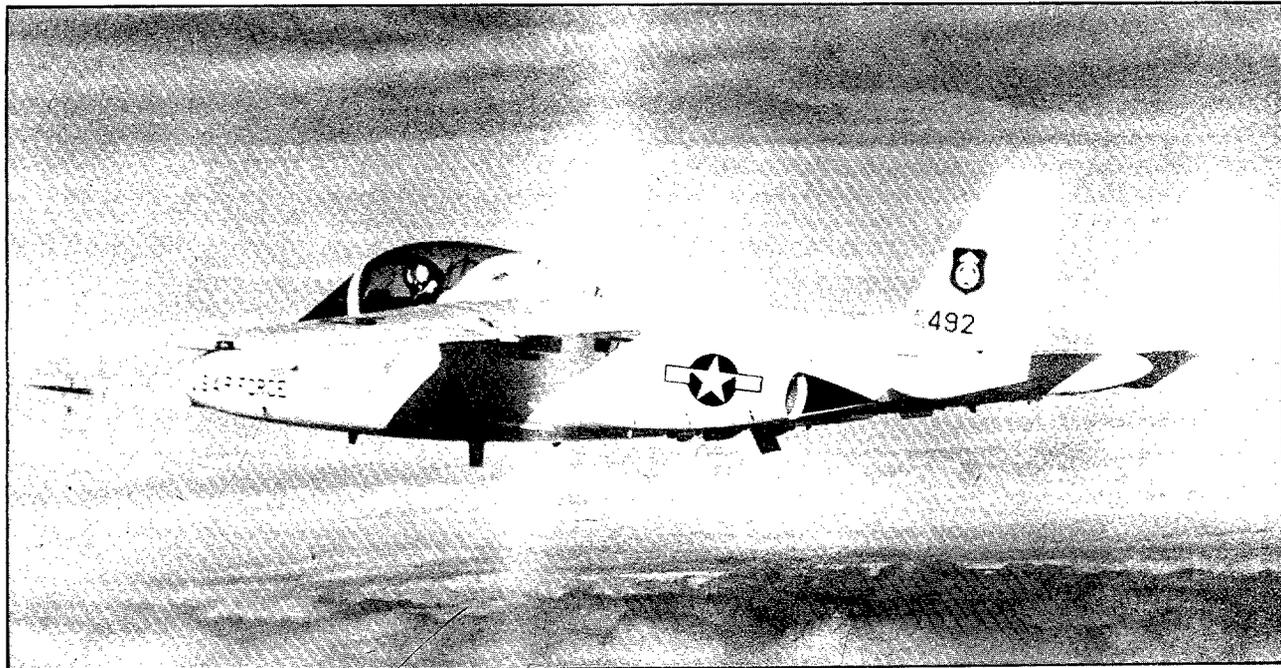
Por todo ello, se postula por un proceso de formación constante que no admite pausas y para el que resulta insuficiente el acervo de conocimientos aportados por cursos instrumentalizados como iniciadores de una técnica o ciencia aplicada, cuya realidad impone el trabajo de cada día.

Los tres niveles funcionales definidos en el ámbito de la abstracción como ejecución, supervisión y dirección, unitariamente considerados, en algún sentido y como trayectoria profesional, se contraponen a la idea estricta de la especialización. Pero ambas son complementarias, no se excluyen. Sin embargo, la especialización en sí misma, llevada incluso a grados de perfección muy altos, con sentido cartesiano, invalida la capacidad de dirección.

Formación dilatada, especialización profunda. Quienes ocupan los niveles de decisión en organizaciones tan complejas como el Ejército del Aire, necesitan una formación integral alcanzada en el diario esfuerzo que lleva consigo la ejecución bien realizada de cometidos específicos, la gradual incorporación a "estadios" asesores o supervisores, y la conformación mental a la idea de mando con sentido utilitario, racional y... por supuesto, de estilo castrense. ■

Material y Armamento

ESTADOS UNIDOS



VUELOS DE PRUEBA DEL AVION DE ESCUELA T.46A. El avión de entrenamiento T.46A, bimotores y biplaza construido por la Fairchild Republic, continúa con normalidad sus vuelos de prueba en la Base Aérea de Edwards, en California.

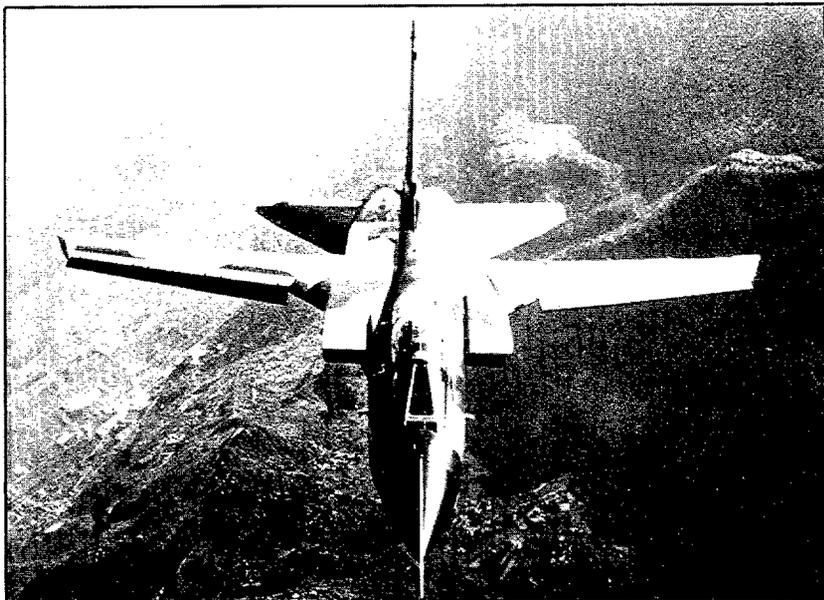
La USAF le dio su primer vuelo el 15 de octubre de 1985 y ya totaliza 23, en los que se le ha sometido a pruebas de sus cualidades de vuelo, pérdidas, recuperación de pérdidas, barrenas, sistemas de control de vuelo, performance de los reactores, vibraciones, etc. El programa de vuelo de prueba habrá terminado para finales de 1986.

EXITO BRITANICO. La Royal Air Force ha ganado la competición que organiza anualmente el Mando Aéreo Estratégico de la USAF sobre navegación y bombardeo, compitiendo con otras 30 tripulaciones, dos equipos de la RAF, con aviones

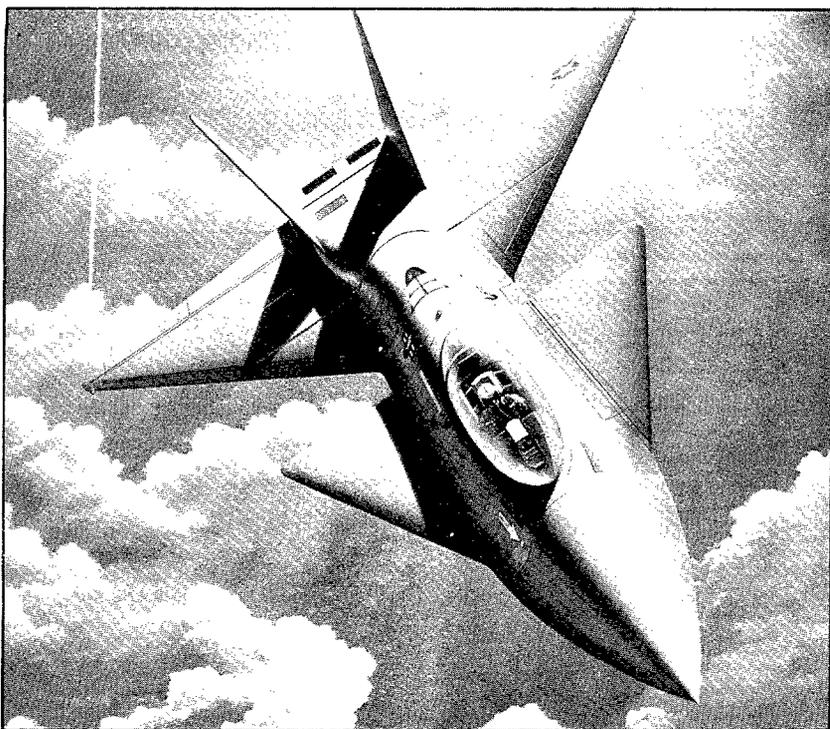
"Tornado", ganaron el primer puesto en dos de las tres pruebas a las que se presentaron y el segundo puesto en todas ellas.

Tienen especial importancia, en esta prueba, los sistemas de navegación por inercia que han de funcio-

nar a máximo rendimiento durante toda la competición. En los "Tornado", dichos sistemas de navegación eran de la casa Ferranti, que también equipa con ellos al F-18A, al "Sea Harrier" y al C.101 DD.



Material y Armamento



EL ATF DE LOCKHEED. El diseño del proyecto que presenta la Lockheed para el concurso del Avión Táctico Avanzado, no puede ser más revolucionario. La diferencia con los actuales cazas es extremada.

La Lockheed afirma que presentará poco eco en las pantallas de radar y que será extraordinariamente maniobrero. Pesará un 20 por ciento

menos que un avión clásico, debido a sus materiales compuestos y tanto su aviónica, como su armamento, motores y mandos de vuelo serán integrados y, estos últimos, muy automatizados.

Tendrá, al parecer, gran economía de combustible en vuelo de crucero supersónico. Otras cinco firmas presentarán proyectos para el ATF.

ESPAÑA

CASCOS BRITANICOS. El pasado día 19 de febrero, en la Embajada británica, en Madrid, se efectuó una presentación de cascos para pilotos de aviones a reacción, pilotos de helicópteros y para motoristas y policía antidisturbios, por la casa británica "Helmets Limited".

Asistieron al acto nutridas representaciones de la Agrupación de Helicópteros de la Guardia Civil, Sección de helicópteros de la Policía Municipal, Dirección General de

Tráfico, así como del Ejército de Tierra y del Mando de Material del Ejército del Aire.

El Agregado Comercial de la Embajada, Mr. Flynn, presentó al conferenciante, antiguo piloto de helicópteros del Ejército de Tierra inglés, el cual presentó los tres diferentes cascos (antidisturbios, pilotos de avión y de helicópteros); pormenorizó sus características e hizo saber que la casa "Helmets Limited" proporciona el 100 por cien de los cascos que utilizan la Royal Air Force, el Ejército y la Marina ingleses, así como

su policía. Analizó la protección que ofrecía el casco ALPHA (Advanced Lightweight Protective Helmet for Aircrew) y que aseguró ser de dos a tres veces mayor de la que ofrecen los cascos norteamericanos tipo SPH-4, HFU-26 o HGU-55, lo mismo contra la penetración que contra el impacto, la ráfaga violenta de aire (hasta de 625 nudos) y el ruido.

Expresó también su convicción de que es el casco más cómodo para el piloto por su ligereza, perfecto ajuste y ventilación interior.

En el coloquio que siguió a continuación, se le preguntó si no era más moderna la tecnología del casco que se moldea totalmente a la cabeza de cada piloto.

El conferenciante lo negó rotundamente. Dijo que esa tecnología databa ya de hacía bastante tiempo y que "Helmets Limited" la estudió y desechó por no ofrecer suficiente ventilación a la cabeza del piloto y, en caso de lanzarse el piloto con el asiento eyectable, presentar problemas, ya que no ofrece protección segura a velocidades superiores a los 450 nudos con respecto al golpe del aire y que estos problemas llegan a ser graves —siempre según la "Helmets Ltd."— cuando esos cascos no



Material y Armamento

se enfrentan en forma totalmente frontal con la ráfaga de aire.

Reconoció que los cascos ALPHA no eran baratos (300 a 400 libras), pero que ese precio se amortizaba al durar en buen estado más de 20 años.

Ofreció traer varios ejemplares de los cascos para que los prueben, sin compromiso, en los organismos españoles antes citados, ya que, en definitiva, los pilotos son los que pueden decir la última palabra sobre su calidad.

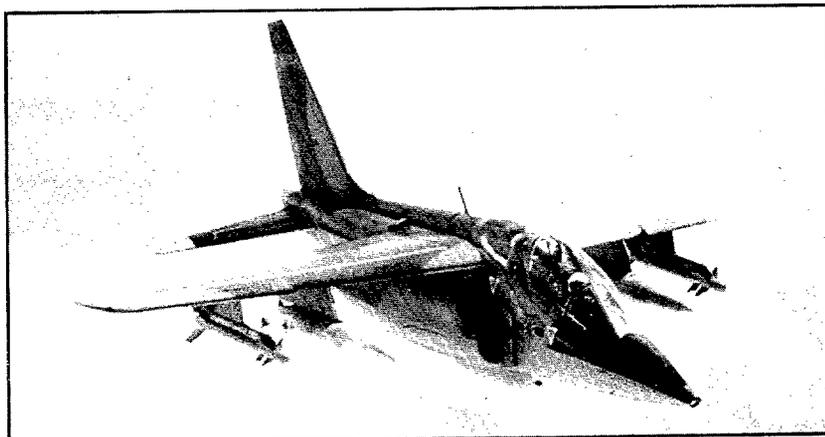
FRANCIA



EL MAGIC-2. El nuevo misil aire-aire con infrarrojos "MAGIC-2" tiene tan gran maniobrabilidad, que exige a los pilotos un entrenamiento especial en base a un conjunto de maniobras específicas.

En Francia esto se lleva a cabo en el Centro de Entrenamiento de Combate Aéreo de Mont-de-Marsan.

MISION NOCTURNA PARA EL ALPHA-JET. Acaba de aumentar una vez más las capacidades operacionales del Alpha-Jet (2 reactores SNECMA-TURBOMECA Larzac) al integrarle un sistema de visión nocturna infrarroja FLIR (Forward looking infrared) que lo capacita para



efectuar misiones tácticas de noche, principalmente la navegación a baja altitud y el ataque nocturno. Concebido en torno a una cámara térmica enlazada al sistema de navegación y de ataque, este sistema permite visualizar en el nuevo visor "cabeza alta" de barrido televisión THOMSON-CSF VEM 130, la imagen térmica del paisaje al mismo tiempo que los datos habituales de navegación y de ataque (en superposición). En las misiones nocturnas o con ma-

la visibilidad el sistema FLIR permite el recalado de navegación por designación de un objetivo, la designación del blanco o del punto inicial de ataque para los diferentes modos de tiro (CCPI: cálculo continuo del punto de impacto con punto inicial o no — CCPL: cálculo continuo del punto de lanzamiento con punto inicial o no) y de la detección visual.

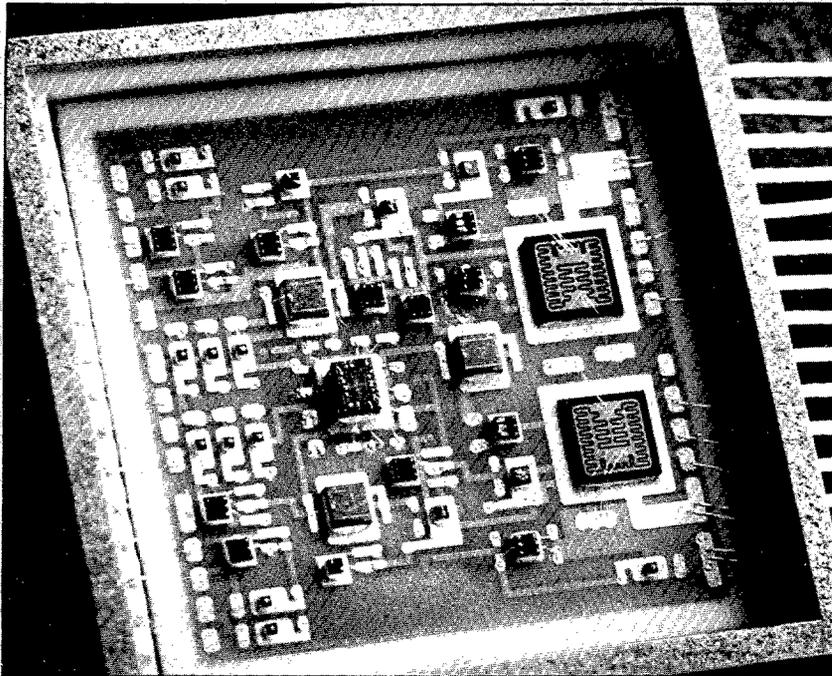
ALEMANIA



HELICOPTERO ANTICARRO. El helicóptero Bo-105-CB, de la MBB, aparece sobre los bosques de la Sel-

va Negra llevando los misiles anticarro TOW.

Astronautica



La fotografía muestra un microcircuito híbrido multichip, fabricado en las instalaciones de Lockheed Electronics Company Hybrid Microelectronics, que contiene circuitos integrados, transistores de alimentación, diodos y resistencias, montados sobre un sublecho interconectado multicapa de film espeso. Lockheed Microelectronics ha diseñado, producido y entregado híbridos de Clase "S", que cumplen las normas más exigentes de calidad y fiabilidad

LOCKHEED ENTREGA EL PRIMER MICROCIROUITO HIBRIDO CLASE "S".

Las instalaciones de Microelectrónica Híbrida de Lockheed Electronics Co. han entregado a Lockheed Missiles & Space Co. de Sunnyvale, California, sus primeros microcircuitos híbridos Clase "S", producidos, montados y ensayados en conformidad con las normas militares más rigurosas del Gobierno norteamericano.

Los microcircuitos híbridos se clasifican en tres niveles distintos de seguridad de producto. Los híbridos Clase "S" se destinan a aplicaciones críticas, como por ejemplo en el espacio, los híbridos Clase "B" son para sistemas menos críticos de aire o tierra, y los de la Clase "C" son destinados a sistemas de tierra de fácil reparación.

Los híbridos Clase "S" precisan

someterse a una serie de pruebas y ensayos mecánicos, electrónicos y ambientales muy rigurosos. Hace falta seguir unos controles de proceso estrictos para ciertas operaciones de fabricación de híbridos Clase "S", siendo preciso guardar la documentación completa para cada componente y pieza utilizada en la producción de los híbridos.

Según ha señalado un ingeniero de seguridad de calidad para la microelectrónica, los híbridos Clase "S" se destinan normalmente a aplicaciones espaciales delicadas, donde no hay acceso al arreglo de los componentes. Por lo tanto, hace falta un elevado grado de certeza del buen servicio de los dispositivos durante un periodo muy dilatado.

De los dos tipos de híbridos entregados a Lockheed Missiles & Space para su uso en satélites de comu-

nicaciones construidos por esta firma, un circuito (llamado conmutador modular), mide una pulgada cuadrada (2,54 centímetros cuadrados) y tiene 45 componentes, montados sobre una subcapa múltiple, quedando interconectados los componentes y enlazados a los conductores entrada/salida del circuito por 100 alambres finísimos de oro que miden una milésima de pulgada en diámetro. El segundo microcircuito, llamado el conductor de mandos, mide de una a dos pulgadas y contiene 161 componentes individuales con 500 conexiones de hilos.

El contrato con Lockheed Missile & Space estipula la entrega de 482 híbridos del tipo conmutador modular y 415 del conductor de mandos, antes de diciembre de 1986.

EL CINTURON DE ASTEROIDES.

Actualmente se elabora un proyecto para lanzar un aparato espacial al cinturón de asteroides, situado entre Marte y Júpiter, escogiendo una trayectoria apta para que dando vueltas alrededor del Sol, el aparato se encuentre con una decena de asteroides. Durante este viaje la sonda tendría que entrar sistemáticamente en una órbita cercana a la Tierra.

La esencia del proyecto consiste en lo siguiente: al despegar desde la Tierra, la estación se coloca en una órbita con el período de revolución equivalente a un número entero de años. Si la estación se coloca en una órbita con el perihelio de una unidad astronómica (equivalente a 150 millones de kilómetros, es decir, a la distancia media entre la Tierra y el Sol) y el afelio de 2,17 unidades astronómicas, el período de su revolución alrededor del Sol será de dos años. Con el afelio equivalente a 3,16 unidades astronómicas, este período alcanza tres años.

Astronautica

Así pues, se trata de un aparato espacial que, al abandonar la Tierra, investigará el Sistema Solar distanciado del Sol a 1, 2,17 y 3,16 unidades astronómicas. Además, la fecha de lanzamiento puede ser determinada de manera que la sonda viaje en las cercanías inmediatas de varios asteroides. Dos o tres años después, se aproximará a la Tierra para volver luego a la órbita heliocéntrica. El campo gravitacional de la Tierra va a ejercer el papel de un trampolín lanzando cíclicamente el aparato al denominado cinturón de asteroides.

AGUA DULCE EXTRAIDA DEL SUBSUELO DEL DESIERTO CON AYUDA DE LOS COSMONAUTAS.

Los cosmonautas soviéticos ayudaron a los de Kazajstán (en el Asia Central de la URSS) a descubrir agua dulce en los desiertos situados entre el lago Baljash y los mares de Aral y Caspio. Estas reservas sobrepasan en 23 veces el volumen del mar de Aral, importantísimo depósito de agua en el Asia Central. Allí se puede obtener hasta 2.000 metros cúbicos de agua por segundo.

En las fotos tomadas por los cosmonautas, los especialistas divisaron un sistema de fallas tectónicas en la corteza terrestre.

El agua se acumuló en ellas hace milenios, cuando en esta zona —hoy árida—, caían precipitaciones atmosféricas. De los profundos pozos, abiertos por los hidrólogos en fisuras tectónicas de la corteza terrestre, surgieron abundantes chorros de agua cristalina.

Los hidrogeólogos prestan particular atención al suministro de agua a las obras de las industrias de petróleo y

de gas, que se están construyendo en la parte occidental de Kazajstán, donde prácticamente no llueve. Anteriormente el agua para las explotaciones petroleras se transportaba desde muy lejos. Incluso se pensó construir un sistema de conductos de agua desde los ríos Volga y Ural, pero hoy ya no hay necesidad de ello.

CREACION DEL GRUPO DE INTERES ECONOMICO DE SAT CONTROL.

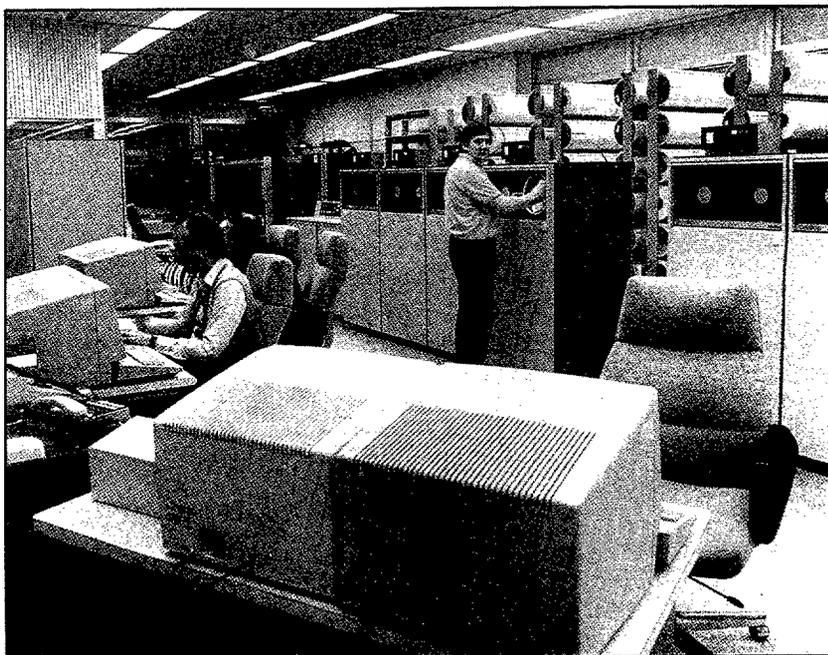
El Centro Nacional de Estudios Espaciales Francés (CNES), AEROSPATIALE y MATRA, firmaron el 4 de diciembre pasado los estatutos del Grupo de Interés Económico de SAT CONTROL (G.I.E. SAT CONTROL), cuyo objeto es el desarrollo y la comercialización de centros de control de satélites (logísticos y materiales) y la venta de las

prestaciones asociadas (formación de personal, apoyo a las operaciones, puesta en sitio, explotación y mantenimiento).

Este grupo se beneficiará de la puesta en común, para la realización y la puesta en funcionamiento de centros de control de satélites de nueva generación, más eficaces y más económicos, de las competencias de los dos grandes fabricantes franceses de satélites y de las de la Agencia espacial francesa en el campo de las operaciones en órbita y de la explotación de los sistemas espaciales.

El desarrollo de un prototipo de tal centro de control está en vías de desarrollo. Su entrada en servicio tendrá lugar en 1987.

La sede del G.I.E. está en Toulouse, y la administración del Grupo ha sido encomendada al Director Adjunto del Centro Espacial de Toulouse, hasta que tenga lugar la primera Asamblea General. ■



Sistema de control del METEOSAT



Alianza Atlántica / Pacto de Varsovia

M.R.N.

LOS PRIMEROS MISILES CRUCERO LLEGAN A ALEMANIA

Los primeros misiles nucleares Crucero de EE.UU., de los 96 que se van a desplegar en Alemania, ya han llegado a la Base Aérea de Hahn, en la región de Hunsrueck, a unas 68 millas de Wiesbaden. Estos misiles son parte de los 572 misiles Crucero y Pershing 2 que están siendo desplegados en cinco países europeos para contrarrestar los misiles soviéticos que amenazan a Europa. Los 108 Pershing 2 previstos para desplegar en Alemania ya han llegado a sus lugares de despliegue.

COOPERACION NAVAL EN BARCO DE "COLCHON DE AIRE"

Las Armadas de seis países de la OTAN: Alemania, Canadá, España, Estados Unidos, Francia y Reino Unido han acordado cooperar en el desarrollo de un nuevo tipo de barco que navega sobre un colchón de aire, denominado "Surface Effect Ship" (SES). Este tipo de barco se asemeja a un catamarán, con dos cascos separados y que unos faldones de goma, delante y detrás, encierran el aire suministrado por los ventiladores de sustentación. Los EE.UU. proporcionarán sus barcos SES que desplazan 200 Tm., para este programa. El SES-200 alcanza unos 28 Kts. y es un modelo a escala de barcos de 1.500 Tm. con velocidades de 50 Kts.

El objetivo del programa es desarrollar un buque rápido de vigilancia y ataque, del tamaño de una corbeta, que sea mucho más estable y efectivo en alta mar que los actuales barcos de un solo casco.

Desde el 16 de enero al 24 de agosto se realizarán pruebas en los siguientes puertos: Eckenfoerde (Alemania), Halifax (Canadá), El Ferrol (España), Brest (Francia) y Portsmouth, Portland y Plymouth (Inglaterra).

Los barcos SES ya son utilizados comercialmente en muchos países y, desde el punto de vista militar, ya son varios los países de la OTAN que tienen proyectos muy avanzados. Este programa del SES-200 es un ejemplo del deseo de las naciones de la OTAN de desarrollar programas conjuntos que unan los esfuerzos particulares de cada uno para conseguir una fuerza marítima OTAN adecuada para el Siglo XXI.

NUEVOS PROYECTOS DE LA FUERZA AEREA DE EE.UU.

La USAF ha firmado un contrato de 3.380 millones de dólares con McDonnell Douglas para el desarrollo de un nuevo avión de transporte militar, el C-17A. Este programa prevé la construcción de un avión de ensayo que deberá efectuar el primer vuelo en 1990 y de otros

diez aviones para las pruebas en diversos centros de ensayo. El avión, con cuatro motores, de la nueva generación, ha de ser capaz de aterrizar en pistas de 900 metros y la USAF pretende adquirir unos 210 aviones.

Asimismo, McDonnell Douglas ha conseguido un contrato de 331 millones de dólares para la fabricación de un misil destinado a interceptar las cabezas de los misiles estratégicos en la alta atmósfera. Este contrato, de 5 años de duración, forma parte de los investigaciones de la Iniciativa de Defensa Estratégica (SDI) del Presidente Reagan. Este misil, bautizado HEDI (High Endoatmospheric Defense Interceptor), transportará una carga no nuclear y podrá ser utilizado hasta una altura de 100 Km. para destruir las cabezas de combate enemigas que hayan sobrevivido a los otros sistemas de interceptación del SDI (láser, armas de energía cinética, etc.).

También ha firmado un contrato de 45,2 millones de dólares con Martin Marietta Aerospace Corp., para el programa de transformación de los viejos misiles balísticos intercontinentales Titan-2 en lanzadores espaciales de pequeños satélites.

MANIOBRAS OTAN "SENTINEL 86"

Las maniobras de invierno de la OTAN, denominadas SENTINEL 86, se han realizado a finales de enero en la zona cercana a Nuremberg, Baviera, Alemania.

Previamente se realizó el Ejercicio REFORGER (abreviatura de Return of Forces to Germany), por el cual cerca de 20.000 soldados americanos y 300.000 toneladas de equipo fueron trasladados por vía aérea desde EE.UU. a Europa y que sirve para demostrar la capacidad americana de apoyar a la OTAN en caso de conflicto, constituyendo, esta vez, el mayor movimiento de tropas de reserva efectuado hasta el momento.

Estas tropas se unieron a las unidades estacionadas en Europa del 5.º y 7.º Ejércitos Americanos, 4.ª Brigada Mecanizada Canadiense y la 12.ª División Panzer Alemana, así como a Unidades de la defensa territorial que, en conjunto, han participado en las maniobras SENTINEL 86.

PROXIMAS MANIOBRAS GERMANO-FRANCESAS

Se están preparando las mayores maniobras militares franco-alemanas, que se celebrarán en 1987 y que constituirán los más grandes ejercicios terrestres desde la Segunda Guerra Mundial. Tomarán parte unos 150.000 hombres, de ellos 90.000 franceses y, de entre éstos, intervendrán los 47.000 de la Fuerza de Intervención Rápida Francesa. ■

¿sabias que...?

...como se recordó en números anteriores de esta Revista, es en el mes de abril cuando se debe pasar revista de armas. Si no lo ha hecho aún, ya le quedan pocos días. No deje de hacerlo. Se evitarán sanciones y disgustos. Recuerde que por la omisión en la revista incluso podría procederse a retirarle las armas?

...ha sido aprobado por el Congreso un proyecto de Ley de Ordenación de la Cartografía?

...este proyecto de Ley distingue, en materia de Cartografía, las funciones de servicio público de interés general, que corresponden a la Administración del Estado, de las competencias instrumentales desarrolladas por organismos de las Administraciones Públicas?

...para ello se clasifica la cartografía en básica, derivada y temática, incluyendo a las dos primeras dentro de aquellas funciones de servicio público general?

...la cartografía básica y la derivada son las que se realizan de acuerdo con normas cartográficas establecidas por la Administración del Estado en aquellas series que hayan de cubrir la totalidad del territorio nacional?

La diferencia entre una y otra estriba en que la cartografía básica se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre y la cartografía derivada por procesos de adición o generalización de la información topográfica contenida en la cartografía básica?

...la cartografía temática es la que, con soporte en cartografía básica o derivada, desarrolla algún aspecto concreto o incorpora información adicional específica, como, por ejemplo, la Cartografía Aeronáutica?

...para el logro de los fines de coordinación perseguidos se crean el Registro Central de Cartografía, dentro del Instituto Geográfico Nacional y el Plan Cartográfico Nacional de vigencia cuatrienal, que deberá aprobar el Consejo de Ministros a propuesta del Consejo Superior Geográfico?

* * *

...ha sido promulgada la Ley 9/1986, de 4 de febrero, de Plantillas del Ejército del Aire, que fijan por empleos y abarcando al Estado Mayor General, Arma de Aviación, Cuerpos y Escalas del Ejército del Aire, las plantillas totales siguientes:

Tenientes Generales 5	Capitanes 1.378
Generales de División 19	Tenientes 1.459
Generales de Brigada 37	Alféreces 35
Coroneles 248	Subtenientes y Brigadas ... 3.639
Tenientes Coroneles 451	Sargentos Primeros y Sargen- tos 4.107
Comandantes 733	

...los excedentes resultantes de la adaptación de la existencia actual se amortizarán en cinco años?

* * *

...han sido reformadas las normas que regulan la concesión de autorizaciones para salida al extranjero, para adaptarla a la nueva estructuración del Ministerio de Defensa?

...con arreglo a estas normas corresponde, dentro del Ejército del Aire, la facultad de conceder la autorización al Jefe del Estado Mayor del Aire o a las autoridades y Jefes, a él directamente subordinados, en quienes delegue?

...la concesión de esta autorización no implica la concesión de permiso alguno, cuyo disfrute deberá ajustarse siempre a la normativa vigente al respecto?

* * *

¿sabias que...?



...ha sido creado por OM. núm. 5/86 el Diploma de Seguridad de Vuelo, como distintivo de función, para el personal del Arma de Aviación, Escalas del Aire y Tierra, que realicen con aprovechamiento el curso correspondiente?

* * *

...el Gobierno ha creado, por Real Decreto, la Jefatura de Telecomunicaciones de la Defensa, que estará encargada básicamente de asegurar los enlaces exteriores del Ministerio de Defensa, establecer los sistemas permanentes interiores y mantener el control de emisiones radioeléctricas en situación de emergencia?

* * *

...en los presupuestos norteamericanos de Ayuda a Europa para 1987, figura España con 415 millones de dólares, 6,5 millones más que el año pasado, y que de ellos 403 se destinan a fines militares?

* * *

...por OM. núm. 10/86, se regulan los préstamos que el ISFAS puede conceder a sus afiliados ya sea para la adquisición de vivienda, en una cuantía máxima de 2.000.000 ptas., y con carácter social por un máximo de 600.000?

* * *

...el primer prototipo del Avión de Combate Europeo (ACE) volará en octubre de 1989 y la producción comenzará en 1990?

* * *

...el Patronato de Casas del Aire dispone en Madrid de viviendas de nueva construcción diseñadas especialmente para familias con disminuidos físicos? Para mayor información dirigirse a la Delegación de Madrid, Romero Robledo, núm. 2?

* * *

...el gobierno ha fijado en 1.885 el número total de plazas para el ingreso en la profesión militar durante el año 1986?

...las 473 plazas previstas para el Ejército del Aire se descomponen en la forma siguiente:

— Academia General del Aire (Escala del Aire)	45
— Academia General del Aire (Escala de Tropas y Servicios)	24
— Academia General del Aire (Cuerpo de Intendencia)	9
— Cuerpo de Sanidad del Ejército del Aire	6
— Cuerpo de Farmacia del Ejército del Aire	1
— Cuerpo Jurídico del Ejército del Aire	4
— Escala de Ingenieros Aeronáuticos	6
— Escala de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos	9
— Escala de Directores Músicos del Ejército del Aire	1
— Escala de Suboficiales de Tropas y Servicios del Ejército del Aire	40
— Escala de Suboficiales Especialistas del Ejército del Aire	284
— Cuerpo Auxiliar de Oficinas Militares del Ejército del Aire	20
— Cuerpo Auxiliar de Sanidad del Ejército del Aire	5
— Escala de Suboficiales Músicos del Ejército del Aire	16
— Escala de Suboficiales de Banda del Ejército del Aire	3

Industria Nacional

ACUERDO CASA-TURBOMECA.

CASA y TURBOMECA han firmado un Acuerdo el pasado 20 de enero de 1986 por el que TURBOMECA confía a CASA el mantenimiento logístico de sus fabricados aeronáuticos que están en servicio en España. Los servicios que prestará CASA serán a través de su división de Mantenimiento y de la factoría de Ajalvir con la correspondiente provisión de recambios, distribución de la documentación, asistencia técnica para los usuarios, y operaciones de mantenimiento incluyendo hasta el segundo nivel (intercambio modular para los motores concernientes).

Con este Acuerdo TURBOMECA mejorará las prestaciones de sus servicios y la rapidez en los mismos, ya que la división de Mantenimiento de CASA tiene una larga y reconocida experiencia en este tipo de trabajo, razón por la cual ha sido elegida por TURBOMECA.

Este Acuerdo constituye la reactivación de la cooperación entre las dos sociedades que se iniciaron a principios de la década de los 50, cuando TURBOMECA concedió la licencia de fabricación del reactor MARBORE a la sociedad ENMASA, absorbida por CASA en 1973.

NOMBRAMIENTOS EN EL CONSORCIO AIRBUS. AIRBUS INDUSTRIE, el consorcio europeo en el que tiene una participación destacada C.A.S.A., obtuvo el 27 de enero pasado la aprobación de su Consejo de Vigilancia para iniciar una nueva etapa en el desarrollo de su gama de productos. Para llevar a cabo esto se han realizado nuevos nombramientos. El Director de Estudios y desarrollo de la División Aviones de Transporte de MBB, Herr Heribert Flossdorf, ha sido nombrado Administrador Gerente Adjunto y Di-



rector General. Mr. Stuart Iddles, Director de Ventas para los propulsores ATP y 748 de British Aerospace, fue designado como Director Comercial. D. Angel Hurtado, Director del Servicio de Contratos de C.A.S.A., ocupa el puesto de Director del Servicio de Compras.

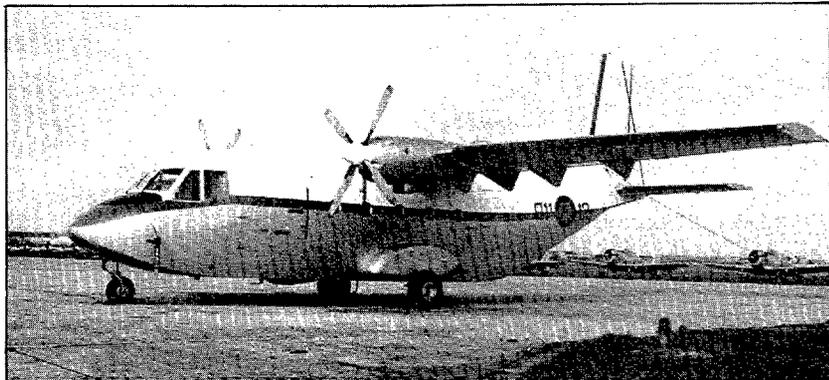
Angel Hurtado, burgalés de origen y de 40 años, salió de la ETSIA en 1970, y pasó a prestar sus servicios al Estado Mayor del Aire. De ahí pasó a Zanussi Industrial, como Jefe de la Contabilidad y del Control de Gastos. En 1974 se incorporó a C.A.S.A. como coordinador de los programas y contratos internacionales. En 1983 fue nombrado Director de Contratos de C.A.S.A.

AVIOCAR PARA EL TRANSPORTE REGIONAL BELGA. Un CASA 212 ha sido comprado por la compañía Hawa Air.

La compañía belga de "transporte regional" Hawa Air ha comprado un CASA 212 (serie 200), al mismo tiempo que ha firmado una opción para otro. Hawa Air operará este Aviocar en una doble misión de transporte de pasajeros y de carga. Con una capacidad de 23 pasajeros, Hawa Air operará el Aviocar en línea regular de pasajeros Amberes-Luxemburgo y como carguero, con una capacidad de dos toneladas y media de carga de pago, a Londres.

Esta nueva venta refuerza la incidencia de CASA en el mundo del "transporte regional" en el mercado civil y por primera vez en Europa un Aviocar será utilizado en el transporte regular de pasajeros. En este mercado CASA ha vendido ya en los Estados Unidos cuarenta y dos C-212. En Europa el mercado del "transporte regional" se encuentra en una fase de desarrollo, mientras en España está naciendo ahora; esta nueva venta a Hawa Air refuerza la postura de la compañía CASA y de su División de Aviones Civiles de incidir en el campo del transporte aéreo civil.

Los Aviocares vendidos ascienden a trescientos noventa, en versiones civiles y militares, en todo el mundo. ■



La microgravedad en el espacio

JUAN CABALLERO DE ANDRES, Coronel Ingeniero Aeronáutico

Los días 30 y 31 de enero del pasado año, el Consejo de la Agencia Espacial Europea se reunió en Roma, a nivel de ministros, para definir la política espacial europea entre los años 1985-2000.

Los ministros de 13 países europeos y Canadá manifestaron los buenos resultados obtenidos por la Europa espacial durante los veinte últimos años gracias al impulso proporcionado por la Conferencia Espacial Europea, que también a nivel ministerial, se reunió en Bruselas en julio de 1973. Frutos de esta conferencia han sido el programa ya realizado de satélites científicos y de aplicación, el programa ARIANE que ha proporcionado a Europa capacidad para el lanzamiento de satélites, comercializado a través de la sociedad ARIANESPACE y la construcción y vuelo del Laboratorio espacial que

permitirá el acceso a la tecnología de vuelos habitados.

En la reunión de Roma los ministros han adoptado por unanimidad dos resoluciones, una referente al Plan a largo plazo 1985-1995 de ESA y la otra sobre la participación de Europa en la Estación espacial americana a reserva de un acuerdo satisfactorio con los Estados Unidos.

El plan a largo plazo fija las orientaciones para extender la autonomía de Europa en lanzadores, vehículos pilotados, estaciones habitadas y satélites científicos y de aplicación (meteorología, teledetección, telecomunicaciones y microgravedad). Según ESA el importe económico de estos programas para el período citado es el indicado en el cuadro 1.

Del examen de dicho cuadro se deduce que los gastos realizados por

ESA en el período 75-84 (10 años) se elevaron a 8.585 MUC* (millones de unidades de cuenta) y en el período 85-95 (11 años) se elevaron a 16.684 MUC, lo que supone un incremento medio del 73%.

Por conceptos el presupuesto del transporte espacial (Airane 5 + HM60) es el más elevado con 3.843 MUC, seguido por la infraestructura orbital (Laboratorio espacial, Eureka y Columbus) con 2.957 MUC, del programa de telecomunicaciones con 2.420 MUC, del programa de microgravedad con 2.087 MUC y de otros de menor volumen económico.

Los lectores de nuestra revista han tenido ocasión de leer en algunos artículos temas relacionados con los conceptos antes señalados si se

* La Unidad de Cuenta tiene una equivalencia de 148,25 ptas.

CUADRO 1
REPARTICION, POR PROGRAMAS, DE LOS GASTOS ESPACIALES PREVISTOS POR ESA EN EL PLAN A LARGO PLAZO 1985-95.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	TOTAL 85-95	TOTAL 75-84
Presupuesto general	96	105	110	117	123	126	126	126	126	126	126	1.307	862
Ciencia	143	144	156	167	178	191	204	210	210	210	210	2.023	1.202
Demostración tecnológica	2	11	16	21	21	21	21	21	21	21	21	197	—
Telecomunicaciones	181	197	195	209	254	234	244	280	267	204	155	2.420	1.821
Microgravedad	151	151	161	148	195	175	187	246	230	228	215	2.087	654
Observación de la Tierra	27	38	35	80	80	80	80	80	—	—	—	500	47
Transporte espacial (Arianes, HM60)	259	320	304	385	447	452	452	400	383	294	147	3.843	2.623
Infraestructura orbital (Lab. Esp. Eureka, Columbus)	100	161	277	319	300	300	350	300	300	300	250	2.957	1.376
Infraestr. orbital futura	—	—	30	40	80	100	100	100	150	300	450	1.350	—
TOTAL en millones UC.	959	1.127	1.284	1.486	1.678	1.679	1.764	1.763	1.687	1.683	1.574	16.684	8.585

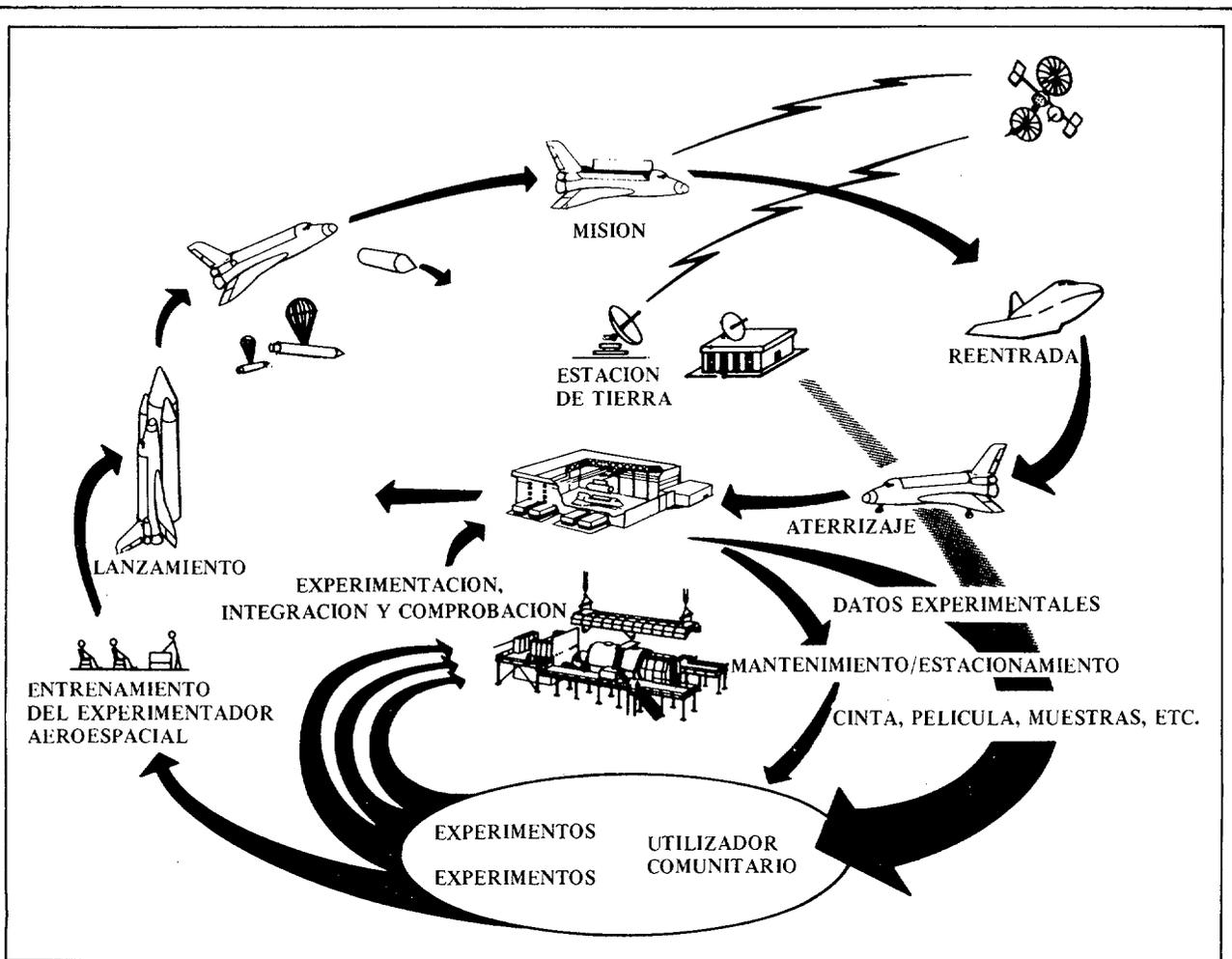


Figura 1

exceptúa el de microgravedad. La importancia de este tema, puesto de manifiesto en el cuadro 1, deriva según la resolución de ESA "del programa de utilización del Laboratorio espacial y del Eureka con miras a la utilización y explotación futura del Columbus y de la Estación orbital internacional". Por todo ello creemos que es de interés facilitar alguna información sobre este tema que está de actualidad.

MEDIOS PARA CREAR SITUACIONES DE MICROGRAVEDAD

En los últimos años ha crecido el interés científico-comercial para utilizar las cualidades especiales que presenta el espacio en los procesos metalúrgicos, biológicos y en la investigación de fluidos. Las ventajas de la utilización del espacio, para estos trabajos derivan de las conse-

cuencias e incentivos indicados en el cuadro 2.

De todas las ventajas indicadas la más importante, con mucho, es la gravedad reducida (microgravedad, μg). En la Tierra todos los procesos están sometidos a la acción de la gravedad que la expresamos diciendo que sobre la superficie terrestre vale 1 g ($9,81 \text{ m/seg.}^2$). Esta acción sabemos que disminuye con el cuadrado de la distancia al centro de la Tierra y por tanto tendríamos que ascender a una altura igual a un radio terrestre para que su valor se redujera a $1/4 \text{ g}$.

Según se indica en el cuadro 3 se pueden obtener situaciones de microgravedad tanto en tierra como en el espacio por varios procedimientos. En el espacio los períodos de microgravedad son mucho más largos que en tierra y los niveles, aunque pueden ser más elevados no

pueden llegar a la gravedad nula por que en todo sistema espacial se producen movimientos relativos alrededor del centro de masa que producen aceleraciones asociadas con la trayectoria (10^{-7} g), con la resistencia atmosférica ($10^{-6} - 10^{-7} \text{ g}$), y con los movimientos de los astronautas ($10^{-2} - 10^{-4} \text{ g}$).

Como complemento del cuadro 3, a continuación damos algunas aclaraciones sobre los medios para obtener situaciones de microgravedad.

- **Tubos para caída libre.**—Son instalaciones con un diámetro pequeño (15-30 cm.) y altura hasta 110 m. en los que durante la caída en el vacío pueden solidificarse gotas de aleaciones líquidas. La caída dura unos segundos y se alcanzan niveles de microgravedad entre $10^{-6} - 10^{-7} \text{ g}$. En Estados Unidos, por este sistema, se han hecho

CUADRO 2

CONSECUENCIAS E INCENTIVOS DE LAS CUALIDADES DEL ESPACIO

CUALIDADES DEL ESPACIO	CONSECUENCIAS	INCENTIVOS
● Gravedad reducida.	Ausencia natural de fenómenos de convección en los fluidos.	Mejor control de la temperatura y de la distribución de concentración en los fluidos.
	Ausencia de empuje y sedimentación.	Estabilidad de la distribución de partículas en la matriz fluida.
	Posibilidad de procesos sin contenedor.	Eliminación de contaminaciones o reacciones con las paredes del contenedor.
● Vacío. ● Baja temperatura. ● Radiación. ● Extensión ilimitada.		

estudios muy interesantes de fases metaestables.

● **Torres de caída libre.**—Tienen mayor diámetro (80-150 cm) y permiten ensayar equipos completos.

● **Aviones en vuelo balístico.**—Permiten obtener niveles de mi-

crogravedad de 10^{-2} g en trayectorias parabólicas realizadas, generalmente, a alta cota para reducir la resistencia atmosférica. Con vuelos balísticos se han ensayado equipos y astronautas. En Estados Unidos, la NASA ha utilizado el caza F-104

CUADRO 3

MEDIOS PARA CREAR SITUACIONES DE MICROGRAVEDAD

MEDIOS	MICROGRAVEDAD	
	nivel (g)	duración
TERRESTRES Tubos y torres de caída libre.	$10^{-6} - 10^{-7}$	3 a 6 seg.
VUELOS BALISTICOS — Aviones. — Cohetes.	10^{-2} $10^{-4} - 10^{-5}$	20 a 25 seg. 5 a 7 min.
VUELOS ORBITALES HUMANOS Shuttle-Lab. espacial.	$5.10^{-3} - 10^{-4}$ 3.10^{-2}	8 H (trip en reposo) 7-10 días (trip activa).
ESTACIONES HABITADAS	$3.10^{-2} - 5.10^{-4}$	meses
SATELITES AUTOMATICOS	$10^{-5} - 10^{-8}$	meses

(10^{-2} g durante 30 segundos) y el cuatrirreactor KC-135 (10^{-2} g durante 15 segundos).

● **Cohetes sondas en vuelo balístico.**—Permiten buenos niveles de microgravedad ($10^{-4} - 10^{-5}$ g) durante 5-7 minutos según el tipo de cohete y la carga útil. En Estados Unidos se han hecho, con regularidad, experiencias dentro del programa SPAR y en Europa con el programa TEXUS.

● **Estaciones orbitales.**—Utilizadas por los Estados Unidos (Apolo y Skylab) y por la URSS (Saliout) han permitido embarcar equipos mayores (hornos, cámaras, etc.) desde 8 días hasta 6 meses con niveles de microgravedad variable ($10^{-2} - 10^{-4}$ g) según la actividad de la tripulación responsable de aceleraciones parásitas. En preparación programas mencionados anteriormente.

● **Satélites y plataformas automáticas.**—Existen proyectos en preparación en Estados Unidos para finales de esta década en Estados Unidos (IML e ISF) y en Europa (Eureca). Serán plataformas reutilizables que permitirán buenos niveles de microgravedad (10^{-5} g) durante largos períodos de tiempo (6 meses).

CAMPOS DE INVESTIGACION PREVISTOS DE MICROGRAVEDAD

Los más importantes son:

- Fluidos:
 - Superfluidos.
 - Cristales líquidos.
 - Estudios de composición.
 - Estudios de interfase.
- Metalurgia-cristalografía:
 - Semiconductores.
 - Aleaciones.
 - Eutécticas.
 - Crecimiento de cristales.
- Biología:
 - Experimentos humanos:
 - Estudios cardiovasculares.
 - Cambios neurosensoriales.
 - Pérdidas de calcio.
 - Atrofia muscular.
 - Experimentos orgánicos.
 - Electroforesis.

- Crecimiento de bacterias.
- Crecimiento de cristales proteicos.
- Experimentos en plantas.
 - Geotropismo.
- Materiales:
 - Metalurgia: (fig. 1)
 - Aleaciones homogéneas.
 - Aleaciones isotrópicas.
 - Aleaciones no miscibles en tierra.
 - Cristalografía:
 - Semiconductores dopados.
 - Cristales isotrópicos.
- Productos farmacéuticos.

CONCLUSIONES

Según se desprende del cuadro 1 los programas de investigación de microgravedad en Europa tienen importancia y están entre los que tendrán mayor expansión. De momento está previsto:

a) La utilización de equipos existentes (SLED, Ciorack, Anthorack, módulo de física de fluidos, hornos, etc.) en vuelos del Laboratorio espacial; b) el empleo de este laboratorio con nuevas instalaciones para usos múltiples (cristalización en soluciones, crecimiento de cristales en fase líquida, física de fluidos, separación por electroforesis, metalurgia experimental y biología animal) y c) utilización de la plataforma Eureka con un invernadero botánico, instalaciones de solidificación dirigida, etc.

Con el fin de preparar estas experiencias la ESA ha lanzado este verano numerosas peticiones de oferta, entre las últimas están:

- Estudio preliminar de un equipo de biotecnología en microgravedad.
- Estudio para análisis de las posibilidades de equipos para vuelos de corta duración en microgravedad.
- 4 estudios preliminares para utilización del Columbus sobre:
 - laboratorio de metalurgia.
 - de ciencias de fluidos.
 - equipo experimental en biología gravitacional.
 - equipo de tratamiento en levitación (electromagnético, acústico, electrostático, etc.).

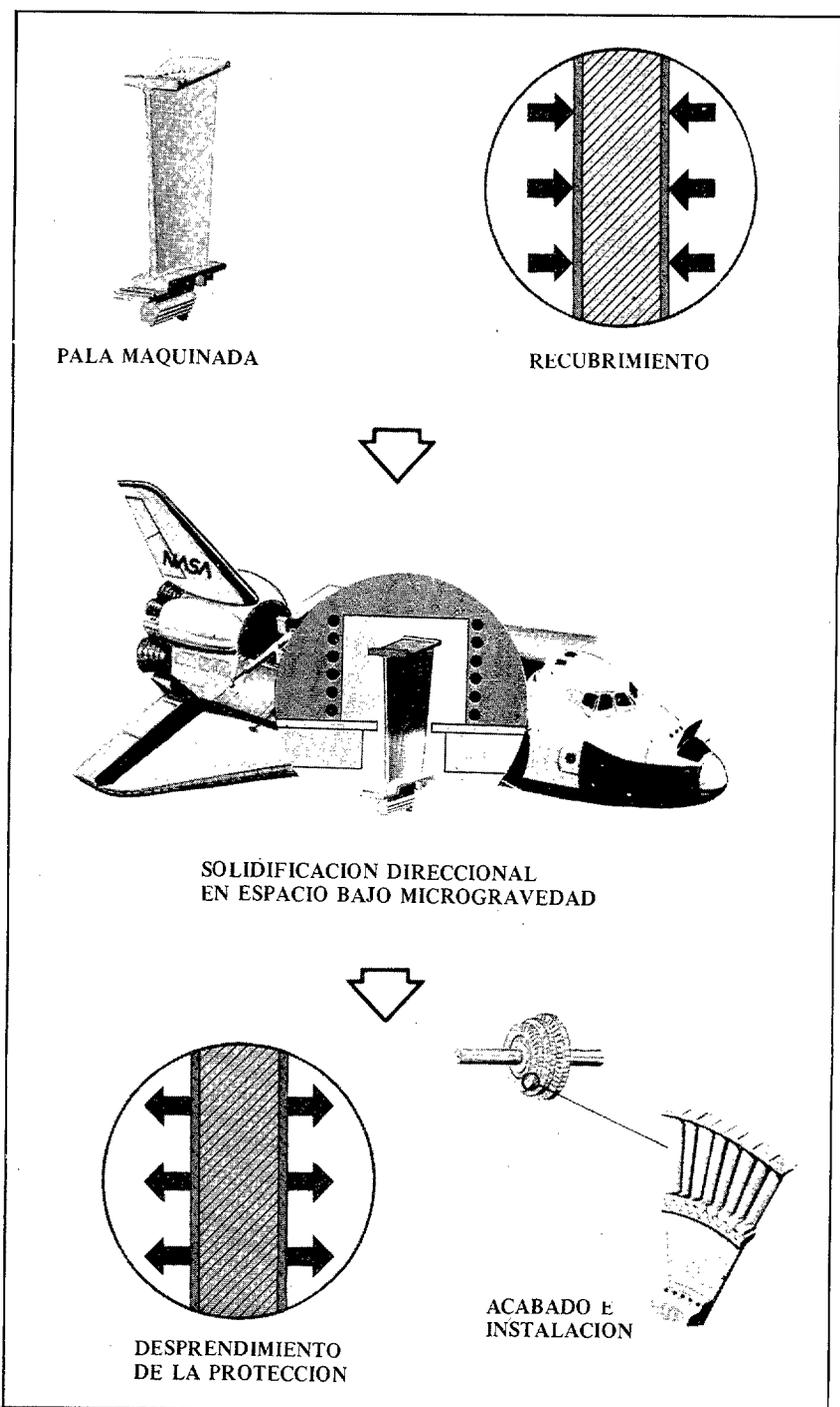


Figura 2

La ESA con estas experiencias espera conseguir información suficiente para interesar a la industria privada en la inversión en este campo de actividades como ya ha sucedido en los Estados Unidos. En este país McDonnell-Douglas y Johnson and Jhonson han colaborado en una experiencia comercial para la separación en células vivas por electrofo-

resis con vistas a la producción de vacunas (fig. 2), 3M ha comenzado un programa, conjuntamente con NASA para instalar un laboratorio químico en el espacio y varias compañías farmacéuticas desean invertir en proyectos para el estudio del crecimiento de cristales de proteínas en el espacio.



Divagaciones en torno al último Salón de París

RAMON SALTO PELÁEZ

El Salón de París, que tiene tanto de escaparate como de aula magna y de casino como de lonja de contratación, es, quizás por todo ello, un compromiso ineluctable para los profesionales de la industria aeronáutica y espacial, que dejan tras de ellos una estela de decisiones, iniciativas, escritos y comentarios que perduran hasta la siguiente reunión, dos años más tarde, con apenas el impulso adicional de Farnborough.

Este es uno más de esos escritos al margen, con impresiones personales derivadas de la 36.^a reunión.

Años atrás, para identificar un Salón determinado, bastaba con un subtítulo que recogiera su rasgo más característico.

Se habló del año de los Montgolfiers y del de la ametralladora

sincronizada con la hélice; se recuerda el año del Concorde y el del accidente del Tupolev.

Hoy, sin embargo, la creciente complejidad y proliferación de hechos interesantes con cada nueva edición, induce a imitar a nuestros viejos autores del llamado "género chico", a quienes no bastaba, como a Verdi, con sólo cuatro letras para designar obras, como Aida, de más de cuatro horas de duración. Estimaban, por el contrario, que sus sainetes y zarzuelas eran merecedores, cuando menos, de sartas de títulos y subtítulos en cadena: "La venganza de la Petra, o donde las dan las toman", "La Verbena de la Paloma o el boticario y las chulas, o celos mal reprimidos".

O sea, que si uno de nuestros viejos zarzueleros hubiera tenido

que titular al 36.º Salón de París, que fue el de la presentación por la Unión Soviética del mayor avión del mundo, habría añadido que fue, asimismo, el Salón del miedo, el de la expectación ante los nuevos sistemas propulsores y el de los consorcios y cooperaciones, no sólo entre fabricantes de células y motores, sino incluso entre organismos espaciales de la entidad de NASA y ESA.

Lo del miedo y la adopción de fuertes medidas de seguridad estaban más que justificados por la racha de graves atentados terroristas que acababan de tener lugar en Europa. Ahora bien, o M. Serge Dassault, Comisario General del Salón, o el Ministro francés del Interior, o ambos a la par, se pasaron hasta tal punto que llegaron

a incurrir en franca descortesía con visitantes de pago, cosa inaudita entre franceses.

La inauguración oficial del Salón por el Presidente Mitterrand estaba programada hasta las 12 del mediodía y, no obstante, a la una y media de aquel sofocante 31 de mayo seguían cerradas las puertas, incluso para personajes extranjeros de gran relevancia o que habían pagado por los stands y chalets para sus empresas sumas astronómicas para verse ahora en medio de la carretera, con sus coches recalentados por el bochorno del día y sus rostros no menos recalentados y abochornados por la irritación.

Mil doscientos agentes patrullaban por el interior del recinto y, en varias ocasiones, vimos a pelotones de gendarmes lanzarse súbitamente a un galope desenfrenado, trasunto de las mejores películas de Lino Ventura, tras no sabemos qué síntomas, individuo sospechoso o bruja.

A un buen profesional de la prensa aeronáutica española, no se le ocurrió cosa mejor, para reunirse con un colega, que elegir, como punto de cita, el exterior del aislado y fácilmente identificable pabellón de Israel.

Al instante de quedarse parado, ya tenía clavados en él más de diez pares de ojos, alguno de ellos con catalejo. Antes de los tres minutos ya le rodeaban a distancia más de una quincena de agentes de paisano, entremezclados con la multitud, y no habían transcurrido los cinco minutos cuando varios de estos agentes le sobresaltaban al conminarle enérgicamente para que se identificara.

En lo sucesivo, no volvió a citarse más que en las cercanías de instalaciones suizas o en el interior del siempre reconfortante chalet de Construcciones Aeronáuticas.

Pero pasemos por alto estas digresiones episódicas y entremos en el contenido específico del 36.º Salón.

Se exhibían motores y maquetas de motores a todo lo largo y lo ancho de los gigantescos pabellones cerrados de este monumental recinto ferial del aire. Motores a tamaño

real o a escala reducida; algunos en movimiento o con carcasas de cristal para que éste se pudiera apreciar y, junto a todos ellos, carteles y folletos con sus especificaciones de empuje o potencia, consumo, peso, dimensiones y características técnicas. Este de aquí ya está en servicio; aquél está en fase de homologación y el de más allá en fase de desarrollo.

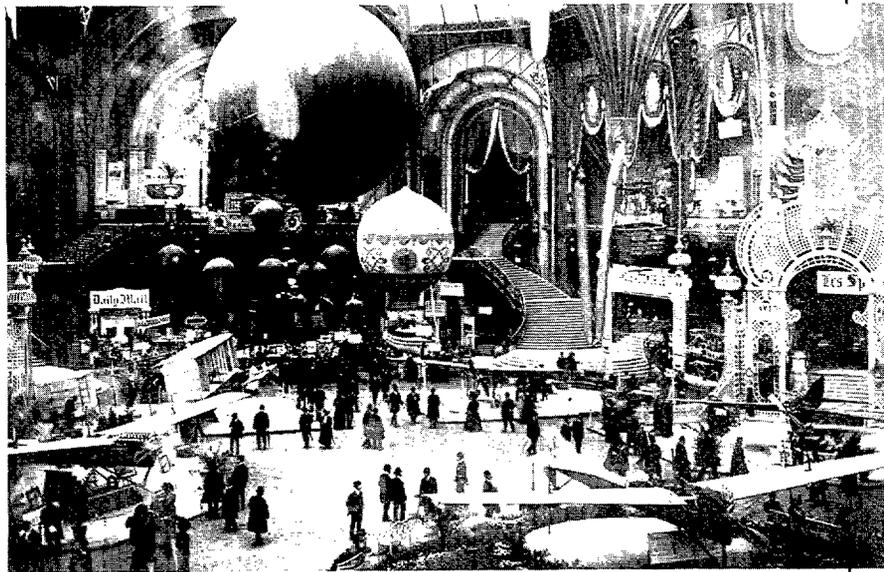
Atraían especialmente la atención los diseños y maquetas de nuevas y atrevidas concepciones, aún sin experimentar.

Alrededor de todo este maremagno, al igual que en los distantes chalets de recepción de las empre-

A nuestro juicio, el verdadero hecho diferencial y revolucionario en los sistemas aeronáuticos de propulsión lo constituyó la substitución del irracional motor de pistones por el mucho más lógico y plausible motor de turbina.

Fue un desatino ese intento, tan extendido, de contraponer la hélice al mal llamado motor a reacción, no siendo —como no es— la primera; sino un caso particular del segundo (3).

Hay quienes tienen la impresión de que el avión con hélice avanza porque ésta se atomilla en el aire, a semejanza de como lo hace un tornillo de carpintería en la madera,



Año 1908, primera exhibición aeronáutica en París, en el Grand Palais

sas, el tema dominante de las conversaciones versó sobre los nuevos turboreactores, turbohélices y sobre los motores con hélices transónicas que aparecían por vez primera en París (1).

Dado que ya describimos estas hélices en un número anterior de esta Revista, remitimos al lector a dicho trabajo, para ahorrarle repeticiones (2).

Sí insistiremos en que no se justifica bien la sorpresa ante las hélices resucitadas.

forzado, al girar, por su resalte helicoidal. Pero esta imagen es falsa, ya que el aire no es un elemento sólido como la madera inmóvil, sino que es repelido por la hélice, la cual —como supieron ver en los tiempos de Leonardo da Vinci mucho más lúcidamente que en los nuestros— tiene más de remo que de tornillo y es, por lo tanto, tan “a reacción” como pudiera serlo el más puro turboventilador.

Esto lo evidenció, aún más, el

(1) En Farnborough, en 1984, ya se exhibió una maqueta del UDF.

(2) Véase el artículo “Retorno al pasado”, en el núm. 534 de “R. de A. y A.”, del mes de junio de 1985.

(3) A nosotros nos parece más correcta gramaticalmente la expresión “a reacción” para designar a estos motores que la expresión “de reacción”, aunque técnicamente, como estamos diciendo, tan desafortunada es la una como la otra.

advenimiento de las hélices transónicas que no son, en suma, sino una solución intermedia. Unos productos engendrados del dominante turbofán y el recesivo turbohélice, en diferentes versiones, más o menos híbridas, como si quisieran adaptarse a las leyes biológicas de Mendel sobre la herencia.

Los ingenieros les dedicaron toda su atención cuando la crisis del petróleo multiplicó por diez el precio del combustible.

Si en los últimos años 40 se impuso el turboreactor fue porque el aumento en consumo de combustible —que entonces costaba cuatro perras— se compensaba con creces por el gran aumento en velocidad.

Lockheed apostó por la hélice y construyó el "Electra", un magnífico avión con cuatro turbohélices de 16.000 HP.

Hace ocho años volamos de Quito a Guayaquil en uno de los pocos ejemplares supervivientes de este avión y todavía nos amarga la tristeza que nos produjo verle dedicado al humilde acarreo, entre esas dos ciudades, de campesinos e indios otavaleños, con cestas de mangos, piñas y gallinas vivas. Y lo malo es que nunca conoció tiempos mejores.

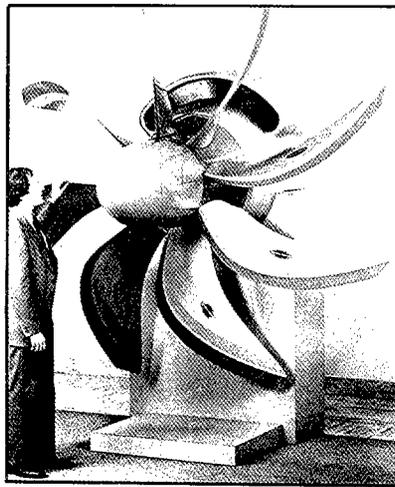
Fue uno más de esa lastimosamente larga lista de aviones, excelentes técnicamente, pero que, por una u otra causa, resultaron un absoluto fracaso comercial. En este caso, porque el Electra no tuvo nada que hacer ante el Comet, el Boeing 707 y el Caravelle.

Sin embargo, al dispararse el precio del combustible se pensó en conseguir un rendimiento aceptable con una hélice transónica que, disminuyendo en tan sólo 100 km/h la velocidad del avión, consiguiera un gran ahorro en el consumo.

La teoría es bien clara al respecto. El rendimiento de la propulsión es igual a

$$\frac{2V_1}{V_1 + V_2}$$

en que V_1 es la velocidad del avión y V_2 la velocidad de los gases eyectados o del aire barrido por la hélice.



La primera en investigar sobre hélices transónicas fue la Hamilton Standard, del grupo United Technologies



El director, por parte de la Lockheed del Programa "Propfan Test Assessment" (PTA) sostiene en su mano la maqueta reducida de una propfan Hamilton Standard



Maqueta del Allison 501-M78 con propfan, en primer plano y la del Gulfstream-II al fondo

Un simple vistazo a esta fórmula nos pone de manifiesto que, cuanto menor sea la diferencia entre V_1 y V_2 mayor será el rendimiento, el cual alcanzaría el 100 por 100 en el caso de que ambas velocidades fueran iguales.

En los primeros turbohélices el rendimiento era paupérrimo, ya que había que acelerar la masa de aire barrida hasta los 1.800 km/h para que el avión volara a 800 km/h, o sea que la energía que se había necesitado para acelerar la masa de aire a 1.000 km/h se disipaba tontamente en la atmósfera.

Fue un gran hallazgo el turbo-reactor a doble flujo debido a que, con la misma energía, se multiplicaba por ocho la cantidad de aire eyectado y se disminuía la velocidad del chorro, con lo que aumentaba el rendimiento al decrecer el denominador de la fórmula.

Pues bien, la hélice no sólo barre unas 50 veces más aire que el turbo-reactor, sino que el exceso de la velocidad de los gases con respecto a la del avión ($V_2 - V_1$) es de tan sólo unas decenas de kilómetros/hora.

Este rendimiento, que es óptimo sobre todo a velocidades transónicas, se incrementa todavía de un 5 a un 8 por 100 utilizando dos hélices contrarrotativas.

Los próximos cinco años nos van a decir si la práctica confirma toda esta teoría.

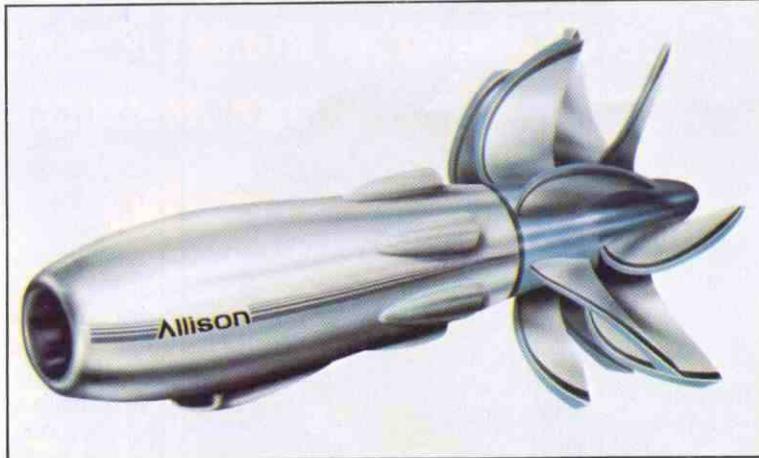
La primera en tratar de averiguarlo fue la Hamilton Standard, cuyos ingenieros convencieron, en 1975, a la NASA sobre la necesidad de investigar en este campo. Pronto sintieron esa misma inquietud la británica Dowty y la francesa Onera, pero la consagración de los motores con hélices transónicas se produjo en el 36.º Salón de París, en el que aparecieron asociados a este Programa empresas de la categoría de Boeing, Lockheed, Douglas, General Electric, Pratt and Whitney, Rolls-Royce y Allison. Insuperable colección de padrinos, aunque su multiplicidad causara problemas a la hora del bautizo.

Se dice que, al ser la Aviación una actividad internacional, debe

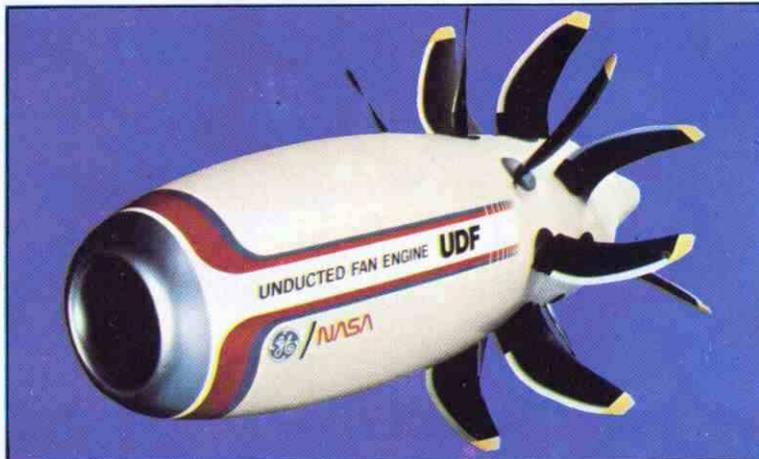
tenderse a utilizar, en todos los países la misma palabra, para cada nuevo concepto. Veamos cómo se ha interpretado esto en el caso que nos ocupa.

Hamilton Standard, que es una empresa de hélices que con los helicópteros Sikorsky y los motores Pratt and Whitney integran el grupo UNITED TECHNOLOGIES, bautizó a su hélice transónica con el nombre de Propfan, yuxtaponiendo los nombres de sus progenitores "fan" y "propoller" a la usanza de muchos criadores de caballos de pura sangre (*). General Electric la denomina "Unducted Fan" (UDF). Pero si se acercaba uno al chalet de la Boeing no oía hablar de propfans ni de "ude-efes", sino de una cosa que sonaba algo así como "yubi-r". Y es que ellos, al propulsor con hélice transónica le llamaron "motor con índice de derivación extremadamente grande", nombre que, en castellano, resulta excesivo a todas luces, incluso para un libretista de zarzuela, pero no así en inglés: "Ultra Bypass Engine", sobre todo habida cuenta de que

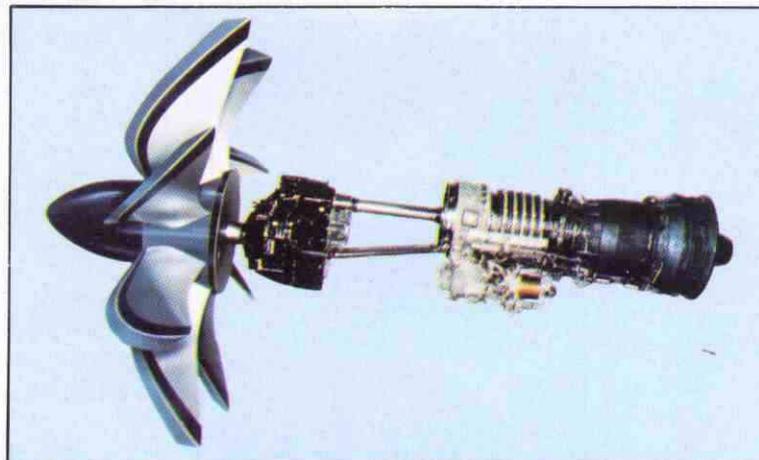
(*) Aún recordamos a aquel precioso potro castaño, hijo de Fillaret y de Marquée, que se llamó Marfil.



La casa Allison presentó en París esta maqueta a escala 1/2 del sistema de propulsión 578, con propfan propulsora de 12 palas, contrarrotativas, que tendrá una potencia de 13.000 H.P. en el árbol. Obsérvese los tubos de escape para los gases de la turbina, por delante de los encastres de las palas de los propfan contrarrotativos, en cuyo interior va la caja de engranajes reductora



El UDF (ventilador descarenado) de General Electric. Fórmula atrevida y elegante, con turbina libre, sin caja de engranajes y la tobera de escape de los gases en la parte posterior de los rotores



Motor Allison tipo 501-M78 de 8.000 H.P. al eje, derivado del T-701, que en noviembre de 1987 va a volar, impulsando una propfan Hamilton Standard. Irá montado en el plano izquierdo de un Grumman, Gulfstream II modificado por la Lockheed. Se exhibió en el stand de la casa Allison en París

siempre le nombraban por su sigla UBE, que correspondía al "yubi-r" que nosotros creíamos percibir. La casa McDonnell-Douglas, por su parte, optó por la denominación "Ultra High Bypass" que, con la de Boeing, parecen más apropiadas para referirse al conjunto del sistema, ya que hacen referencia al motor y a su principal característica y no solamente a la hélice.

En Europa, naturalmente, no iban a dejarse colonizar semánticamente por los yanquis. Los británicos tienen su propio proyecto de hélice transónica, al que llaman "Ultrafan", y los franceses el suyo, al que han bautizado CHARME (Concepto de Hélice para Avión Rápido con Mejor Economía), con lo que se demuestra que puestos a entenderse, los técnicos aeronáuticos del siglo XX no tienen nada que aprender de los técnicos del Génesis, que construían Babel.

Demasiados nombres para un solo ingenio, que apenas sí tiene dos modalidades diferentes. Una con caja de engranajes reductora y la otra sin ella.

Esta última fórmula, que es mas ambiciosa y el tiempo nos dirá si no es también demasiado atrevida, es la del UDF de General Electric, que ha sido, a su vez, el elegido por la Boeing para su UBE, con un F-404 como generador de gas.

De dar resultado este sistema sería el único capaz de propulsar el avión de transporte de 150 plazas y 0,8 de Mach, ya que la caja reductora no se puede construir para más de 15.000 HP de potencia.

La casa Allison, fabricante de turbinas, filial de la General Motors, le dijo a Revista de Aeronáutica en el Salón que ellos habían optado por el camino más seguro, que es el de desarrollar la caja reductora, ya que sólo con ella se consigue el máximo rendimiento del propfan. Ensayaron la turbina libre, pero la desecharon porque no sólo pesa más, sino que consume un 9 por 100 más de potencia y no rinde a menos de 0,6 de Mach.

Allison, que es el fabricante americano con mayor experiencia en cajas de engranaje, está desarrollan-



Un técnico de la General Electric procede al montaje del F-404, que será el generador de gas para el propulsor de hélice transónica UDF. El F-404 tiene 11.340 kg. de empuje

do, en su grupo propulsor 578, una caja reductora para una potencia de 13.000 HP, gracias a un sistema planetario de dobles engranajes helicoidales, con cojinetes de rodillos cónicos, que permite bifur-

car esa potencia en dos de 6.500 HP para los engranajes de cada uno de los rotores.

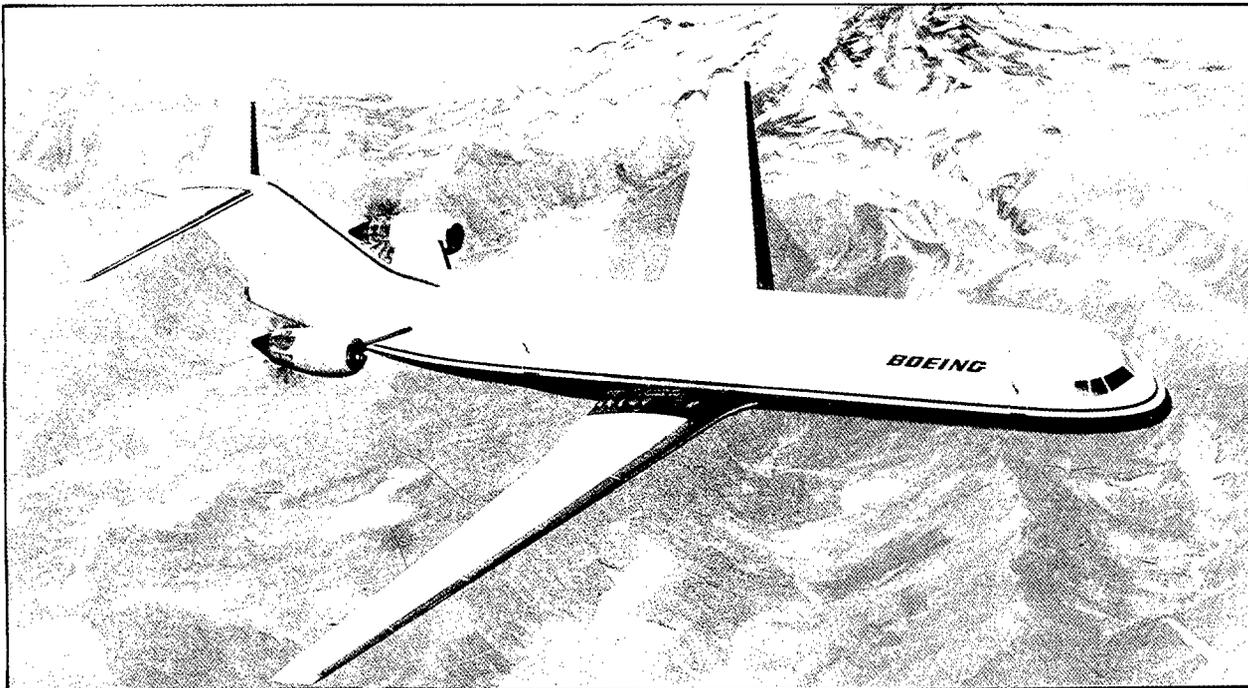
Puestas así las cosas, pensamos que ambas fórmulas pueden perfectamente compartir el mercado. La de Allison con los aviones del tercer nivel y la de Boeing con los aviones de mayor potencia.

Lo que ocurre es que hoy las competencias en la industria aeronáutica más que a batallas dialécticas se asemejan a las guerras a muerte de Indochina. Conviene poner en cuarentena muchos de los asertos que se hicieron en Le Bourget.

Ya Boeing había lanzado una bomba en Londres, previa al Salón, al decir que estaba desarrollando un avión de 150 plazas, para 1992, que iría propulsado por dos "Ultra Bypass Engines" que ahorraría un 50 por 100 en costes directos de operación (DOC) respecto a los aviones actuales. Lo cual —si leemos entre líneas— equivalía a decirles a las Líneas Aéreas: Vosotras veréis si os trae cuenta comprar el Airbus A-320 por no esperar cuatro años.



Avión Gulfstream-II, con hélice propfan tractora en su plano izquierdo, que volará en 1987 de acuerdo con el programa PTA de la NASA dirigido por la Lockheed. La hélice de ocho palas es de Hamilton Standard y el motor 501-M78 es de Allison



En la "Royal Aeronautical Society" de Londres, el vicepresidente de Boeing Commercial anunció, para 1992, un avión de 150 plazas, que podría llevar dos sistemas propulsores de hélices transónicas, que Boeing llama "Ultra Bypass Engines"

Esta fue, posiblemente, la causa principal de tanto blandir botafumeiros por parte de los apologistas del propfan en Le Bourget.

La realidad es que los intereses están muy entremezclados. Es cierto que el día 30 de mayo, en el Salón, la casa francesa SNECMA firmó un acuerdo con la General Electric para participar, con un 35 por 100, en el desarrollo del UDF, pero también es cierto que, en la actualidad, hay dos turborreactores clásicos, en fase de desarrollo, que aspiran a propulsar el Airbus A-320. Uno de ellos es el CFM 56-5, de General Electric y

SNECMA, y el otro el V-2500, del consorcio IAE, formado por Pratt and Whitney, Rolls-Royce, Fiat, MTU y tres compañías japonesas. Coteje el lector los nombres y responda: ¿Van a hacerse ellos mismos la competencia, con los propfan, para que estos magníficos aturbo-reactores de doble flujo, en vías de desarrollo, vayan, junto con el A-320, directamente al depósito de chatarra?

No parece lógico. Los próximos Salones de París nos mostrarán los progresos de las hélices transónicas, que no es de prever que propulsen

aviones intercontinentales ni de más de 150 plazas y, posiblemente, ningún otro antes de los próximos diez años.

Dos cosas tenemos claras.

La primera es que nunca veremos que el A-320 transporte gallinas por las rutas domésticas ecuatorianas, a la vera del Cotopaxi.

La segunda es que nos hemos alargado más de la cuenta con esto de las hélices y habrá que esperar una nueva oportunidad para glosar otros aspectos de esa fuente inagotable de comentarios que es el Salón de París. ■

Efemérides aeronáuticas

ABRIL. El día 9 de este mes de 1926, a propuesta del Consejo de Ministros, firmaba don Alfonso XIII el Real Decreto por el que se creaba la Medalla Aérea "para que sirviese de recompensa ejemplar e inmediata de los hechos muy notorios, arriesgados y distinguidos, realizados precisamente en el aire".

Únicamente treinta y ocho han sido las Medallas Aéreas concedidas desde su creación, y de ellas, nueve lo fueron a título póstumo; esta parquedad en la concesión da idea del alto valor de esta recompensa para méritos adquiridos en tiempo de paz.

Además de a aviadores militares, han sido concedidas Medallas Aéreas a cuatro oficiales de la Armada y a tres pilotos civiles.

LARUS BARBATUS

La Aeronáutica Militare italiana

EDUARDO ZAMARRIPA
MARTINEZ,

Comandante de Aviación

UN LARGO RECORRIDO

No se puede comprender el presente sin atender a las razones de la Historia. Este principio puede ser aplicado a la Aeronáutica Militar Italiana en la que una larga tradición y una constante dedicación al perfeccionamiento de sus fuerzas aéreas son las razones que explican la organización actual, el volumen de su fuerza, y el peso específico de su participación en la defensa de su país.

Los orígenes de la Aeronáutica Militar Italiana se remontan al año 1884 en que se creó, con sede en Roma, el "Servicio Aeronáutico" del 3.^{er} Regimiento de Ingenieros, dotándole de globos aerostáticos. Tres años más tarde estos globos ya participaron en la Campaña de Eritrea. Con el nuevo siglo llega el avión y en 1911 el Ejército Italiano comenzó a adquirir algunos modelos franceses y otros, Caproni, de fabricación nacional. En la Campaña de Libia de 1911-1912 la aviación realizaba sus primeras misiones bélicas; Italia, junto con España en la guerra de Marruecos, abría el camino de la utilización militar del avión.

Al comienzo de la 1.^a Guerra Mundial, el Ejército Italiano dispone de 58 aviones de modelos antiguos y 3 dirigibles. Encuadrados en la Marina se encuentran 15 hidroaviones y 2 dirigibles más. Ciento cincuenta pilotos son los pioneros que tripularán estas nuevas máquinas y





que instruirán a las futuras generaciones.

La guerra sigue su curso y, una vez comprobadas las aplicaciones bélicas de la aviación, Italia acomete un ambicioso programa de construcciones desde el año 1916. En total se produjeron 11.886 aviones durante el conflicto, buen número de ellos contruidos por empresas que serían más tarde mundialmente famosas: Caproni, FIAT, Macchi, SIAI y Ansaldo.

Dos acciones son buen botón de muestra de la actividad aeronáutica italiana en este período: la batalla del Piave, donde sobresalió el as de la aviación Francesco Baracca (34

esta última que nos habla del riesgo del vuelo en aquella época.

El desarrollo de las doctrinas de empleo de la aviación y el progreso técnico experimentado por el material de vuelo crearon las condiciones que llevaron a la creación en 1923 de la "Reggia Aeronáutica" como una fuerza independiente del Ejército y la Marina. En 1925 contaba ya con su propio ministerio.

El período de entreguerras no es una etapa de inactividad. Es la época en la que tanto la aviación civil como la militar se empeña en romper barreras y en demostrar que el mundo es pequeño... si la unidad para medirlo es el avión.



La tripulación de un Tornado se introduce en su avión. La Aeronáutica Militar Italiana recibirá hasta un total de 100 Tornados

victorias) y el raid sobre Viena de una escuadrilla de aviones SV mandada por Gabriele d'Annunzio.

La Aeronáutica Militar Italiana termina la guerra con 1.104 aviones y 2.000 pilotos. La otra cara de la moneda fue el precio a pagar por los 643 aviones enemigos derribados en combate: 1.109 bajas en las zonas de operaciones y ¡765 en las escuelas de adiestramiento!, cifra

La Aeronáutica Militar Italiana no es ajena a este esfuerzo; el vuelo sin escalas de Ferrarin y Del Prete en un SIAI-S64 desde Italia a Brasil en 1928 y los cruceros del Atlántico Sur (1931) y de Norteamérica (1933) de la escuadrilla de Italo Balbo con sus hidros S-55 son buenas muestras de ello.

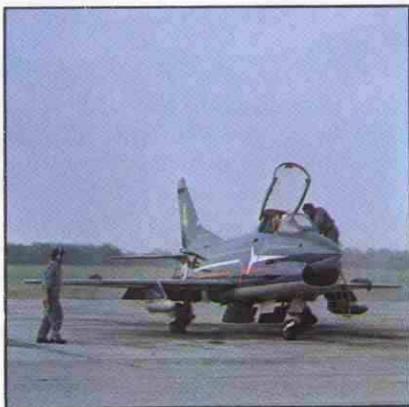
El afán de llegar más alto y más rápido queda satisfecho con los records de velocidad, logrado en 1934 por Agello a 709 Km/h sobre hidro MC-72, y de altura, obtenido en 1938 por Pezzi sobre Ca-161 alcanzando 17.083 metros.

Una pareja de F-104S pertenecientes al Grupo 51, de la Base Aérea de Istrana, sobrevolando los Alpes

En el año 1939, de los 84 records mundiales homologados, la Reggia Aeronáutica detentaba 33. Como siempre, un precio: eran ya 1.883 hombres los que habían pagado con sus vidas, en accidentes no atribuibles a la guerra, la descollante posición de la Aeronáutica Militar Italiana en el mundo de la aviación.

El 10 de junio de 1940 Italia entra en la Segunda Guerra Mundial y sus fuerzas aéreas de nuevo se sumergen en una actividad bélica intensa y permanente. Tres años más tarde, en la fecha del armisticio, y después de que la industria de guerra hubiera producido 11.500 aviones! , sólo quedaban 200 de ellos en primera línea. La Aeronáutica había perdido 12.748 hombres, de ellos 3.035 pilotos.

Al acabar la contienda las fuerzas aéreas italianas se reorganizan paula-



G-91, avión que equipaba la patrulla acrobática "Frecce Tricolori", hasta su sustitución por el MB339

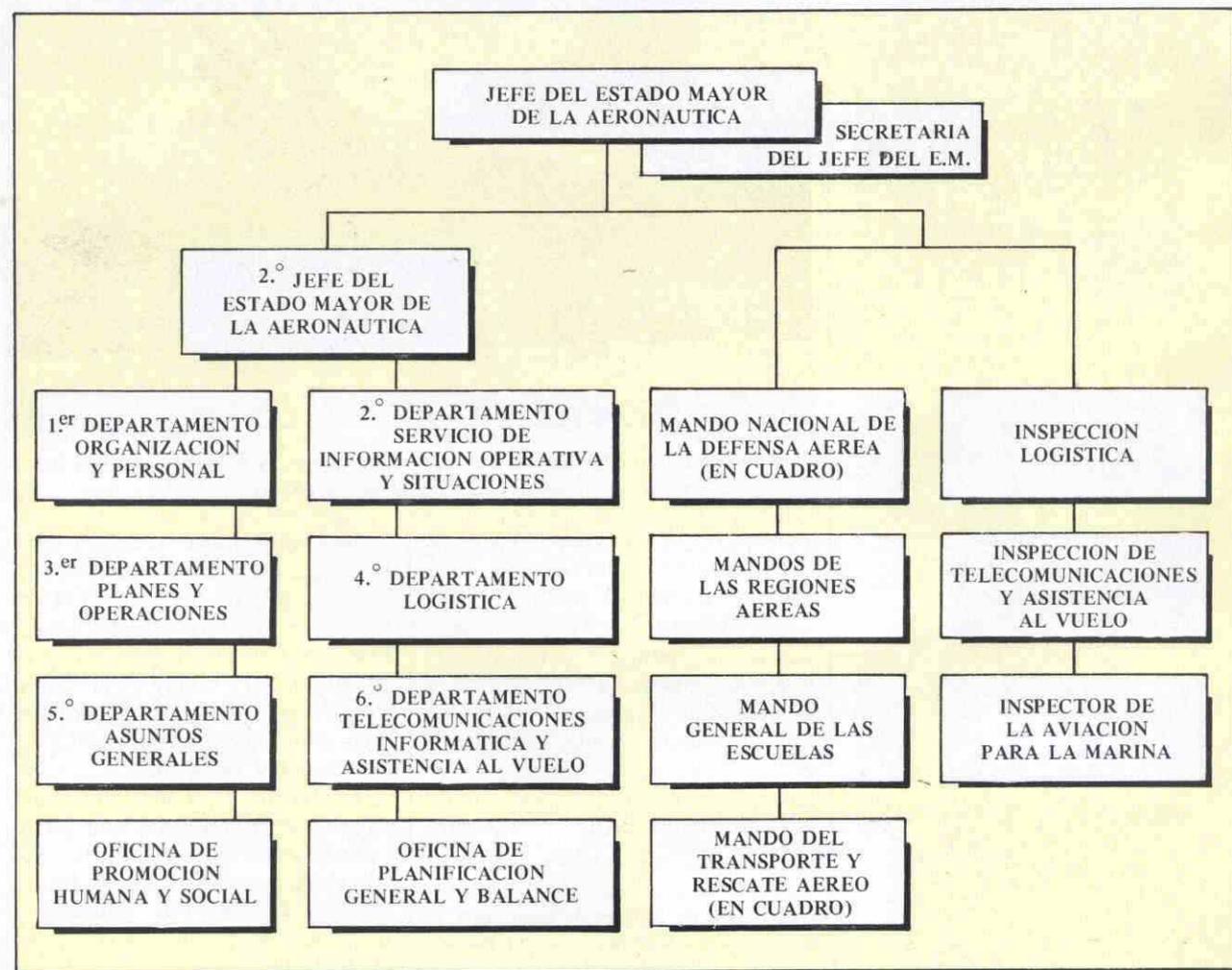
tinamente superando las graves dificultades económicas del momento. Inicialmente reciben material estadounidense (Mustang, F-84 y F-104G principalmente), pero una vez más

la industria aeronáutica italiana responde adecuadamente y suministra productos propios (Fiat y Aeritalia G-91) o fruto de colaboración con países amigos (Aeritalia F-104S y Tornado), que se encuentran actualmente en servicio.

En resumen, una gran tradición aeronáutica, muchos y buenos aviones, intensa participación en combate, y un gran número de hombres que perdieron sus vidas cumpliendo su deber. En total, una antorcha de categoría que es clave para entender la actual y la futura Aeronáutica Militar Italiana.

LA FUERZA AEREA

Durante los años 70 y hasta hoy en día, el avión que ha sido la espina vertebral de la Aeronáutica Militar Italiana ha sido el F-104S. Este mo-



delo fue desarrollado a partir del proyecto Lockheed CL-901 (a su vez derivado del F-104G) y producido por la firma nacional Aeritalia. La Aeronáutica Militar adquirió 205 ejemplares. Respecto a su predecesor, las mejoras más interesantes del F-104S son las de su radar, capaz de operar a modo aire-aire y aire-tierra, y su capacidad de lanzar misiles sparrow, estando actualmente previsto realizar en ellos las modificacio-

cado a misiones de interdicción y ataque, situado en Gioia del Colle, que ha visto sustituido su material por el Tornado.

En caso de necesidad, se agregaría a la misión de defensa aérea un escuadrón de conversión operacional situado en Grosseto y dotado de TF-104G. A este escuadrón acuden actualmente los pilotos que después de pasar por la Escuela de Vuelo Básico avanzado de Amendola son

aún de un último escuadrón de F-104S destinado a misiones de ataque, localizado en Rimini. No es arriesgado predecir que sus aviones pasarán a formar un nuevo escuadrón de la defensa aérea cuando nuevos aviones más aptos para el ataque a tierra (AMX o Tornado) lleguen a sustituirlos.

El F-104G, de los que se recibieron hasta un total de 125 aviones, formó en su día el núcleo de la Aeronáutica Militar, pero hoy se mantiene únicamente (con la excepción del 20 escuadrón de conversión operacional en Grosseto ya mencionado) en dos escuadrones de reconocimiento fotográfico en Verona-Villafranca.

Actualmente están entrando en su fase operativa los nuevos aviones Tornado, de los que Italia ha adquirido un centenar. Doce de ellos tienen capacidad de doble mando aunque conservando toda su capacidad operativa. La primera unidad que recibió este material fue el 154 escuadrón con base en Ghedi. En estas fechas la incorporación de los nuevos aviones debe estar en vías de completar tres escuadrones.

Todos los Tornados italianos son de la versión IDS (ataque e interdicción) y este material proporciona a la Aeronáutica Militar una mejora radical de su capacidad ofensiva, tanto por la mayor posibilidad de supervivencia del avión en los ataques como por los nuevos tipos de armamento aire-tierra que pueden ser lanzados y por el radio de acción de los ataques, que se ven sustancialmente aumentados. Las fuerzas aéreas italianas colaboran además con tripulaciones y aviones en el programa de entrenamiento trinacional en este tipo de avión que se desarrolla en Cottesmore (Gran Bretaña), donde acuden todos los futuros pilotos italianos de Tornado.

Además de los aviones ya citados que constituyen el mayor exponente de la defensa y del ataque, la Aeronáutica Militar dispone de dos escuadrones de G-91Y, birreactor construido por Aeritalia en número de 65 ejemplares, con misiones de ataque a tierra. Estos escuadrones están situados en las bases aéreas de



La exhibición de la Patrulla Aeronáutica Militar. El velero que aparece en primer término pertenece al Centro de Vuelo a Vela Militar establecido en la Base de Guidonia

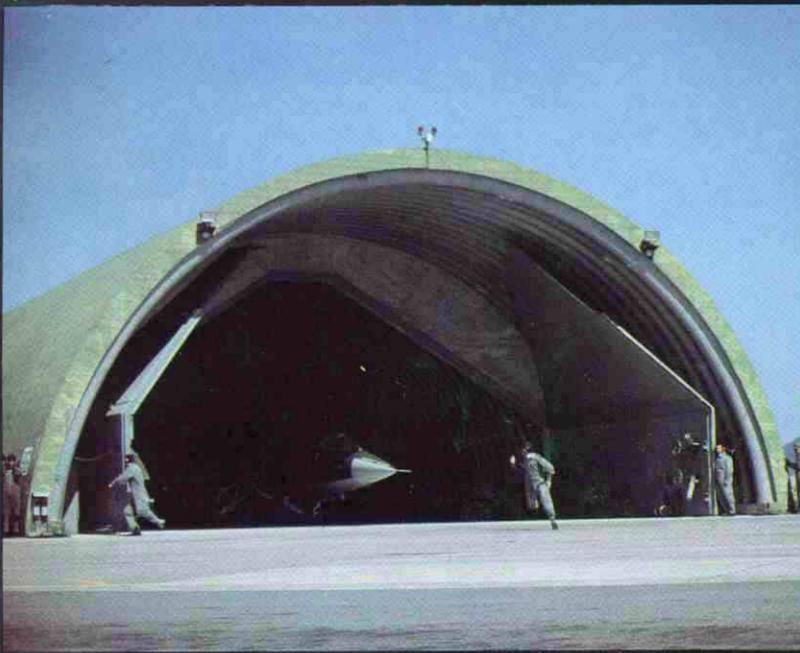
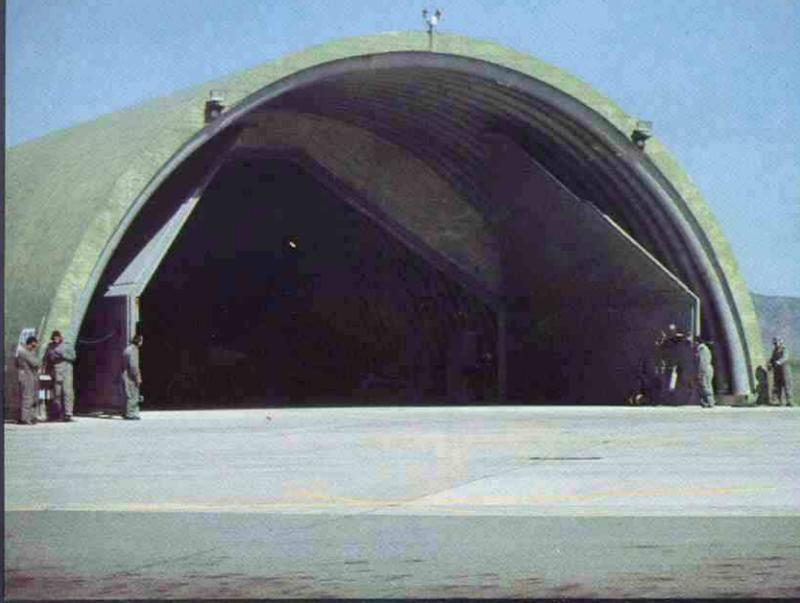
nes necesarias para poder emplear el misil italiano Aspide, de guía semiactiva, y muy probablemente el Sidewinder AIM-9L.

Si exceptuamos a los misiles tierra-aire, la defensa aérea italiana está basada en el F-104S de los que dispone un total de siete escuadrones, el último de los cuales se ha formado en Trapani con aviones procedentes de un escuadrón dedi-

destinados a unidades de F-104S o F-104G.

La defensa antiaérea a alta cota está en manos de la Aeronáutica Militar, que para este cometido cuenta con los efectivos de la 1.^a Aerobrigada que con centro en PADUA se extiende por toda el área vecina y dispone de ocho escuadrones de lanzadores Nike Hércules.

La Aeronáutica Militar dispone



Cervia y Brindisi, quedando además algún ejemplar suelto en el Departamento Experimental de Vuelo de Pratica di Mare.

Un poco más antiguo, el FIAT G-91R todavía presta sus servicios en dos escuadrones en la base aérea de Treviso dedicándose a la cooperación con el Ejército y la Armada. Estos dos escuadrones serán probablemente los dos primeros que verán sustituidos sus aviones por el AMX.

En Amendola, en la Escuela de Vuelo Básico Avanzado de Aviones a Reacción se encuentran dos escuadrones de FIAT G-91T, de los cuales uno, el 201, compagina las misiones de enseñanza con las de cooperación.

Un avión de reciente incorporación a la Aeronáutica Militar es el MB-339, ligero pero moderno y maniobrable. Este modelo, con una capacidad máxima de armamento de 1.815 Kgr., es apto para el apoyo a tierra. Inicialmente el MB 339 se incorporó a la Escuela de Vuelo Básico Inicial de Aviones a Reacción de Lecce en 1982. La Aeronáutica Militar encargó 100 de estos aviones, pero después redujo el pedido a 80 unidades. En la Escuela de Lecce cada alumno realiza unas 150 horas de vuelo en este material antes de pasar a la Escuela de Amendola para conseguir el título de piloto militar en el Fiat G-91T. Posteriormente el MB-339 se desplegó también en Pratica di Mare, donde está situado el 71 escuadrón.

La aviación de transporte cuenta básicamente con tres escuadrones, uno de ellos con Hércules C-130 y dos de Aeritalia G-222, todos ellos en Pisa. Del transporte de personalidades se encarga el Ala núm. 31 que opera desde Ciampino con DC-9 (dos aviones), PD-808 y helicópteros SH-3D y AB-204. Recientemente se han pedido en firme dos Falcon 50 y un Gulfstream III para permitir una mayor flexibilidad en los viajes de los miembros del gobierno.

Los efectivos de lucha antisubmarina se reducen a un escuadrón de Breguet Atlantic con base en Catania (Cerdeña), que opera en todo el área central mediterránea en estrecha colaboración con la Armada. La

guerra electrónica, capítulo siempre misterioso en toda Fuerza Aérea, está a cargo principalmente de los efectivos del 8.º escuadrón asentado en Pratica di Mare que está dotado de G-222 SV y de PD-808.

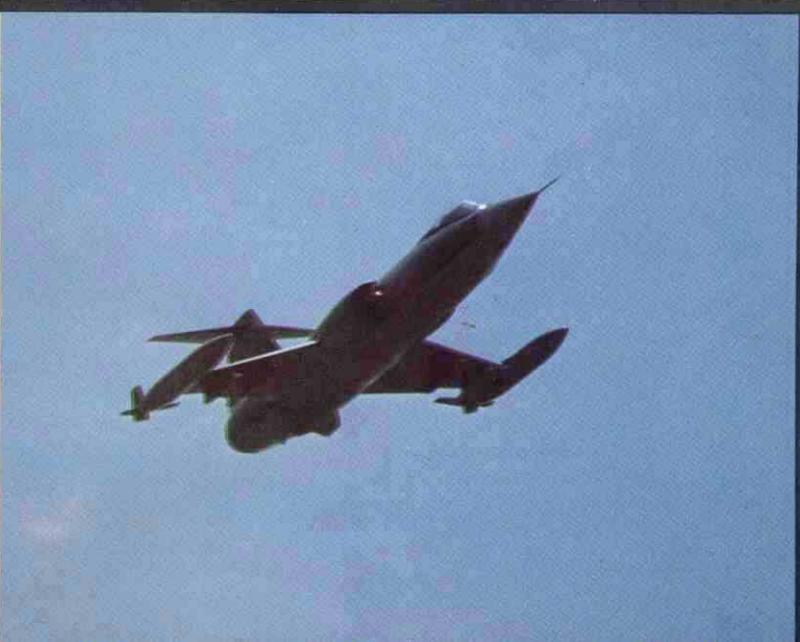
En Elica, Latina, se encuentra la Escuela de Vuelo Básico Inicial, donde el material aéreo es el SF 260 del que se encargaron 45 unidades, todas ellas para la escuela, en sustitución del Piaggio P-148. Según el programa de adiestramiento los alumnos vuelan allí un total de 60 horas de vuelo antes de pasar a LECCE a volar el MB-339 A.

ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO

La organización, dirección, coordinación y control de las actividades operativas encomendadas a la Aeronáutica Militar Italiana corresponden al Jefe del Estado Mayor de la Aeronáutica, que actúa de acuerdo con las directrices de carácter técnico-militar fijadas por el Ministro de Defensa, y apoyado en su Estado Mayor.

Este, bajo el mando directo del 2.º Jefe del Estado Mayor de la Aeronáutica, está compuesto por seis departamentos y dos oficinas, cuyo detalle puede comprobarse en el gráfico. Bajo la dependencia del 3.º departamento, Planes y Operaciones, se encuentran dos órganos que tienen por misión el mando y control operativos de los efectivos de la Aeronáutica Militar. Uno de ellos es el COP (Centro Operativo de Paz), que asegura las funciones citadas en tiempo de paz y situaciones de emergencia. El otro es el COFA, Centro Operativo de la Fuerza Aérea (aunque según otras informaciones recibe el nombre de COSMA, Centro Operativo del Estado Mayor de la Aeronáutica). Este Centro Operativo, protegido contra ataques aéreos y cuyo emplazamiento se sitúa en el área de Roma, se encarga

Secuencia en una base cualquiera: En menos de cinco minutos un F-104S despegó en Scramble. Nótese el diferente diseño de las puertas de los refugios con respecto a la fotografía de la página anterior



del control de las fuerzas aéreas en tiempo de guerra y durante los grandes ejercicios, ya sean de índole nacional italiana o en el marco de la OTAN. Este centro de reciente acondicionamiento y puesta en servicio se encuentra todavía al parecer en "fase de rodaje".

La organización de la Aeronáutica Militar Italiana puede considerarse básicamente dividida actualmente en una estructura centralizada y otra de carácter periférico o territorial que se reparte geográficamente la nación y el espacio aéreo a su cargo.

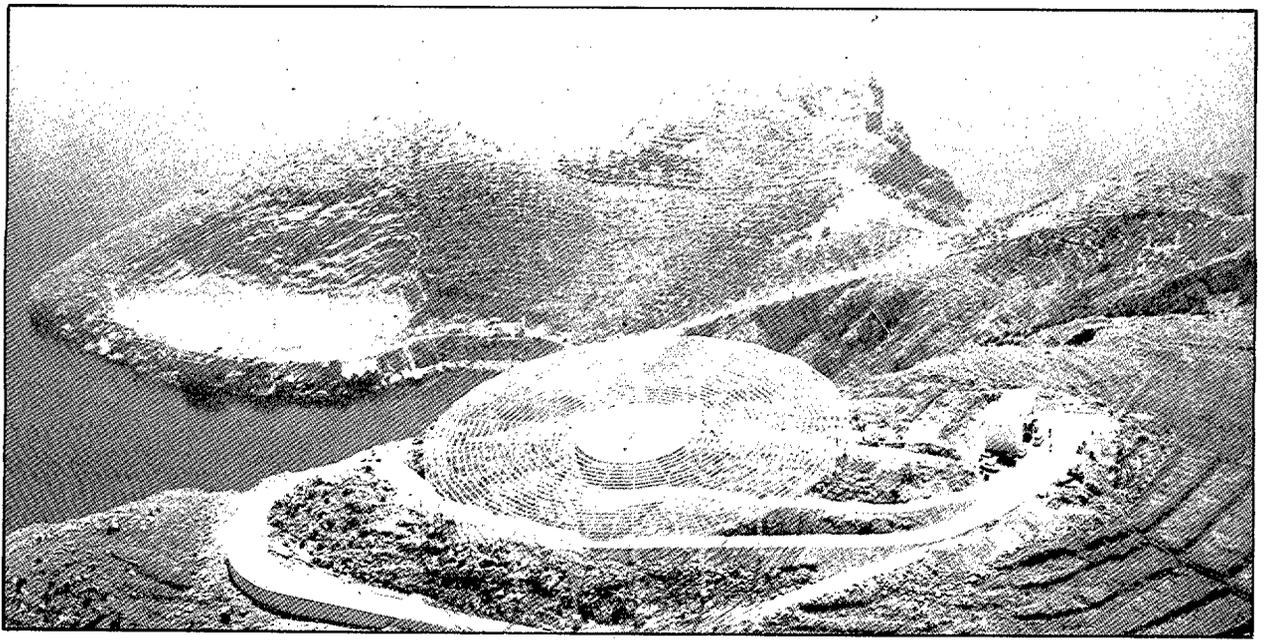
En la estructura centralizada, caracterizada por recoger funcionalmente los aspectos organizativos y operacionales de la Aeronáutica Militar, se encuentran además del Estado Mayor de la Aeronáutica los siguientes organismos: el Mando General de las Escuelas, la Inspección de las Comunicaciones y Ayudas al Vuelo, la Inspección Logística, y el Inspector de la Aeronáutica para la Marina, que depende simultáneamente del Jefe del Estado Mayor de la Marina.

La estructura de carácter territorial o periférica la componen las tres jefaturas de las Regiones Aéreas que tienen su sede en Milán, Roma y Bari. Bajo estos Mandos se encuentran en tiempo de paz las unidades de vuelo y de misiles (excepto las encargadas de la defensa aérea en su aspecto operativo), los centros radar, los mandos de las circunscripciones territoriales, los mandos de los aeropuertos, los destacamentos y los centros de adiestramiento, logístico administrativos, sanitarios, y de comunicaciones ubicados en sus áreas de jurisdicción territorial para el apoyo y sostén de las fuerzas operativas.

Actualmente, las Jefaturas de las Regiones Aéreas tienen plena autoridad en materia de preparación para la guerra aérea de su territorio, sus unidades aéreas y su personal y servicios. También controlan y dirigen la instrucción y el empleo de las

Una formación de MB339 perteneciente a la Escuela de Vuelo Básico Inicial de Aviones a Reacción de Lecce volando en la costa sur de Italia





Instalación VOR en Punta Campanella



Controladores en la Torre de Control de Brindisi, base donde está desplegada el Ala núm. 32, dotada con Fiat G-91Y

fuerzas aéreas nacionales desplegadas en el territorio de su jurisdicción, con las limitaciones derivadas de los compromisos adquiridos por el Gobierno Italiano con la Alianza Atlántica y de la actividad centralizada en caso de guerra desde el Centro Operativo de la Fuerza Aérea.

Las Jefaturas de las Regiones Aéreas llevan a cabo su actividad sirviéndose de un Estado Mayor en cada una de ellas, estructurado en cinco secciones: Organización y Personal, Información Operativa y Seguridad, Operaciones y Adiestramiento,

Material y Servicios, y Seguridad de Vuelo.

Los vientos que corren no son favorables para la actual organización, y concretamente para las Regiones Aéreas tal y como están concebidas hoy en día; de las entrevistas realizadas para la confección de este reportaje se deduce la probabilidad de ciertos cambios de envergadura que, por pertenecer al futuro y por tanto en cierta manera al terreno de la conjetura, se verán más adelante. Sirva de anticipo el que al observar el organigrama de la organi-

zación de la Aeronáutica, que ha sido tomado del Libro Blanco de la Defensa de 1985, pueden verse dos organismos de los que todavía no se ha hablado por estar actualmente en cuadro y sus funciones absorbidas por el Centro Operativo del Estado Mayor de la Aeronáutica: el Mando Nacional de la Defensa Aérea y el Mando de Transporte y Rescate Aéreo. Volveremos sobre ellos.

¿Cómo funciona toda esta estructura? ¿Cómo compagina la Aeronáutica Militar Italiana sus responsabilidades a nivel nacional con su compromiso de participar dentro del mando integrado de la OTAN en la defensa de occidente?

La participación italiana en la Alianza Atlántica incide en todos los aspectos de la Aeronáutica Italiana, y por su supuesto en su organización y modo de operar. El Libro Blanco de la Defensa de 1985 concreta textualmente que "Italia debe poseer un sistema de defensa aérea que desempeñe normalmente una función disuasiva y que, en caso de que ésta fallase, pueda intervenir rápida y eficazmente según una lógica que coincide con la doctrina estratégica de la OTAN.

La defensa aérea en Italia está delegada desde el tiempo de paz a la responsabilidad de la cadena de mando de la OTAN. El Comandante

**JEFE DEL
ESTADO MAYOR**

**MANDO 1.^a
REGION AEREA
(Milán)**

- 1.^a AEROBRIGADA (Padua) 8 Escuadrones de NIKE HERCULES
- ALA núm. 2 (Treviso) 14 Escuadrón de FIAT G-91 R
103 Escuadrón de FIAT G-91 R
- ALA núm. 3 (Villafranca) 28 Escuadrón de RF-104 G
132 Escuadrón de RF-104 G
- ALA núm. 5 (Rimini) 23 Escuadrón de F-104 S
102 Escuadrón de F-104 S
- ALA núm. 6 (Ghedi) 154 Escuadrón de TORNADO
- ALA núm. 8 (Cervia) 101 Escuadrón de G-91 Y
- ALA núm. 51 (Istrana) 22 Escuadrón de F-104 S
155 Escuadrón de TORNADO
- ALA núm. 53 (Cameri) 21 Escuadrón de F-104 S
- 313 ESCUADRON (Rivolto) PATRULLA ACROBATICA NACIONAL
MB-339

**MANDO 2.^a
REGION AEREA
(Roma)**

- ALA núm. 4 (Grosseto) 9 Escuadrón de F-104 S
20 Escuadrón de TF-104 G
- ALA núm. 9 (Grazzanise) 10 Escuadrón de F-104 S
- ALA núm. 14 (Pratica di Mare) 8 Escuadrón de G-222 y PD-808
71 Escuadrón de MB-339
- ALA núm. 15 (Ciampino) 85 Escuadrón de HH-3F
- ALA núm. 30 (Elmas) ESCUADRON BREGUET ATLANTIC
BR 1150
- ALA núm. 31 (Ciampino) SH-3D, AB-204, DC-9, PD-808
- 46 AEROBRIGADA Escuadrón C-130
Escuadrón G-222
Escuadrón G-222
- DEPARTAMENTO DE ENSAYOS EN VUELO (Pratica di Mare) Aviones diversos
- RSSTA (Decimomannu) AB-212
- 303 ESCUADRON (Guidonia) P-166 y P-166/APM

**MANDO 3.^a
REGION AEREA
(Bari)**

- ALA núm. 32 (Brindisi) 13 Escuadrón de G-91 Y
- ALA núm. 36 (Gioia del Colle) 12 Escuadrón de F-104 S
156 Escuadrón de TORNADO
- ALA núm. 41 (Catania) ESCUADRON DE BREGUET ATLANTIC
BR 1150
- ALA núm. 37 (Trapani) 18 Escuadrón de F-104 S

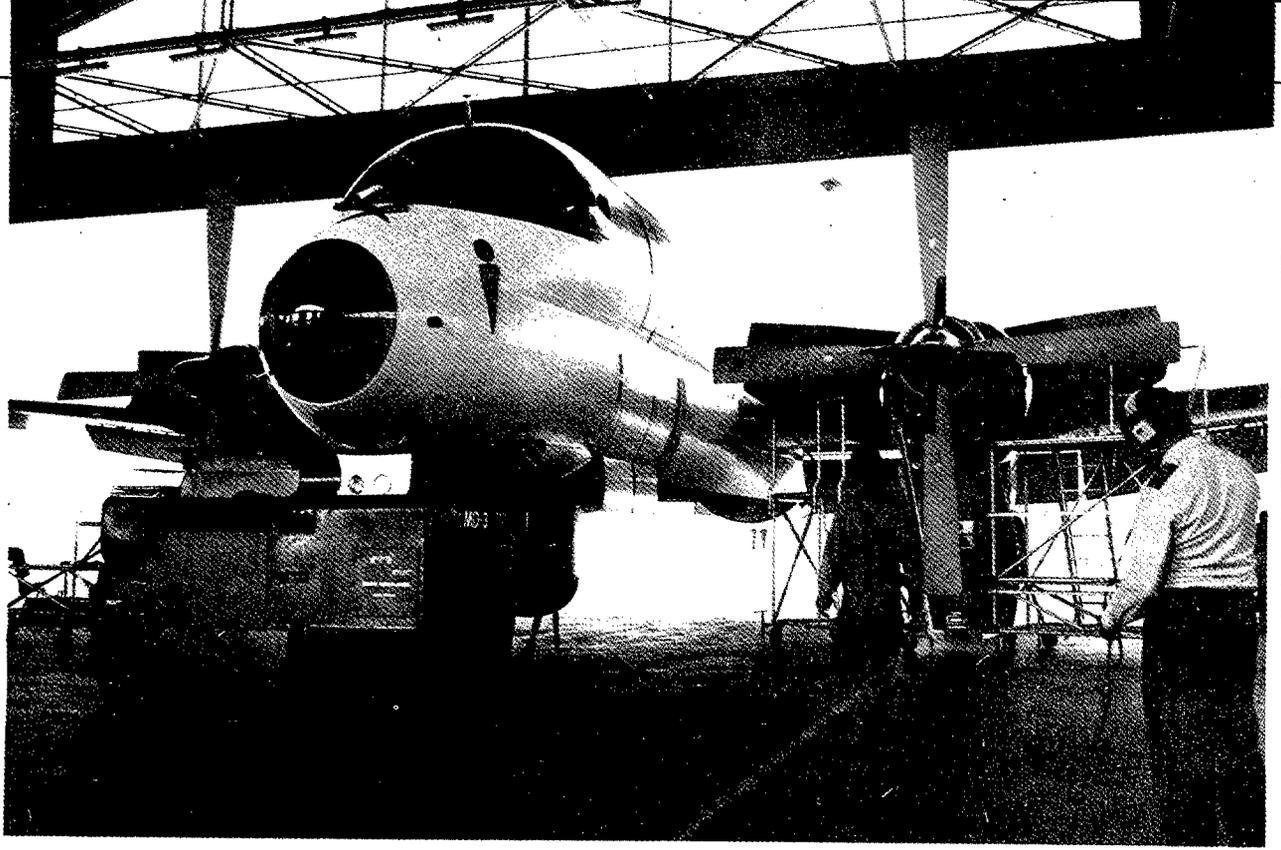
**MANDO DE
ESCUELAS DE
VUELO
(Guidonia)**

- ESCUELA VUELO BASICA AVIONES HELICE (Latina) 207 Escuadrón de SF 260
- ESCUELA VUELO BASICA INICIAL AVIONES A REACCION (Lecce) 212 Escuadrón de MB-339
213 Escuadrón de MB-339
- ESCUELA VUELO BASICA AVANZADA AVIONES A REACCION (Amendola) 201 Escuadrón de FIAT G-91 T
204 Escuadrón de FIAT G-91 T
- ESCUELA VUELO HELICOPTEROS ESCUADRON AB-47-G2

AREAS DE JURISDICCION OPERATIVA Y TERRITORIALES DE LA AERONAUTICA MILITAR



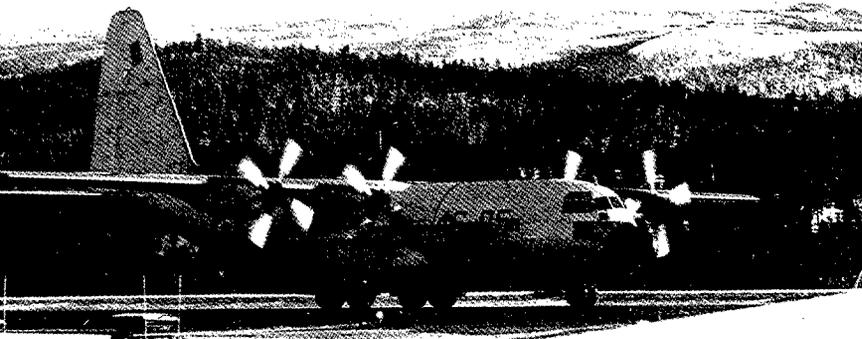
- BASE AEREA
- JEFATURA DE MANDO DE REGION AEREA
- ▼ ROC. MANDO OPERATIVO DE REGION
- - - LIMITE REGION AEREA
- ▬ LIMITE DE RESPONSABILIDAD DE ROC
- JEFATURA DE COMAIRSOUTH
- JEFATURA DE LA 5º ATAF



Operaciones de Mantenimiento sobre un Breguet Atlantic del Ala núm. 41 antisubmarina de la Base de Catania



DC-9 perteneciente al Ala núm. 31, con base en Ciampino



de la región sur de la Alianza (CINCSOUTH), con sede en Nápoles, ejerce el mando de todas las fuerzas aéreas de la región a través de un mando subordinado, COMAIRSOUTH, ostentado por un general de la Fuerza Aérea norteamericana con sede igualmente en Nápoles, que a su vez delega el control operativo del espacio aéreo italiano en el Comandante de la 5.^a Fuerza Aérea Táctica Aliada, un general italiano, con sede en Vicenza. Este último indica los objetivos y fija el reparto de medios y esfuerzos aéreos que deben dedicarse a cada tipo de misión.

Para la conducción de la batalla aérea existen dos Centros Operativos Regionales (ROC's) situados en Montevenda (Padua) y Marina Franca (Taranto), en la Primera y Tercera Región Aérea, respectivamente. Estos centros, que están protegidos contra ataques aéreos, reciben la información de la red de vigilancia radar, y se reparten la conducción de

Hércules C-130H de la 46 Aerobrigada (Pisa). Esta Aerobrigada se compone de 10 de estos aviones y de 32 G-222, de fabricación nacional italiana

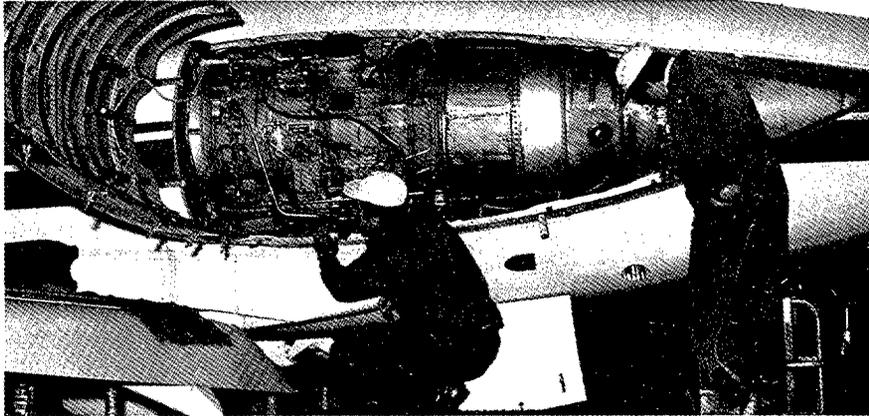


Puede observarse el morro de estos Fiat G-91Y, con base en Brindisi, apto para alojar cámaras de reconocimiento fotográfico

la batalla aérea en todo el área de responsabilidad nacional. Ambos ROC's están unidos entre sí por la infraestructura electrónica necesaria para permitir la conducción global de todas las operaciones desde uno sólo de ellos, caso de que el otro sea puesto fuera de combate.

En tiempo de paz estos Centros Operativos Regionales sirven, dentro del sistema NADGE de la OTAN, para la conducción de los medios aéreos asignados al Mando Integrado (los escuadrones de F-104S), mientras que paralelamente se mantienen bajo la cadena de mando nacional para la conducción del resto de las fuerzas aéreas italianas en su instrucción y ejercicios.

En caso de guerra generalizada el resto de las fuerzas aéreas de combate que actualmente no están asignadas a la OTAN se agregarían al Mando Integrado y desaparecería la dualidad actual de organización y funcionamiento. La única excepción serían las fuerzas aéreas de transpor-



Trabajos de mantenimiento en los motores de un PD-808



Un antiguo MB-326 de la Escuela de Lecce, que actualmente está equipada con MB-339



Aeritalia G-222, avión que equipa parcialmente la 46 Aerobrigada de transporte y que tiene una capacidad de carga máxima de 9.000 kg

te y las de rescate, que quedarían bajo el control nacional.

En caso de conflicto que involucre solamente a las fuerzas armadas italianas, el mando de la fuerza aérea recae en el Jefe del Estado Mayor de la Aeronáutica que, desde el Centro Operativo de la Fuerza Aérea, utilizaría la misma estructura de mando y control que en tiempo de paz se comparte con la OTAN.

EL FUTURO

Si bien es cierto que una fuerza aérea vive su presente con toda in-

tensidad al ser el principal elemento de disuasión de una nación, no lo es menos que para desempeñar dignamente ese papel debe tener su mirada y su planeamiento muchos años por delante. El progreso tecnológico en el campo aeronáutico deja obsoletos a una velocidad vertiginosa a los aviones, el armamento y los sistemas de detección. Aquí es más cierto que nunca el "renovarse o morir".

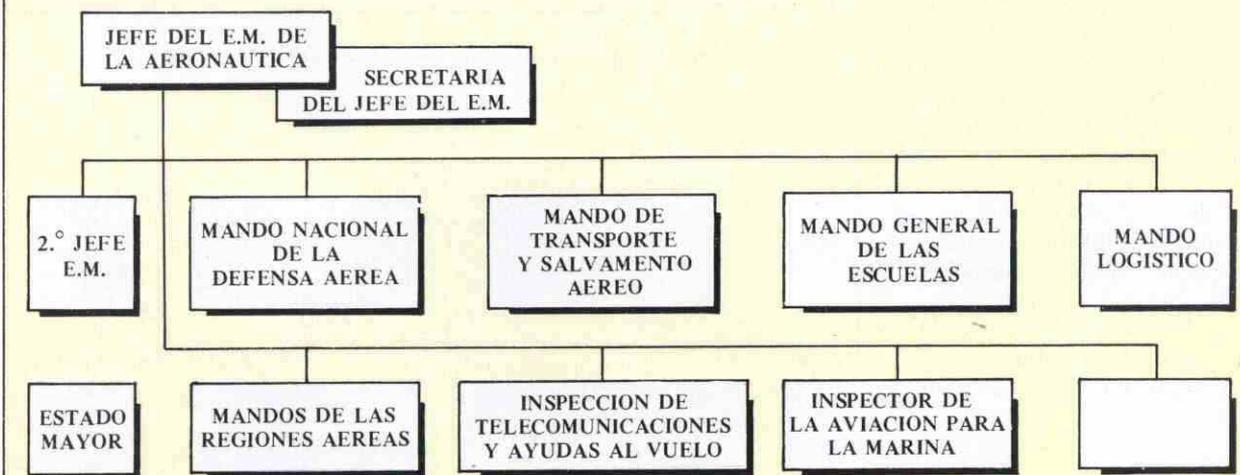
El Jefe del Estado Mayor de la Aeronáutica, General Basilio Cottone, se ha expresado con claridad en numerosas ocasiones sobre los pla-

nes futuros de la Aeronáutica Militar. Completando sus declaraciones con las opiniones de otros oficiales italianos, la visión prospectiva es la siguiente:

Todos los F-104S sufrirán las transformaciones necesarias para poder lanzar los misiles aire-aire Aspide y Sidewinder L, y para prolongar su vida activa hasta la segunda mitad del próximo decenio en que serán sustituidos por el futuro avión europeo de combate (EFA).

Italia participa en este programa junto con Alemania, Gran Bretaña, España y al parecer también con

POSIBLE ORGANIZACION FUTURA





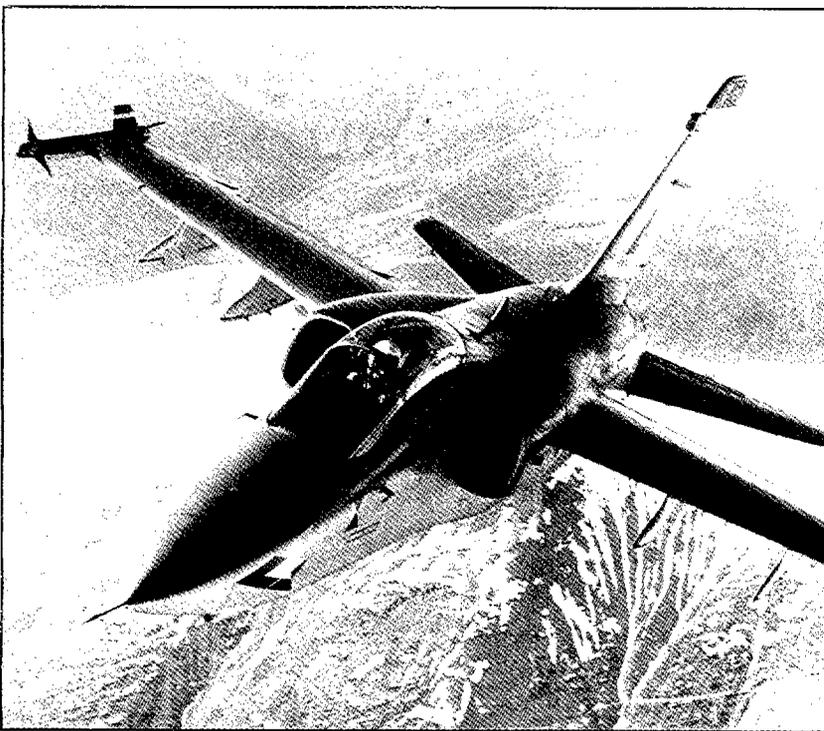
Sobrevolando el Coliseo de Roma, un helicóptero HH-3F, que equipa el Servicio de Salvamento italiano, agrupado administrativamente en Ciampino

Francia; inicialmente tiene previsto adquirir 165 aviones.

El avión AMX, que comenzará a ser recibido por la Aeronáutica Militar en 1987, reemplazará a los G-91 y a los F-104G. Desempeñarán misiones de reconocimiento y apoyo directo, pero además tendrán probablemente una misión específica como avión de ataque a unidades navales de superficie y para este cometido estará dotado de misiles *Kormoran* y *Maverick*. Es posible que esta versión específica sea directamente introducida en la línea normal de producción. De no ser así podrían modificarse convenientemente los aviones que se determinasen en fecha posterior. En conjunto este avión sería un complemento del *Tornado*, del cual un cierto número de ejemplares serán dedicados al ataque a unidades navales al estilo del empleo que se le da en la aviación de la marina alemana. Se recibirán un total de 187 aviones AMX.

MATERIAL AEREO DE LA FUERZA AEREA ITALIANA

- 64 *Tornado*: 54 de ataque, 10 en el Escuadrón de entrenamiento trinacional.
- 150 F-104: 102-S (18 de ataque, 84 cazas); 30 F/RF-104 G de Reconocimiento; 18 TR-104 G de Unidad de Conversión Operacional.
- 122 G-91: 36-Y de ataque; 36-R de reconocimiento armado; 50-T de entrenamiento.
- 80 MB-339: 15 de empleo táctico, 65 de entrenamiento.
- 30 MB-326: 15 de enlace y 15 de entrenamiento.
- 14 *Atlantic* de lucha antisubmarina.
- 10 Aviones C-130 de transporte; 38 G-222 (32 de Tp, 4 de calibración y 2-VS de ECM); 2 DC-9 de enlace; 4 C-47 de calibración; 16 P-166 de enlace; 14 PD-808 (6 de Guerra Electrónica y calibración y 8 de enlace); 30 SF-260 de entrenamiento; 32 SIAI-208 de enlace.
- 20 Helicópteros CH-3 de SAR; 2 SH-3 D de enlace; 23 AB-204 (20 de SAR y 3-B de entrenamiento); 18 AB-212 de SAR; 20 AB-47 de entrenamiento.
- AAM: AIM-7 E *Sparrow*, AIM-9 B/L *Sidewinder*.
- ASM: *Kormoran*.
- SAM: 96 *Nike Hércules*, 4 *Spada*.
- (Pedidos: 20 *Tornado*; 187 Aviones AMX de ataque; 20 MB-339 de Reconocimiento armado; G-222 de transporte; SF-260 M de entrenamiento; 18 helicópteros AB-212 y 10 HH-3 F; ASM,s AGM-65 *Maverick*; sistemas SAM *Spada*; AAM,s *Aspide*).



El futuro de la aviación de ataque italiana tiene dos pilares: uno de ellos lo constituye el avión Tornado; el otro, el nuevo AMX, que entrará en servicio en 1987 y del que se han encargado 165 ejemplares

La previsión de adecuar aviones a misiones antibuque forma parte de una planificación de carácter más general consistente en reforzar la presencia de la Aeronáutica Militar en el sur. En este sentido ya está constituida la nueva Ala núm. 37 en Trapani, y esta base acogerá también a los aviones radar E-3 de la OTAN que operen en la región sur de la Alianza. Otro eslabón de esta presencia en el sur es la reactivación de la base aérea de Pantelleria (diminuta isla a medio camino entre Sicilia y Túnez); todavía no se ha formado ninguna unidad aérea en ella, pero sus instalaciones se ha potenciado e incluso cuenta con refu-

gios excavados en la roca para los aviones.

Los Tornados siguen recibiendo, y está en estudio la decisión de adquirir una docena más de ellos para su dedicación a la guerra electrónica o, en caso de que no lo permita el presupuesto, modificar en este sentido algunos de los ya adquiridos. Se pretende dotar a los Tornado del armamento más moderno y en esta línea ya se han adquirido misiles Kormoran.

Ante los nuevos armamentos stand-off que permite a los aviones enemigos lanzar su armamento sin aproximarse demasiado a sus obje-

vos en territorio italiano, la Aeronáutica Militar siente la necesidad de alargar en el futuro el radio de acción de sus medios aéreos de interceptación. Para lograr este propósito el Estado Mayor ha estudiado la conveniencia de adquirir aviones reabastecedores en vuelo. Se han barajado muchas posibilidades, incluso la de adquirir DC-10 a la compañía Alitalia. Finalmente parece que el avión elegido es el Boeing 707, aunque debe estar todavía pendiente si será en la versión económica con motores antiguos o en la más costosa, pero que incorpora motores y aviónica más avanzados.

La defensa de punto de las Bases Aéreas no ha sido olvidada y la Aeronáutica Militar Italiana ha tomado la responsabilidad que le corresponde. Las Bases principales contarán (algunas ya cuentan en la actualidad) con el sistema Spada de fabricación nacional que emplea el misil Aspide, también italiano, en su versión tierra-aire. Está en estudio, un estudio tal vez ralentizado por el elevado coste presupuestario que supone, la sustitución de los Nike Hércules (y de los Hawk del Ejército) por sistemas más avanzados. El Libro Blanco de los Defensa de 1985 menciona por su parte la existencia de programas para la adquisición del misil portátil Stinger para completar la defensa de las Bases.

En cuanto a una prospectiva de modificaciones en la organización de la Aeronáutica Militar Italiana, parece barajarse la posibilidad de que los efectivos de la aviación antisubmarina pasen a pertenecer a la Marina.

Otra modificación, que ya ha sido apuntada anteriormente, es la definitiva estructuración del Mando Nacional de la Defensa Aérea (tal vez Mando de Combate) y del Mando de Transporte y Salvamento Aéreo. La logística tomaría más importancia dentro del esquema organizativo convirtiéndose en un Mando Logístico. Así el organigrama quedaría (tal como se "aventura" en el gráfico) con cuatro Mandos de carácter prioritario, mientras que las Regiones Aéreas perderían parte de sus atribuciones, reduciéndose éstas básicamente a las administrativas y jurisdiccionales. ■

LA PARTICIPACION ITALIANA EN EL PROGRAMA NAEWS DE LA OTAN

Italia se adhirió al programa de la Alianza Atlántica para dotarse de aviones de detección radar en vuelo con una cuota de participación aproximadamente del 6 por ciento del costo total a pagar en nueve años y que comprende la potenciación de la base aérea de Trapani para permitir la actuación desde ella de los Boeing E-3 y la actualización y reformas necesarias en ocho estaciones radar en tierra, que recibirán permanentemente la información recogida por los aviones.

No está previsto que operen en Italia más de dos de estos aviones.

Italia, consecuentemente a su participación en el coste económico del programa, aporta cerca de 90 hombres entre oficiales y suboficiales, 40 de los cuales forman parte de las tripulaciones mixtas de vuelo.

DOSSIER

NUEVOS MATERIALES

La Técnica Aeronáutica, siempre en vanguardia y arrastrando a las demás técnicas en su constante esfuerzo por encontrar nuevos caminos para cumplir sus cometidos, ha hecho evolucionar, una vez más, la técnica de los materiales. Buscando siempre menos peso, que da mejores actuaciones y seguridad, actualmente se están utilizando y se siguen investigando unos materiales que unen a su poco peso, una gran seguridad y una gran facilidad de mecanizado. Al mismo tiempo y eso es fundamental, sobre todo en aviación civil, abarata los costes. En nuestro país CASA lo ha comprendido perfectamente y ha montado un taller para este tipo de materiales que está entre los más avanzados del mundo.

El doctor ingeniero aeronáutico del INTA Sr. Pintado nos presenta, como dice él, un sueño hecho realidad, e insiste en la idea de que la industria aeroespacial es un gran laboratorio de investigación en ciencias básicas y aplicadas y en ingeniería. Luego, nos explica, de forma muy concisa, clara y amena, la utilización de los materiales compuestos en los aviones de combate, actuales y del futuro.

El ingeniero aeronáutico de CASA Sr. Muñoz-Esquer nos expone la evolución de los materiales aeronáuticos a lo largo de la historia de la aviación. Metales raros como el titanio han hecho posibles los últimos desarrollos de la industria aeroespacial. Pero esos materiales son muy caros y sobre todo en la aviación civil se hacía prohibitiva su utilización. Por ello ha habido que dirigirse a los materiales compuestos, de los que nos habla Muñoz Esquer muy acertadamente, poniendo en evidencia sus grandes ventajas y sus inmensas posibilidades.

La industria del motor en Aviación ha sido siempre muy delicada, y muy especialmente con el desarrollo de los motores de reacción que exigen altas características de los materiales. De ello nos habla otro especialista del INTA, el también ingeniero aeronáutico Sr. Redondo Benito del Valle, aportando datos realmente espectaculares.

Como hemos dicho, la Industria Aeroespacial también hace indirectamente progresar otras ramas de la técnica cuando aplican sus logros y descubrimientos. Por eso, el Sr. Pintado nos habla también de la utilización de los materiales compuestos avanzados en móviles terrestres y navales, como son automóviles de turismo, carros de combate, navíos militares y de transporte. ■

Aeroplanos de combate y Nuevos Materiales

JOSE MARIA PINTADO SANJUANBENITO, Dr. Ingeniero Aeronáutico

Se ha dicho que los aeroplanos están contruidos de sueños. En muchos aspectos, la industria aeroespacial puede considerarse como un gran laboratorio de investigación en ciencias básicas y aplicadas y en ingeniería. Es normalmente en el campo de los ingenios aeroespaciales donde pueden ensayarse teorías básicas, experimentarse los más novedosos ordenadores y la más avanzada electrónica o evaluarse los motores más potentes, asimismo, los límites de resistencia y capacidad de los materiales, se extienden más y más mediante nuevas aleaciones, nuevos procesos metalúrgicos o nuevos materiales compuestos, tratando de alcanzar los límites de propiedades teóricas que las ciencias básicas de la Naturaleza prometen como premio de la lucha constante del hombre por aprender cada vez más.

Desde el primer vuelo del "Flyer" de los hermanos Wright el 17 de diciembre de 1903, al primer vuelo de la lanzadera espacial "Columbia" el 12 de abril de 1981, ni tan siquiera habían pasado 80 años. La diferencia entre los dos ingenios es tan enorme como la diferencia entre los materiales y procesos y tecnologías con que se construyeron y que han sido la base fundamental para lograr el gigantesco salto en prestaciones que existe entre aquel aeroplano de estructura de madera revestida de tela y tensada con cables de acero y este "transbordador espacial", capaz de soportar temperaturas de hasta 1.600°C en el morro y bordes de ataque del ala una y otra vez y que emplea materiales tan inimaginables hace sólo algunas decenas de años como los compuestos Boro/Aluminio o Carbono/carbono o las fibras "Q" a base de sílice pura entre otros.

Dentro de la Industria Aeroespacial, quizás la "estrella" a la que se han ido incorporando los más importantes avances tecnológicos de cada momento, haya sido el aeroplano de combate, el "caza", el producto puntero por excelencia y representante más espectacular de la tecnología, en el que se iban convirtiendo en realidad, en algo tangible, todos esos sueños que de la mente de ingenieros y científicos pasaban a formar parte de un producto "casi" perfecto, bello y poderoso, capaz de volar cada vez mejor.

Hay muy pocos productos realizados por la mano del hombre sobre la tierra que hayan mostrado un desarrollo tan rápido en diseño y prestaciones como el logrado por los aeroplanos. El aeroplano de 1912 era un artefacto de madera, tela y cables que volaba arrastrado por un motor refrigerado generalmente por agua. Las investigaciones y desarrollos de la década de los 30 y los avances tecnológicos de los años 40, fueron en gran medida responsables de las sorprendentes prestaciones y gran versatilidad alcanzados por los aviones actuales. La búsqueda de nuevos materiales aeroespaciales que comenzó hacia el año 1970, ha conseguido extender rápidamente las capacidades de prestaciones de los aeroplanos mucho más allá de cualquier previsión realizada una década antes. Inicialmente, el objetivo era lograr mayores prestaciones, pero la crisis energética añadió empuje e intereses a la súbitamente desenfrenada búsqueda de costos de fabricación menores y disminución del consumo energético. Surgió una necesidad real de nuevos materiales que pudieran vencer los problemas de peso, corrosión y problemas térmicos y de fatiga que acortan las vidas operativas y reducen las características de componentes y vehículos aeroespaciales.

Los resultados del enorme esfuerzo realizado, son una fantástica panoplia de nuevos materiales capaces de proporcionar un enorme empuje en la eficiencia y posibilidades de los ingenios aeroespaciales, al tiempo que reducen la dependencia de la Industria Aeroespacial de gran número de minerales y metales que se asociaban normalmente al diseño de aeroplanos.

En este breve trabajo, se tratará primero de dar una rápida idea de las aplicaciones actuales de algunos nuevos materiales en los aeroplanos de combate, presentando luego una somera visión de los materiales en que se está trabajando actualmente y las posibilidades que parecen ofrecer, para terminar comentando algo sobre los materiales de que estará hecho el futuro avión de combate, que ya casi es presente y que sustituirá a los actuales F-14 y F-15 o F-16 y F-18, Tornado y Mirage, Jaguar, etc., en un plazo que pasará más rápido de lo que imaginamos. De hecho, los prototipos del futuro avión de combate ya están comenzando a montarse.

LOS MATERIALES COMPUESTOS EN LOS ACTUALES AEROPLANOS DE COMBATE

La posibilidad de optimizar la orientación de las fibras para "hacer a la medida" el material, a fin de cubrir las requerimientos pedidos de resistencia y rigidez, es una de las ventajas fundamentales de los materiales compuestos. Sin embargo, su inherente anisotropía y naturaleza frágil, hace que el proceso de

diseño con estos materiales sea algo más complejo que para materiales metálicos.

Una de las principales ventajas de los materiales compuestos es la posibilidad de fabricar partes complejas en una sola operación, reduciendo así los costos y requerimientos asociados con las fases de montajes secundarios de los diversos elementos. Esto, unido a que el porcentaje de material compuesto desperdiciado durante procesos de fabricación es de tan sólo un 10% o menos frente a casi un 80% en el caso de algunas piezas metálicas (por ejemplo, revestimientos integrales fresados), puede conducir a costos de manufactura menores que con metales, compensando, al menos parcialmente, el mayor costo de adquisición de la materia prima de los materiales compuestos (fibras y preimpregnados).

Las ventajas fundamentales en cuanto a propiedades mecánicas de los materiales compuestos avanzados frente a los metales son mejor rigidez específica, resistencia específica (o por unidad de masa) y resistencia en fatiga. También poseen en general una mejor resistencia a la corrosión, aunque los compuestos de matriz epoxi tienen tendencia a perder resistencia a elevada temperatura y en ambientes con alto contenido en humedad.

Las mejores propiedades mecánicas de los materiales compuestos conducen a reducciones de peso respecto a diseños metálicos que oscilan entre el 10% y el 50%, siendo normales reducciones entre el 20% y el 30%. Esta reducción en peso "muerto" puede utilizarse para aumentar el radio de acción, carga útil, maniobrabilidad y velocidad o para reducir el consumo de combustible, etc. Por ello y según expertos en el tema, puede decirse que, de modo general, hoy en día es rentable el pagar hasta unas 120.000 ptas. por cada kg. que se reduzca en el peso vacío de un aeroplano militar.

La aplicación de los materiales compuestos avanzados en los aeroplanos de combate permite no sólo lograr una considerable mejora en prestaciones generales como consecuencia de una reducción en el peso estructural, sino que además y como ha mostrado sobradamente el programa HIMAT, pueden lograrse resultados increíbles sobre la maniobrabilidad y comportamiento aerodinámico en un amplio margen de regímenes de vuelo. En efecto, estos nuevos materiales ofrecen la inusual oportunidad de diseñar simultáneamente material y estructura, variando la respuesta mecánica del material a lo largo de la estructura del modo que se desee. Así, la elevada rigidez específica y sobre todo la gran direccionalidad de las propiedades de los compuestos de fibra de carbono, sugieren aplicaciones tales como la respuesta aeroelástica "a medida" u optimizada de la estructura que no son posibles con materiales convencionales isotrópicos. Actualmente, se está trabajando en la línea de "acomodar" la interacción entre distorsión estructural y cargas aerodinámicas, de modo que se obtenga la forma o configuración óptima del ala y superficies de mando en condiciones de vuelo tan diferentes como crucero supersónico y combate en régimen transónico, cubriendo además en todo momento los requerimientos de resistencia, efectividad de mandos de vuelo, etc.

Una de las grandes ironías de la historia de los materiales compuestos es el que después de un intenso desarrollo de su tecnología en el seno de la Fuerza Aérea, la primera aplicación de producción en aeroplanos de combate fue en el Grumman F-14 para la U.S. Navy. En 1969 se tomó la valerosa decisión de utilizar un material totalmente nuevo y sin experimentar, el compuesto boro/epoxi, en los revestimientos del cajón central del estabilizador horizontal, constituyendo tan sólo el 1% del peso estructural y lográndose una reducción en el peso del estabilizador del 19% respecto a una estructura totalmente metálica. Sin duda, el empleo de compuestos avanzados en el F-14, constituye uno de los grandes hitos de la tecnología de los materiales. Otros componentes del F-14 "Tomcat" que se está pensando modificar, realizándolos en compuestos

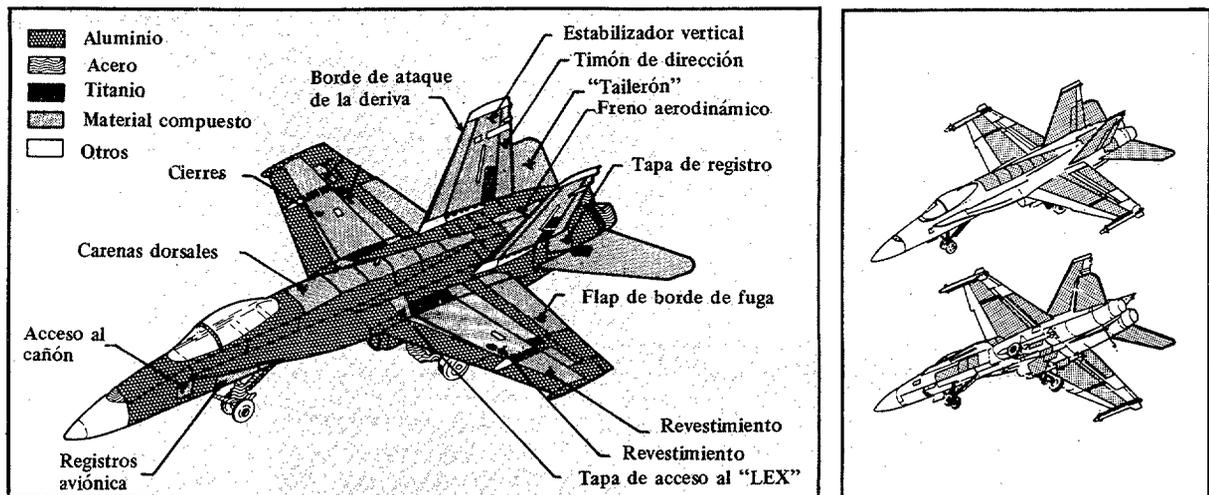


Figura 1. Distribución de materiales en el F-18 (izquierda) y elementos de material compuesto C/E en el F-18 (zonas sombreadas, derecha)

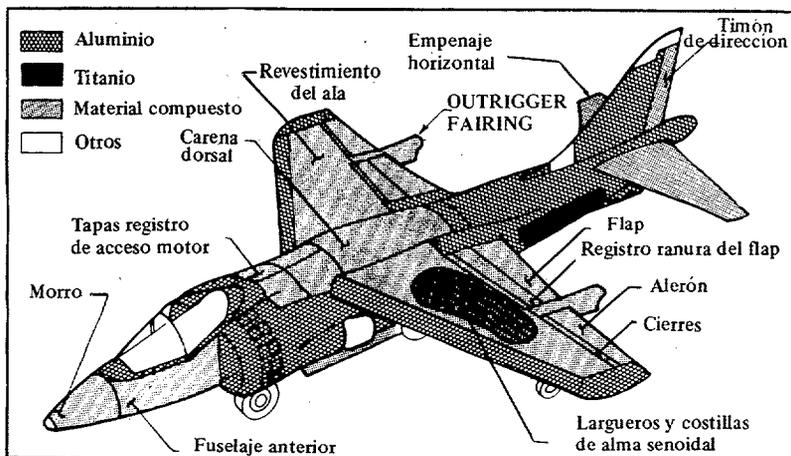


Figura 2. Distribución de materiales en el AV-8B

Tabla 1. Empleo de diversos materiales en el fuselaje anterior del AV-8B

Material	(kg)	%
Material compuesto	65,3	83,3
Aluminio	2,72	3,5
Titanio	3,63	4,6
Remaches y materiales varios	6,80	8,6
TOTAL	78,45	100,00

carbono/epoxi y actualmente en evaluación en prototipos, son los estabilizadores verticales y las compuertas del tren principal. El primer elemento de producción en compuestos carbono/epoxi fue una carena subalar de General Dynamics F-111 de la Fuerza Aérea de los EE.UU.

El McDonnell-Douglas F-15 ("Eagle") de la "U.S. Air Force", utiliza el boro/epoxi en los revestimientos de deriva, timones de dirección y "tailerones" o "estabilizadores" (cola horizontal toda móvil), con una reducción en el peso del empenaje del 25% frente a uno totalmente metálico. En 1975, el freno aerodinámico de aluminio que constaba de 1.200 piezas, se sustituye por uno de carbono/epoxi con tan sólo 250 piezas.

La aparición del General Dynamics F-16, marca el desplazamiento del boro por el carbono en aplicaciones estructurales en general. En este caza todos los revestimientos del empenaje, tanto vertical como horizontal, son de compuesto carbono/epoxi, habiéndose logrado disminuir el peso del empenaje en un 23% respecto a uno totalmente metálico. El carbono/epoxi constituye el 2% del peso estructural total del F-16.

El McDonnell-Douglas F/A-18 marcó un nuevo hito en la utilización de los materiales compuestos avanzados, al construirse con carbono/epoxi los revestimientos del ala, además de la deriva y estabilizador horizontal (de tipo "tailerón"), superficies de control, freno aerodinámico, extensiones de borde de ataque y diversas tapas de registros. Los materiales compuestos constituyen en este aeroplano casi el 10% del peso estructural y el 50% del "área mojada", con un peso total de 450 kg. que suponen una reducción del 35% respecto al peso estructural que se habría alcanzado si se hubieran empleado elementos totalmente metálicos.

Otro gran paso adelante se da con la aparición del McDonnell-Douglas AV-8B, en el que el empleo de materiales compuestos, esencialmente carbono/epoxi, llega al 26% del peso estructural del aeroplano, con cerca de 590 kg. de compuestos carbono/epoxi (C/E) en el ala (revestimientos y estructura interna), fuselaje anterior, empenaje vertical y horizontal, flaps y alerones y carena dorsal. La reducción en peso lograda respecto a si el avión hubiera tenido que ser totalmente metálico, es del 20 al 25% en los elementos de compuesto C/E, lo que ha conducido a casi doblar la capacidad de carga útil o radio de acción de este notable aparato. Como botón de muestra, el fuselaje anterior de compuesto C/E consta de 88 piezas y 2.450 remaches en lugar de las 237 piezas y 6.440 remaches del mismo conjunto metálico, teniendo un peso un 42% inferior al metálico. En la tabla 1 se presenta la distribución de materiales en el fuselaje anterior del AV-8B.

Como ejemplos adicionales de aplicación de materiales compuestos en aeroplanos de combate pueden citarse: el timón de dirección del Mirage III; los alerones de serie y el estabilizador horizontal en fase de ensayos del Mirage F-1; deriva, timón de dirección, elevones y flaperones, compuerta del tren auxiliar, varias tapas de registros de acceso a motores y aviónica y las compuertas de entrada de aire al motor en los aviones de serie Mirage-2.000, con un 12% del peso estructural en material compuesto y una reducción del 25% en peso; elevones y timón de dirección, superficies de control "canard", compuertas del tren de aterrizaje, frenos aerodinámicos y tapas de diversos registros en el Mirage 4.000; empenaje del Alpha-Jet un 18% más ligero; cajón del ala y empenaje horizontal del F-111, "tailerones" del Tornado; ala y superficies de mando del Grumman X-29; etc.

La lista que hace 10 años ocupaba muy poco, hoy día empieza a resultar ya larga y su enumeración detallada carece de interés en el contexto de este breve repaso a las aplicaciones en aviones de combate de materiales compuestos, habiéndose tratado, con los ejemplos citados, de dar una idea general de la rápida evolución del empleo de los nuevos materiales en la aviación militar, lo que hace pensar que quizás en el futuro veamos un caza construido totalmente o casi en material compuesto y que está claro que estamos posiblemente aún lejos del límite en el empleo de los materiales compuestos avanzados y probablemente no se haya nada más que comenzado a explotar el tremendo potencial que ofrecen dichos materiales.

NUEVOS MATERIALES METALICOS Y NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS, MAS OPCIONES PARA ELEGIR

Una de las más interesantes consecuencias del creciente empleo de los materiales compuestos en diversas aplicaciones, ha sido probablemente el "despertar" a los especialistas en materiales metálicos y hacer que haya crecido considerablemente el esfuerzo por encontrar nuevas aleaciones y nuevos procesos para elevar las posibilidades de utilización de aluminio y titanio fundamentalmente.

Existen actualmente varias compañías desarrollando las "nuevas" aleaciones Aluminio-Litio (Al-Li), (en realidad, la primera aleación Al-Li comercial se desarrolló ya en 1924 en Alemania, denominándose Scleron y con tan sólo un 0,1% de Li en peso), pero se han encontrado ciertas dificultades debido a la alta reactividad del Li. Hasta la fecha, se han obtenido aleaciones con un 2,7% de Li como máximo, lográndose una disminución en densidad del 7 al 10%, aunque las investigaciones prosiguen para conseguir, en un plazo de unos 10 años, una aleación comercializable con un 5% de Li. El coste actual de estas aleaciones es entre 8 y 10 veces menor que el de los preimpregnados de fibra de carbono. Además de disminuir la densidad, la adición de Li mejora el módulo elástico.

Una nueva generación de aleaciones de Al para pulvimetalurgia (p/m), parece ofrecer una mejor combinación de resistencia mecánica al agrietamiento por corrosión bajo tensiones y tenacidad que las aleaciones Al-Li. Las resistencias últimas en tracción previstas por la firma "ALCOA" para las aleaciones 7XXX de Al para p/m, son de 750 MPa en estado T6 y de 660 MPa en estado T73 (un 30% más que la actual 7075 en ambos casos de tratamiento). La utilización prevista para estas nuevas aleaciones es en áreas del aeroplano donde se requiera un alto grado de resistencia mecánica, tenacidad y resistencia a corrosión bajo tensiones.

La nueva serie 2XXX para p/m se está desarrollando para zonas donde se requiera resistencia a corrosión y a fatiga. Estas nuevas aleaciones de Al serían útiles para llantas de tren de aterrizaje, esperándose que sean más duraderas y ligeras que las de aleación 2014 actualmente en uso. Asimismo se están desarrollando aleaciones de Al de p/m para forja y empleo a elevada temperatura (entre 175 y 315°C) con una composición que incluye un 8% de Fe y un 4% de Ce (Cesio). En la tabla 2 se resumen algunas propiedades de aleaciones de aluminio de alta resistencia, para p/m y Al-Li.

La Fuerza Aérea de los EE.UU. está trabajando en sus laboratorios de Wright-Patterson en un ambicioso

Tabla 2. Propiedades mecánicas de aleaciones de aluminio de alta resistencia, para p/m y Al-Li

Aleación	Límite elástico (MPa)	Resist. trac. (MPa)	Alargamiento %	Módulo (GPa)	Densidad (g/cm ³)	K _{1C} (MPa√m)
7050-T6	475	540	8	71,0	2,80	33
7075-T6	470	540	8	71,1	2,81	25
7075-T73	390	465	8	71,1	2,81	30
7150-T651	530	575	7	71,0	2,80	22
7475-T761	415	490	9	70,3	2,80	33
PM 7090-T7 E69	580	620	9	73,1	2,85	31
PM 7091-T7 E70	483	538	11	71,7	2,85	47
Al-Li de alta resistencia	552	621	9	76,0	2,50	14
Al-Li de baja densidad	345	524	11	80,0	2,50	35
Al-Li tolerante al daño	469	517	9	80,0	2,50	36

Tabla 3. Algunas propiedades del ARALL

Aleación de aluminio	7075 tipo 1	7075 tipo 2	2024 tipo 1	2024 tipo 2
Límite elástico (MPa)	635	530	380	340
Resistencia en tracción (MPa)	735	785	590	610
Límite elástico en compresión (MPa)	355	325	255	240
Módulo elástico (GPa)	69	63	70	64,7
Alargamiento (%)	1,9	3,5	2,4	4,2
Densidad (g/cm ³)	2,45	2,45	2,45	2,45

Tabla 4. Coste aproximado por kg. de algunos materiales (1984)

Material	Costo en US \$/kg.
Aleaciones convencionales de Al	6
Aleaciones Al-Li	12 a 18
ARALL	30 a 50
Preimpregnado de "kevlar"	>50
Preimpregnado de carbono	80 a 120

programa sobre pulvimetalurgia del aluminio para alta temperatura, destinado al futuro caza táctico avanzado actualmente en desarrollo.

Otro nuevo material del que se oye hablar de hace poco tiempo a esta parte, es el denominado ARALL (Aramid-Aluminium-Laminate). Se trata de un material realizado a base de láminas de aleación de aluminio, unidas entre sí por capas de tejido o fibras de poliaramida (fibra orgánica de las que la más conocida es el "kevlar") impregnadas de adhesivo. Es un material resistente al crecimiento de grietas de fatiga y cuya aplicación potencial más interesante es en elementos tales como ala o fuselaje, habiéndose planteado como muy interesante un ala con el revestimiento de extradós realizado en material compuesto de matriz metálica y el de intradós a base de ARALL.

Laminados de ARALL a base de láminas de aleación 7075-T6, han logrado incrementar un 10% la resistencia mecánica y disminuir un 15% la densidad respecto a una plancha equivalente de 7075-T6, mejorando considerablemente la resistencia a fatiga y manteniendo un módulo elástico igual. El siguiente paso a dar es utilizar láminas de Al-Li para reducir aún más la densidad del ARALL. En la tabla 3 se dan algunos valores de propiedades mecánicas de varios laminados ARALL.

En lo referente al Titanio, se están desarrollando nuevas aleaciones con mejores propiedades de resistencia estática y en fluencia a elevada temperatura, tales como las aleaciones Ti-Tierras raras y también aleaciones de procesado más sencillo y/o económico, como la aleación Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn que puede conformarse en frío y que posee además excelente soldabilidad. Estas aleaciones junto a las de p/m y para procesos de adhesión por difusión y conformado superplástico, hacen del titanio un material con nuevas e interesantes posibilidades en los futuros aviones de combate.

La descripción de nuevos materiales sería realmente extensa, y por ello, tan sólo se mencionarán (quizás en otra ocasión se pueda insistir más en ellos), algunos más, como los materiales compuestos de matriz metálica que aplicados a elementos estructurales pueden lograr reducciones de peso del orden del 20 al 50%. Los sistemas más prometedores parecen ser las aleaciones de aluminio, titanio y magnesio reforzadas con fibras continuas de alúmina, boro, carburo de silicio y carbono. También deben mencionarse los compuestos carbono/carbono y de matriz cerámica, los de crecimiento direccional o eutéctico, los "híbridos" que mezclan fibras de distintos tipos, las nuevas matrices termoplásticas, las fotopolimerizables, de ciclos cortos y de baja presión de curado, etc.

Se están desarrollando nuevas fibras de carbono con un módulo elástico de más de 800 GPa (4 veces el del acero y pesando 4 veces menos) y otras con resistencias de hasta 6.900 MPa (unas 3,5 veces la resistencia de los aceros de alta resistencia).

También entre los aceros se está trabajando en nuevos materiales de alta resistencia, como el HP 310 o el AF 1410 (14Co-10Ni-2Cr-1Mo-0,16C) o de baja aleación y elevada resistencia, tratando de no depender de materiales estratégicos como el Co o el Ni.

En definitiva, puede decirse que los nuevos horizontes abiertos por la aparición de los materiales compuestos, unido a los también nuevos problemas que plantean su utilización, ha empujado a toda la industria de los materiales a una búsqueda incesante de mejores características al menor precio posible, tratando de ocupar un lugar adecuado y no sucumbir a manos de los competidores. Esto ha originado un amplio abanico de posibilidades que se extiende cada día más y permitirá elegir el material adecuado a cada aplicación, elección que deberá ser muy cuidadosa y considerar no sólo la novedad del material, sino toda una enorme serie de factores de diseño que van desde propiedades mecánicas, fabricabilidad, peso y costo, pasando por respuesta del material al medio ambiente de servicio y durabilidad, hasta consideraciones de reparabilidad, facilidad de mantenimiento e inspección, etc.

LOS MATERIALES ESTRUCTURALES DEL FUTURO AVION DE COMBATE

En las figuras 3 y 4 se muestra la evolución de la utilización de materiales estructurales en varios aviones militares y la posible tendencia general en el empleo de materiales compuestos avanzados en las estructuras de las aeronaves de la próxima generación. Estudios de la Fuerza Aérea de los EE.UU, indican que el empleo de materiales compuestos en un 75%-80% de la estructura, podría reducir el peso global del sistema de armas en un 26%. En realidad, no siempre es posible o práctico llegar a un empleo tan elevado de materiales compuestos en la estructura, y aunque en el caso de aviones subsónicos de apoyo o enlace y sobre todo en helicópteros, si se ha demostrado (programa A.C.A.P.) que puede construirse una estructura casi totalmente de material compuesto, no puede decirse lo mismo para aviones de combate. En estos últimos, la tendencia actual consiste en combinar los materiales compuestos con aleaciones de titanio y aluminio especiales para nuevos procesos, como pulvimetalurgia, conformado superplástico y adhesión por difusión, tratando de lograr aviones que sean más baratos de construir y más ligeros, con menores problemas de mantenimiento y vidas operativas más largas, a la vez que sean más maniobreros, lleguen más lejos, más rápido (crucero supersónico) y posean mayor capacidad de carga útil, una imagen radar menor, etc.

Los procesos de pulvimetalurgia, adhesión por difusión y conformado superplástico, ligados a nuevas aleaciones de aluminio y titanio (la adhesión por difusión no es posible en términos generales para el aluminio), conducen a lograr elementos más baratos como consecuencia de no desperdiciarse apenas material en la construcción del elemento por una parte y disminuir el número de elementos que forman un conjunto por otra, ventajas éstas que ya poseen los materiales compuestos avanzados.

En la actualidad se está trabajando en tres interesantes proyectos de aeroplanos que pretenden, los dos europeos, marcar las líneas de los que pudiera ser el futuro "EFA" (European Fighter Aircraft) y

Tabla 5. Resumen de pesos del "Advanced Tactical Aircraft"

	Material compuesto	Material metálico
Peso bruto (kg.)	18.144	21.910
- Estructura	5.501	7.750
- Propulsión	3.173	3.672
- Equipo fijo	2.164	2.265
- Carga útil fija	538	547
- Carga útil	2.346	2.346
- Combustible (necesario para cumplir la misión)	4.422	5.330
- Combustible (capacidad máxima)	6.804	6.804

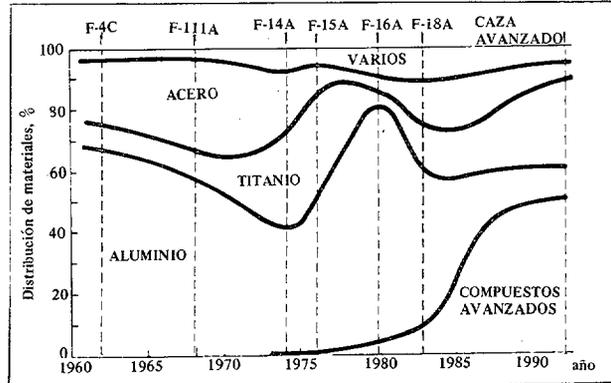


Figura 3. Utilización de materiales en aeroplanos de combate

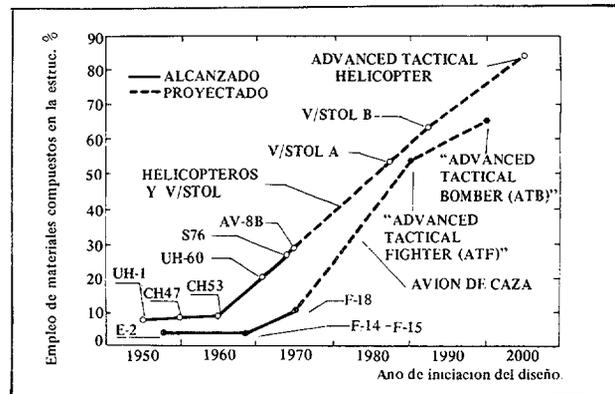


Figura 4. Utilización de materiales compuestos en varios proyectos de aeronaves

el norteamericano, sustituir al F-15 mejorando notablemente sus posibilidades. Se trata de los "Rafale" francés y "EAP" (Experimental Aircraft Program) británico y del "ATF" (Advanced Tactical Fighter) estadounidense.

El primero de ellos, bimotor con ala de doble delta y configuración "canard", cuyo primer vuelo está previsto para mediados de 1986, trata de definir las tecnologías a utilizar en la siguiente generación de cazas franceses. Un 35% de su peso estructural será de materiales compuestos e incluye aleaciones de Al-Li en elementos como cuadernas del fuselaje y fijaciones del ala. El fuselaje anterior, superficies de control y la mayor parte del ala, serán de compuesto carbono/epoxi y además llevará algunos elementos de titanio, como los "slat" de borde de ataque, fabricados mediante conformado superplástico/adhesión por difusión.

En cuanto al "EAP" de British Aerospace (véase figura 5), será un bimotor de configuración "canard" cuyo primer vuelo se prevé para mediados de 1986. El ala está realizada en su totalidad de compuesto reforzado con fibra de carbono y se prevé el empleo de aleaciones Al-Li en otros componentes.

El "Advanced Tactical Fighter" realizará su primer vuelo hacia 1991, queriéndose lograr que su imagen radar sea tan sólo un 1% de la del actual F-15 y además su emisión IR sea mínima. Se piensan utilizar aleaciones Al-Li y materiales compuestos de matriz termoplástica, a fin de lograr una reducción global en el peso vacío del 20% frente a un aeroplano que empleara estructura metálica convencional del tipo de la del F-15. En la tabla 5 se presenta la comparación entre los pesos de diversos elementos de uno de los proyectos propuestos para el ATF, realizado en material compuesto o metálico, pero manteniendo en ambos casos la misma relación empuje/peso de 1,179. Las matrices termoplásticas de nuevo desarrollo permitirán soportar temperaturas de hasta 180°C, presentes en vuelo supersónico de crucero a Mach 1,5. Presentan ventajas interesantes respecto a las termoestables (epoxi, etc.) actualmente en uso, tales como mayor tolerancia al daño, mayor relación de daño visible correspondiente a daño interno, no necesitar almacenarse en congelador antes de su procesado, tener un control de temperatura durante la fabricación menos rígido, poseer ciclos de curado más cortos y ser más fáciles de reparar.

De modo general, la tendencia del empleo previsible de materiales estructurales en la futura generación de aeroplanos de combate, puede resumirse del modo siguiente:

- Ala. No solamente una disminución de peso estructural del orden del 20%, sino el optimizar aeroelásticamente el ala, son motivos fundamentales para que se piense construir ésta a base de compuestos reforzados con fibra de carbono en los revestimientos, largueros del cajón de torsión de tipo multilarguero y la

Tabla 6. Posible empleo de materiales en el futuro avión de combate

Componente	Material	Porcentaje del peso estructural
Ala, flaps, deriva, timón, paneles del fuselaje posterior, paneles de acceso al comportamiento motor, frenos aerodinámicos.	Compuesto reforzado con fibras de carbono (CFC)	50-60%
	CFC y/o	
Fuselaje anterior y fuselaje central. Marco de la cabina.	aleación de Al	20-30%
	aleaciones de Al	
Cuadernas del fuselaje posterior, costillas de encastre del ala.	aleaciones de Al	10-15%
	y/o de Ti	
Cuadernas maestras del fuselaje, revestimiento interno del área de motores y herrajes de unión -ala-fuselaje.	aleaciones de Titanio	10%
	aceros y otros	
Tren de aterrizaje, herrajes varios, etc.		

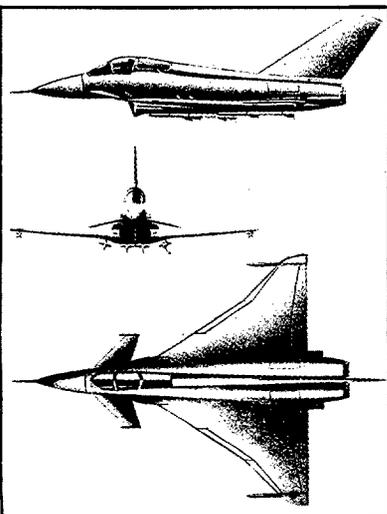


Figura 5. Configuración definitiva del "EAP" de British Aerospace. Las superficies de control tipo "canard" y el ala serán de compuestos reforzados con fibra de carbono

mayoría de las costillas. Herrajes de unión al fuselaje y algunas de las costillas del encastre del ala, se prevén a base de titanio conformado superplásticamente, aleaciones Al-Li o acero en función de los estados de carga de cada caso particular. Los bordes de ataque serán probablemente de núcleo de panal de abeja de Al o Nomex, revestidos de compuestos reforzados con fibras de carbono o vidrio. Flaps y alerones serán de compuestos de carbono sobre núcleo probablemente de aleación de Al.

— Empenaje. Los aeroplanos futuros harán probablemente un amplio uso de compuestos reforzados de fibra de carbono en deriva, "tailerones" y/o superficies de mando anteriores (tipo "canard"), para lograr un diseño optimizado aeroelásticamente, con disminuciones de peso del orden del 20%. Probablemente se empleen núcleos de aleación ligera y herrajes de unión al fuselaje de aleaciones de titanio o acero. Bordes de ataque y marginales se prevén de compuesto reforzado de fibra de vidrio sobre núcleo de panal de abeja.

— Fuselaje. Parece existir una marcada tendencia a realizar el fuselaje anterior a base de compuestos reforzados con fibra de carbono, mamparas de presión en aleaciones avanzadas de aluminio y herrajes de acero o titanio, o si no hacer el fuselaje anterior de aleación de aluminio. Los conductos de toma de aire del (o los) motores parece factible realizarlos mediante devanado de filamentos de carbono, las cuadernas principales de aleación de titanio mediante conformado superplástico/adhesión por difusión y el resto de cuadernas, largueros y revestimientos, de compuestos con fibra de carbono. Los trenes de aterrizaje parece serán de material metálico (acero y aleaciones de aluminio y titanio), los frenos aerodinámicos, tapas de registros, etc., de compuesto de fibra de carbono y algunas carenas de fibra de kevlar.

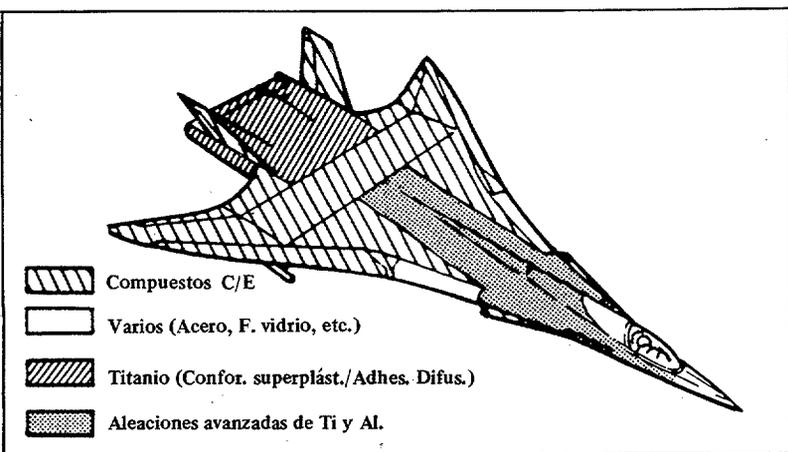


Figura 6. Posible configuración del futuro caza de tecnología avanzada

Dependiendo de la fuente de información, los porcentajes de cada material varían a veces notablemente, aunque, en términos generales, pueden tomarse como una buena indicación los presentados en la tabla 6 y las distribuciones aproximadas de materiales de la figura 6.

Finalmente y aun, cuando queda todavía mucho que discutir sobre el tema, es interesante quizás el terminar planteando una pregunta: ¿Estamos preparándonos de modo adecuado para asimilar estas nuevas tecnologías?

Evolución de los materiales aeronáuticos

PEDRO L. MUÑOZ-ESQUER, Ingeniero Aeronáutico

En el diseño de un elemento o conjunto, ya sea de avión o industrial, una de las etapas más importantes para el ingeniero es la selección y elección de los materiales para la realización del diseño.

En la enciclopedia ilustrada de la aviación puede leerse que los ingenieros aeronáuticos son "aquellos hombres que deben construir con el peso de un kilo lo que cualquier otro podría hacer con dos kilos de peso". Como se ve, la diferencia fundamental entre la ciencia aeronáutica y las otras modalidades de la ingeniería es el realizar lo ingeniado con el mínimo peso posible.

Los materiales utilizados en la construcción de los primeros aviones fueron, fundamentalmente, caña de bambú, maderas de abeto y fresno, chapa de latón, etc... que, posteriormente, fueron suplantadas por materiales metálicos, siendo los ingenieros y constructores alemanes los grandes pioneros en la introducción de los materiales metálicos en la construcción de aviones (Dornier, Junkers, etc...). A partir de aquí se produce un gran desarrollo metalúrgico de las aleaciones de aluminio y de los materiales ligeros, dando la posibilidad de diseñar estructuras con menos peso y mejores características mecánicas.

A finales de la década de los sesenta y principio de los setenta, se produce el problema a escala mundial del precio de los combustibles, con lo que no queda más remedio que iniciar la búsqueda de nuevos materiales que den la posibilidad de fabricar estructuras menos pesadas y como mínimo con los mismos performances mecánicos. Esto trae la aparición de nuevas aleaciones, tales como las de aluminio-litio, pulvimetalurgia, etc... y la aplicación de materiales no metálicos, que si bien se venían utilizando desde 1943 en la fabricación de componentes secundarios (avión BT-15, resina de poliéster con fibra de vidrio), pasan a formar parte de estructura primaria con la aparición de fibras de carbono, kevlar y boro, con resinas epoxídicas, poliimidas, etc. (alas del Harrier, estabilizador horizontal y vertical del A-320, etc...). No acaba ni acabará la búsqueda y la utilización de nuevos materiales tanto metálicos como no metálicos, dando la sensación al hablar de ellos como leer una novela de Julio Verne o una fabulosa historia de Asimov, cada uno en su tiempo. Así no es extraño leer la utilización a nivel no sólo de prototipo, de estructuras de carbón-carbón, cerámica, matrices metálicas con refuerzos no metálicos, etc...

CONDICIONANTES EN LA ELECCION DEL MATERIAL

Los aviones y vehículos espaciales soportan unas condiciones que se deben al medio ambiente en que se desenvuelven y a las características de utilización. Estas condiciones afectan a todos los materiales que los componen, tanto estructurales, como no estructurales y auxiliares.

En los materiales estructurales estas condiciones son: densidad, temperatura y condiciones donde se realiza el vuelo.

a) Densidad:

El peso en un móvil que no se apoya en el suelo es fundamental para aumentar el rendimiento, admitiendo más carga útil, y disminuyendo la potencia necesaria. En la fig. 1 se indica la relación entre un ahorro potencial de peso en distintas áreas tecnológicas con el impacto que produce el costo operacional del ingenio.

La resistencia y módulo específico, resistencia y módulo dividido por el peso, es una constante a lo largo de la vida de la aviación, y por ello se han buscado siempre y se han desarrollado materiales que tengan el mayor valor resistencia peso o módulo/peso según las necesidades del diseño. Figuras 2 y 3.

b) Temperatura:

Es otro factor, sea por valores altos o bajos. En un avión supersónico se producen zonas de elevada temperatura: revestimientos exteriores, por su fricción con el aire; zonas próximas a los reactores y sobre todo las turbinas donde inciden los gases quemados; zonas de frenos, etc... Estas temperaturas elevadas producen problemas de fluencia en los materiales y una mayor velocidad de oxidación e incluso de absorción o desorción de gases.

Los problemas de bajas temperaturas se agravan cuando los materiales han de constituir depósitos para almacenar propulsores criogénicos. El ARIANE, lanzador espacial Europeo, utiliza en una tercera fase hidrógeno y oxígeno líquido, y el SHUTTLE COLUMBIA carga en sus tres motores principales 100 tns. de hidrógeno líquido y oxígeno líquido. Las temperaturas de licuación de estos gases son -253°C y -183°C , respectivamente, y por tanto los materiales que constituyen los depósitos deben soportar esas bajas temperaturas manteniendo condiciones de resistencia suficientes.

AREA TECNOLOGICA	% POTENCIA	IMPACTO SOBRE COSTO OPERACIONAL %
PESO ESTRUCTURAL	- 20	- 9
PESO NO ESTRUCTURAL	- 10	- 2
PESO DE MOTORES	- 35	- 2
CONSUMO DE COMBUST.	- 20	- 6
RENDIMIENTO AEROD.	- 10	- 3

Figura 1

Estos problemas de altas y bajas temperaturas se presenta también en los ingenios espaciales. Cuando un satélite en órbita geoestacionaria cruza desde la penumbra terrestre a la luz solar total y viceversa, su temperatura superficial puede variar de -250°C a $+70^{\circ}\text{C}$ en un intervalo de segundos.

c) Condiciones donde se realiza el vuelo:

Las condiciones ambientales, aunque en menor cuantía, afectan a oxidaciones, efecto de las radiaciones y variación de presión.

En el espacio exterior la falta de presión da origen a sublimación de sólidos, pérdida de gases ocluidos y la presencia de radiaciones de todo tipo, produce incluso variación de propiedades, haciendo conductores a materiales aislantes. La presencia de meteoritos afecta a las superficies que se mueven en el espacio de dos formas: perforando o erosionando la superficie. Esto ha hecho que se desarrollen materiales que pueden llegar a cerrarse de forma automática si se produce el impacto y con una gran resistencia a la erosión. La entrada y salida de las aeronaves de la atmósfera, plantea problemas de calentamientos aerodinámicos y aceleraciones, creando la necesidad de desarrollar materiales con propiedades refractarias, ablativas, etc.

MATERIALES METALICOS

Los metales, con sus propiedades mecánicas de resistencia, conformidad, rigidez, tenacidad y duración, son a priori los más apropiados para la fabricación de vehículos.

Aleaciones de aluminio

El aluminio hace unos cien años era considerado como un metal semiprecioso de valor equiparable al de la plata, citándose en la vajilla real francesa utilizada en las grandes celebraciones. Hoy es utilizado para formar aleaciones baratas de uso industrial y más o menos sofisticadas de aplicación aeroespacial.

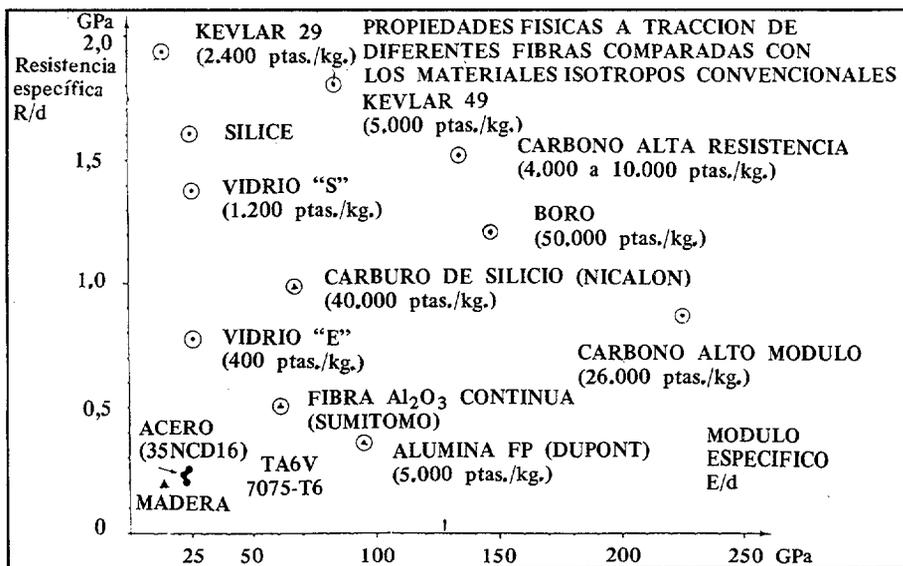


Figura 2

Su utilización a nivel industrial se inició con la extracción del aluminio por procedimientos electrolíticos y su aplicación en estructuras cuando se descubre el procedimiento de maduración (1910) que da resistencias de cinco veces a la del metal puro.

Su evolución ha influido en la industria aeronáutica, siendo durante la segunda guerra mundial cuando se desarrolló considerablemente la industria del aluminio. Prácticamente toda la producción

mundial de aquellos años se destinó para la construcción de aeronaves, bajando considerablemente su utilización al final de la misma, llegando en la actualidad a un 4 por 100 de la producción total mundial.

En realidad, durante los últimos treinta años se han realizado pocos progresos en la mejora de las aleaciones de aluminio, en cuanto a reducción de peso. Los avances en motores y aerodinámica conseguían la disminución de consumo de combustible en las aeronaves. Sin embargo, estas mejoras se hacen cada vez más difíciles de lograr y la escala de precios de los combustibles parece no tener fin. Si a esto añadimos las excelentes posibilidades que presentan los materiales compuestos, ha hecho que los fabricantes y gobiernos reconsideren su política de investigación en este campo, con el fin de mejorar y encontrar nuevas aleaciones. Figura 4.

Tres son las principales aleaciones de aluminio utilizadas inicialmente: **Siluminios**, pertenecientes al grupo Al-Si (L-2550, L-2530, etc.), utilizadas principalmente para piezas fundidas; **Pantal**, pertenecientes al grupo de aleaciones de Al-Mg (L33XX/5XXX, según norma UNE/Según norma americana A.A.), utilizadas principalmente para forjas y laminación, soldable y poco corrosible; **Durales**, pertenecientes al grupo de aleaciones de Al-Cu (L31XX/2XXX), se caracterizan fundamentalmente por una elevada resistencia mecánica a temperatura ambiente, alcanzando valores de 450 MPa y 10 por 100 de alargamiento. En general, los durales (Al-Cu-Mg) presentan una mala resistencia a la corrosión y soldabilidad, regular conformado y anodizado y buen mecanizado.

Ya a finales de los años 40 aparecen las aleaciones de cinc (L37XX/7XXX) (contienen también Cu), que aumentan la resistencia hasta valores de 650 MPa con un 3 por 100 de alargamiento. Estas aleaciones tienen el inconveniente de ser poco resistentes a la fatiga, apareciendo en ellas fenómenos de tensoresión. Estos fenómenos se han reducido al limitar las impurezas, controlar los procedimientos de obtención y modificar los tratamientos térmicos.

Las aleaciones de aluminio son en estos momentos los materiales más importantes para la construcción de estructuras primarias en aviones comerciales, habiéndose producido en su uso una baja en la fabricación de aviones militares. Así, por ejemplo, el AV8-B "Harrier II" presenta el 47,7 por 100 de su peso estructural en aluminio y el 26,3 por 100 de material compuesto.

Actualmente hay una serie de temas de especial interés en la aplicación de las aleaciones de aluminio en estructuras de avión.

	Densidad	(1) Resist.	(1) Módulo	Alargam. rotura	Resist. espec.	Módulo espec.
	(g/cm ³)	MPa	GPa	%		
KEVLAR-29	1,44	2.600	62,0	4,2	1.806	43,1
KEVLAR-49	1,45	2.700	130,0	2,0	1.812	89,7
Poliéster HiT	1,20	1.400	12	15	1.167	10,0
Nylon T728	1,14	1.000	5,6	18,5	877	4,9
Nomex	1,38	650	20,0	23,0	471	14,5
Acero	7,83	2.800	200,0	2,0	358	25,5
Boro	2,70	3.000	370,0	1,0	1.111	137
Vidrio-E	2,54	3.500	73,5	4,5	1.378	28,9
Vidrio-S o R	2,49	4.650	86,5	5,3	1.867	34,7
Vidrio-D	2,16	2.450	52,5	4,5	1.134	24,3
Vidrio-C	2,49	2.800	70,0	4,0	1.124	28,1
Vidrio-M	2,89	3.500	111,0	3,1	1.211	38,4
Carbono HS	1,80	2.700	270,0	0,8	1.500	150
Carbono HM	1,95	2.000	400,0	0,5	1.026	205

(1) Propiedades a 20°C.

Figura 3

con el fin de mejorar y encontrar nuevas aleaciones. Figura 4.

Tres son las principales aleaciones de aluminio utilizadas inicialmente: **Siluminios**, pertenecientes al grupo Al-Si (L-2550, L-2530, etc.), utilizadas principalmente para piezas fundidas; **Pantal**, pertenecientes al grupo de aleaciones de Al-Mg (L33XX/5XXX, según norma UNE/Según norma americana A.A.), utilizadas principalmente para forjas y laminación, soldable y poco corrosible; **Durales**, pertenecientes al grupo de aleaciones de Al-Cu (L31XX/2XXX), se caracterizan fundamentalmente por una elevada resistencia mecánica a temperatura ambiente, alcanzando valores de 450 MPa y 10 por 100 de alargamiento. En general, los durales (Al-Cu-Mg) presentan una mala resistencia a la corrosión y soldabilidad, regular conformado y anodizado y buen mecanizado.

Ya a finales de los años 40 aparecen las aleaciones de cinc (L37XX/7XXX) (contienen también Cu), que aumentan la resistencia hasta valores de 650 MPa con un 3 por 100 de alargamiento. Estas aleaciones tienen el inconveniente de ser poco resistentes a la fatiga, apareciendo en ellas fenómenos de tensoresión. Estos fenómenos se han reducido al limitar las impurezas, controlar los procedimientos de obtención y modificar los tratamientos térmicos.

Las aleaciones de aluminio son en estos momentos los materiales más importantes para la construcción de estructuras primarias en aviones comerciales, habiéndose producido en su uso una baja en la fabricación de aviones militares. Así, por ejemplo, el AV8-B "Harrier II" presenta el 47,7 por 100 de su peso estructural en aluminio y el 26,3 por 100 de material compuesto.

Actualmente hay una serie de temas de especial interés en la aplicación de las aleaciones de aluminio en estructuras de avión.

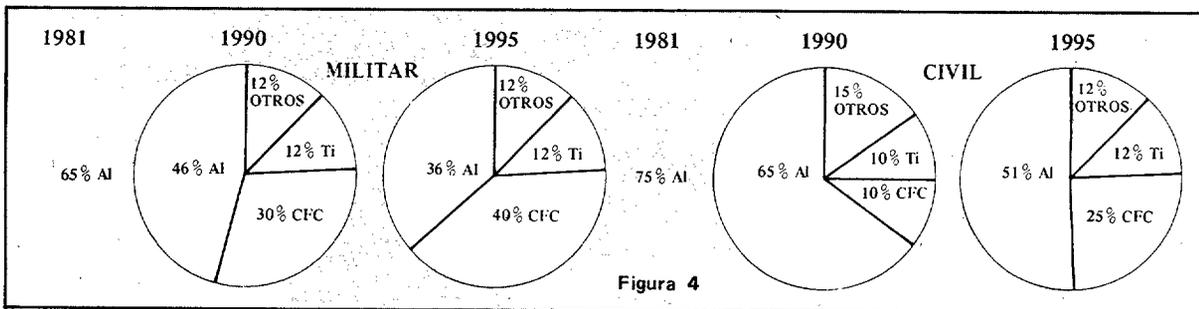


Figura 4

a) La llegada de aleaciones metalúrgicamente más limpias, como las 2124, 2048, sin designación en la normativa nacional, y 7475, denominada L-3768. Estas aleaciones poseen una mayor resistencia a la rotura que las de utilización actual L3140 (2024) y L-3710 (7075).

b) Aplicación potencial de las aleaciones de la serie L-37XX (7000), en especial la L-3768 (7475) en paneles sometidos a tensión, mejor que las aleaciones de la serie L-31XX (2000).

Otra serie de aleaciones interesantes dentro de este grupo son L-3751 (7049), L-3767 (7050) y L-3766 (7010), aleaciones de Al-Zn-Mg+Zr, que combinan alta resistencia a través de secciones gruesas con alta tenacidad a la fractura y buena resistencia a esfuerzos de corrosión y exfoliación.

c) Desarrollo de aleaciones que utilizan el Li como elemento de aleación, con el fin de reducir la densidad de la aleación resultante, conjuntamente con un incremento del módulo de elasticidad. El máximo contenido de litio de estas aleaciones no puede sobrepasar el 3 por 100, ya que las aleaciones producidas a partir de la metalografía de lingote, debido a limitaciones de solubilidad, no pueden sobrepasar este contenido, ya que la aleación resultante mostraría un comportamiento pobre a la ruptura.

Los trabajos que actualmente están realizando las sociedades "Societe Cegedur Pechiney", "Aluminum Co of America (ALCOA)" y "ALCAN", parece que nos llevan a aleaciones de Al-Li-Cu-Mg-Zr, que presentan características muy interesantes y aparentemente parece menos dificultosa su obtención que las de Al-Mg-Li. Figura 5.

Es interesante mencionar los productos anunciados por la Societe Cegedur Pechiney y Alcoa:

CP 271 (2,2Li-1,1Cu-0,7Mg-0,08Zr), con un límite de fluencia* de 490 MPa y una elongación* del 7 por 100.

CP 274 (1,7Li-1,8Cu-1,1Mg-0,04Zr), con un límite de fluencia de 475 MPa y una elongación del orden del 9 por 100.

CP 276 (1,9Li-2,5Cu-0,2Mg-0,04Zr), con 655 MPa y del orden del 5 por 100 de elongación.

ALCOA presenta su "Alithalite 2090", con el fin de reemplazar las aleaciones 7075. Presentan unos valores de resistencia a tracción que se encuentran entre 538-524 MPa y una elongación que varía entre un 8 a 10 por 100.

d) Desarrollo de nuevas aleaciones obtenidas de polvo metalúrgico, es decir, pulvimetalurgia (PM). Esta técnica permite agregar al aluminio un número mayor de componentes y procura grandes mejoramientos en la microestructura (granos más finos y mayor homogeneidad en la repartición de las partículas).

Tanto Boeing como McDonnell Douglas han ensayado dos aleaciones, la 7090 y la 7091. La primera combina una alta resistencia con unas buenas propiedades contra la corrosión y la segunda una resistencia con una buena tenacidad a la fractura.

Las técnicas de producción más extendidas en la PM son:

- Compactación en frío y sinterizado en fase sólida.

- Sinterizado en fase líquida y conformado en caliente (forja o compactación isostática).

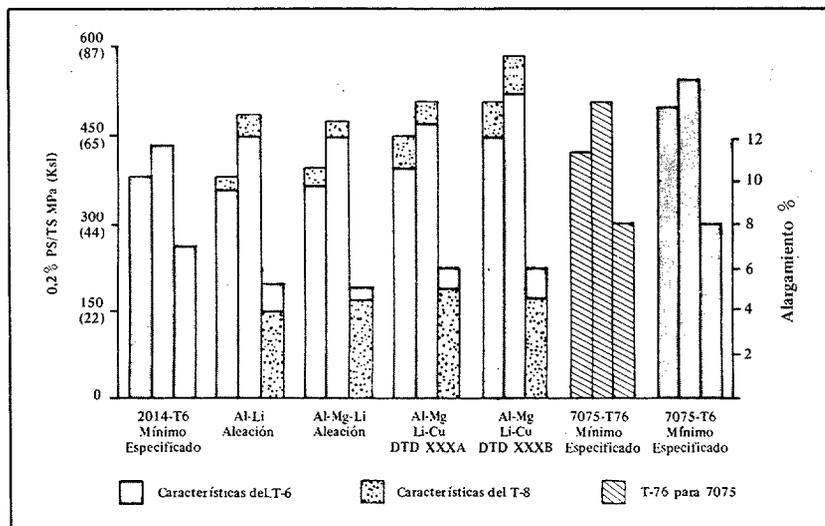


Figura 5. Resistencia a tracción de T6 y T8 en láminas para diversas aleaciones Al-Li comparadas con 2024-T6 y 7075-T6/T76

Titanio

Es un metal estructural relativamente nuevo en la industria aeronáutica, ya que su fabricación a escala industrial comenzó hacia 1950. El interés de las aleaciones de titanio reside en la asociación de una densidad de 4,5 gr/cc, que la sitúa entre el hierro 7,9 y el aluminio 2,7, con una resistencia específica superior a la de los aceros clásicos y aleaciones ligeras y prácticamente igual a la de los aceros de alta resistencia.

* **Fluencia** es la carga bajo la cual el material se vuelve fluente, es decir, empieza a tener una deformación desproporcionada.

* **Elongación** es la deformación del material antes de romperse.

Las propiedades principales que justifican el empleo de estas aleaciones: a) resistencia a la corrosión en distintos medios; b) buen comportamiento a altas temperaturas sin presentar fenómenos de fluencia; c) resistencia específica. Sus inconvenientes: a) elevado precio; b) dificultad de aprovisionamiento; c) dificultad de fabricación, y d) dificultad de preparación superficial para encolado y pintura. Todo esto comparado con las aleaciones de aluminio.

La utilización de las aleaciones de titanio en la fabricación de aviones comerciales puede generalizarse indicando que en aviones subsónicos la media de aplicación es de un 3 por 100, mientras que en supersónicos, donde el criterio de masa es mucho más crítico, con una reducción sensible de las performances de las aleaciones ligeras por efectos térmicos, se prevé un 10 por 100 de la masa total estructural del avión. Así, por ejemplo: 4 por 100 para B-747; 2 por 100 para B-767, y un 5 por 100 para el Airbus.

Una de las primeras aleaciones de titanio en la fabricación fue la desarrollada por la compañía Titanium Metals Co con la colaboración de Lockheed, Ti-13V-11Cr-3Al(B-120), que llegó a alcanzar 1.400 MPa a tracción, empleándose conjuntamente con Ti-6Al-4V/(L-7301) en la fabricación del famoso avión de reconocimiento SR-71 "Pájaro Negro", que alcanzó una velocidad de 3,5 Mach.

Las aleaciones más aplicadas en la construcción de vehículos aéreos son la ya mencionada L-7301 para la aplicación en células y motores, L-7104 (6Al-5Zr-Mo-Si) para zonas de trabajo sometidas a altas temperaturas. Las características mecánicas de ambas aleaciones vienen indicadas en la figura 6.

Las novedades más prometedoras son las aleaciones Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn, que son aleaciones beta mejoradas, laminadas y conformadas en frío y endurecidas por envejecimiento. Presentan una resistencia que suele variar entre 800 a 1.400 MPa, según el recocido, y pueden ser sometidas a soldadura isotérmica con latón. Otra aleación interesante de mencionar es Ti-10V-2Fe-3Al, que presenta la posibilidad de ser utilizada para piezas de forja de precisión, poco costosas, debido a sus características excelentes de deformación a temperaturas de unos 800°C. Presentan una resistencia entre 1.050 a 1.250 MPa.

Es de mencionar la pulvimetalurgia del titanio, que al igual que la del aluminio ha dado lugar a mejores productos y más económicos. Las principales aleaciones del titanio P/M son: Ti-6Al-4V y Ti-6Al-6V-2,5Sn.

DENOMINACION	R	R02	A%
L-7301 (Ti-6Al-4V) (aleación titanio tipo $\alpha + \beta$)	960 MPa	880 MPa	15
L-7104 (Ti-6Al-5Zr-Mo-Si) (aleaciones titanio tipo α y super α)	990 MPa	900 MPa	9

Figura 6

Aceros

A pesar de que su densidad es casi tres veces la del aluminio, se emplea en la construcción de aviones por su mayor resistencia mecánica. Los aceros de muy alta resistencia, tales como Cr-Ni-Mo de baja aleación, con 1,6 por 100 de silicio, con tratamientos térmicos adecuados, en baños de sales, llegando a alcanzar los 200 MPa con una gran tenacidad de fractura y con muy pequeñas deformaciones. Así, el acero tipo F-0133 (300M) es mayormente utilizado en América para trenes de aterrizaje. En Europa se utilizan primordialmente el tipo F-0135 (35NCD16) en los trenes de aterrizaje del Airbus y Concorde.

Los aceros de gran resistencia presentan dificultades debidas a la corrosión bajo carga estática. En un metal determinado puede mejorarse su resistencia a la corrosión mediante la utilización de elementos de aleación apropiados. Así, pequeñas cantidades de fósforo y cobre mejoran la resistencia a la corrosión atmosférica de los aceros estructurales; proporciones del 10 por 100 de Al suministran al hierro una gran resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas aunque le hacen frágil, etc. Es el CR y Ni los que consiguen aceros que soportan la oxidación en casi todos los ambientes, aunque su resistencia mecánica no es muy elevada.

Los aceros utilizados en estructuras de aviones son los denominados "PH" y "Maraging", que son aceros inoxidables a los que se les ha añadido una serie de elementos aleables, tales como Ti, Be, Al, Nb y V, resultando los PH y Ti, Mo y Co los "Maraging".

Otros materiales metálicos

Otros materiales de utilización en la industria aeroespacial, aunque en porcentajes más pequeños son: magnesio, berilio y superaleaciones.

Las aleaciones de magnesio se empleaban mucho en piezas moldeadas, siendo su principal problema los micrirechupes. Este problema se solucionó fundamentalmente por la adición de Zr. Se han conseguido aleaciones de magnesio que soportan hasta temperaturas de 350°C.

El berilio se emplea fundamentalmente en la industria aeroespacial. Con el nombre genérico de superaleaciones se engloban una serie de aleaciones que soportan altas temperaturas con buenas características mecánicas. Son de composición muy variada y por lo general se funden en vacío. ■

Materiales Compuestos Aeronáuticos

PEDRO L. MUÑOZ ESQUER, Ingeniero Aeronáutico

Durante los últimos veinte años de una manera más o menos progresiva se ha ido gestando una revolución silenciosa, la fabricación de piezas de avión en materiales compuestos. Pasando de la construcción de piezas de decoración, carenas, pisos, paneles laterales y de techo, etc., a piezas de estructura secundaria y de éstas a estructura primaria, figuras 1 y 2. Desarrollos estos últimos que se están llevando a cabo en la década de los ochenta para aviones comerciales, ya que tanto en la industria espacial como en la militar, se inició en la década anterior.

La fuerza que ha impulsado esa transformación en la industria aeronáutica, es la misma que se puso cuando la madera fue reemplazada por las aleaciones ligeras, la búsqueda de un mejor rendimiento.

El ingeniero, al diseñar un nuevo ingenio volador, toma como criterios básicos:

- Mejorar la velocidad.
- Reducir el consumo de combustible.
- Aumentar la carga de pago.
- Lograr un mantenimiento más económico.

La solución parece estar encontrada con la aplicación de los materiales compuestos avanzados. Es conveniente tener presente que no todo son ventajas con la utilización de estos materiales. Pues, si bien es cierto que los precios de las distintas fibras de refuerzo disminuyen constantemente, en especial fibras de carbono y Kevlar, sigue siendo un material caro. Por ello, resulta muy conveniente realizar los proyectos de

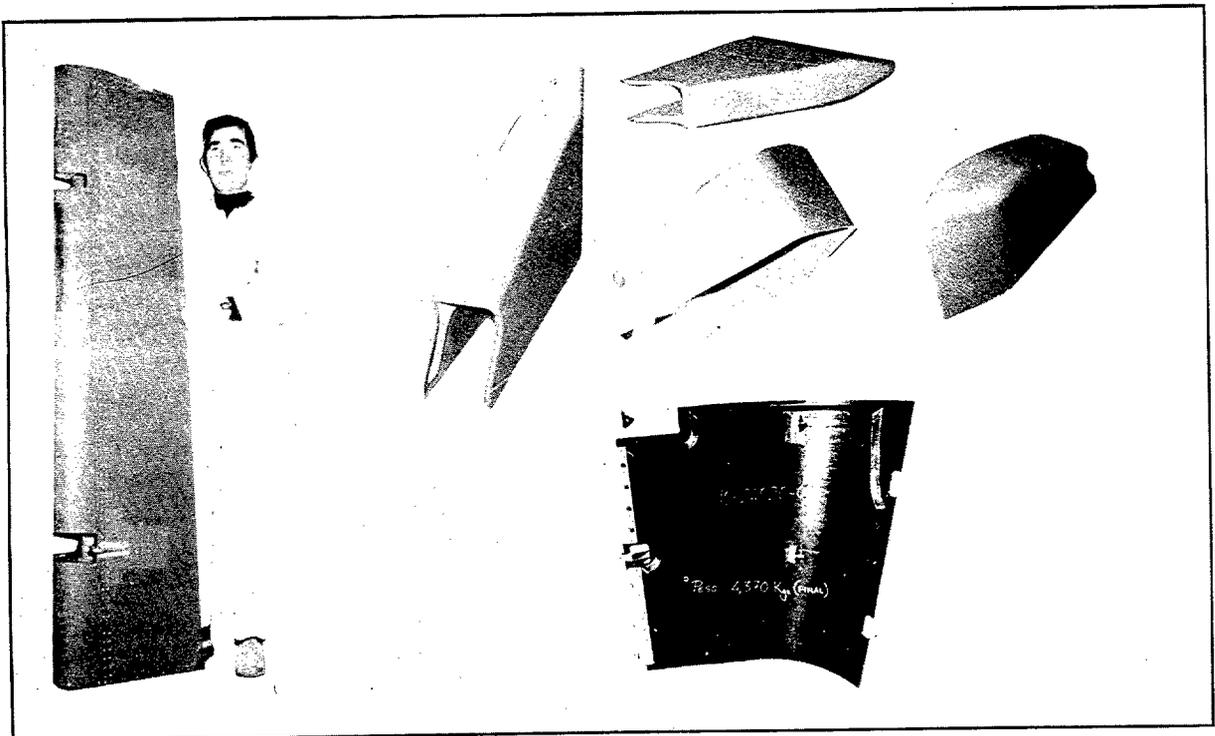


Figura 1. Carenas en fibra de vidrio/epoxi del CN-235. Alerón en fibra de carbono/epoxi del C-101. Capot de motor en fibra de carbono/epoxi, avión C-101

forma racional, que supongan una solución en el número de elementos y la eliminación de operaciones de mecanizado, recurriendo a la obtención de piezas terminadas directamente del molde.

La puesta en obra de los materiales compuestos es aún de tipo artesanal, no obstante se están haciendo grandes esfuerzos por automatizar y robotizar estos procedimientos.

Esta renovación no se logra de la noche a la mañana, sino que ha y está ocasionando un tremendo gasto monetario; puesto que ha creado la necesidad de formar ingenieros con mentalidad distinta a la convencional, para diseñar con estos materiales y no caer en el error de realizar diseños en "Aluminio Negro".

Con el fin de disponer los datos y conocimientos de estos materiales, para acometer un diseño y su posterior fabricación, se están realizando por parte de las compañías de fabricación y diseño aeroespacial toda una serie de ensayos, formas y procesos de fabricación.

¿QUE SON LOS MATERIALES COMPUESTOS?

Los materiales compuestos se han utilizado desde el inicio de la civilización, ya que en la práctica muy pocos son los materiales que se emplean en estado puro, pues como hemos visto en el artículo precedente, los materiales se emplean aleados. Es decir, los materiales tecnológicos están constituidos en varias fases.

Se define como material compuesto o "Composite" al resultante de la asociación entre un material reforzante, generalmente en forma de fibra y un material ligante o matriz, sin que se produzca ninguna reacción química entre ambos, figura 3.

En las figuras 4 y 5 se indican las fibras y matrices a emplear para formar un material compuesto. Las fibras proporcionan las propiedades mecánicas del "Composite", dependiendo de la orientación dada a las fibras y del volumen de ella incorporada. La matriz no se reduce únicamente a "rellenar" los espacios entre las fibras, sino que cabe destacar como funciones importantes: alinear las fibras en las direcciones de esfuerzos preferentes, separar entre sí a las fibras de modo que cada fibra actúe como un elemento independiente, proteger a las fibras de daños mecánicos y del medio ambiente, transmitir las cargas aplicadas sobre él.

Las principales ventajas de los materiales compuestos, se refieren a:

- Reducir el peso
- Mejorar resistencia a la fatiga y corrosión
- Presentar un buen comportamiento aeroelástico
- Mejorar las superficies aerodinámicas y posibilidad de construir formas más o menos complejas.
- Aportar unas excelentes propiedades mecánicas.
- Etc...

siendo sus problemas más relevantes: su precio, procesos lentos y artesanales de fabricación, resistencia al impacto, evaluación de ensayos no destructivos, poca experiencia anterior realmente útil, control de calidad aún no maduro, etc...

MATERIAS PRIMAS

a) Fibras:

Se consideran fibras los materiales cuya relación longitud/diámetro es mayor de 100. En la figura 3 del artículo anterior se indican

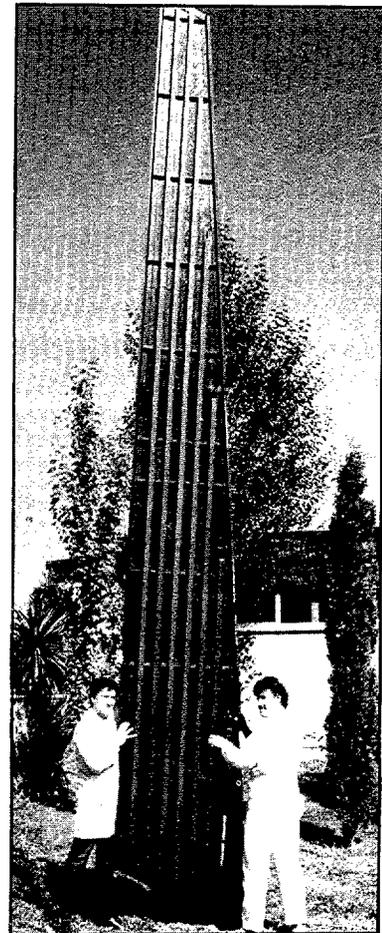


Figura 2. Revestimiento con largueros y costillas integradas en fibra de carbono/resina epoxi, realizado en un solo ciclo. (Pieza de desarrollo, realizada por CASA.)

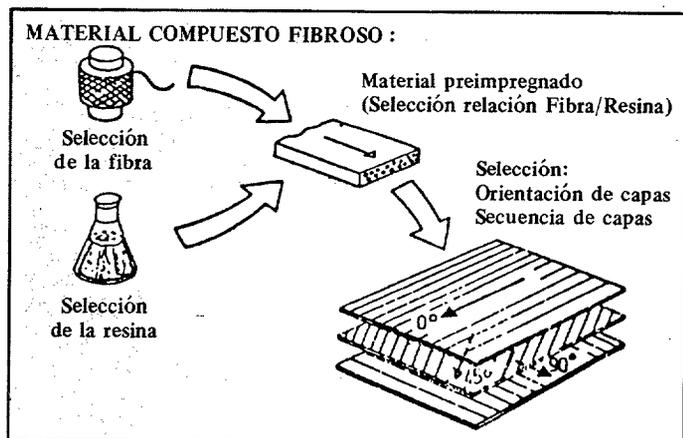
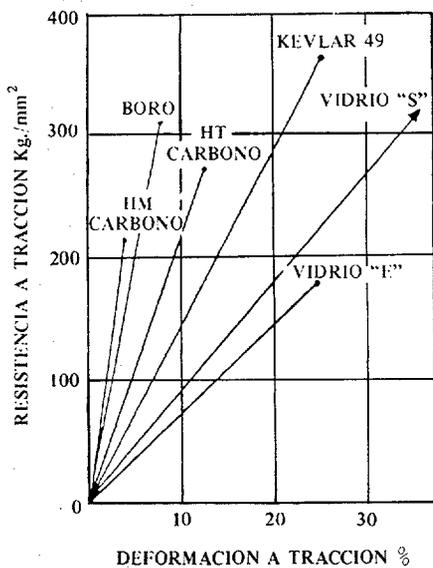


Figura 3



- FIBRAS DE VIDRIO ——— { VIDRIO "E"
VIDRIO "S"
- FIBRAS POLIMERICAS
- FIBRAS DE ARILAMIDAS ——— { NOMEX
KEVLAR
- FIBRAS DE CARBONO ——— { P. ORGANICAS
P. ALQUITRANOSO
P. CARBON
- FIBRAS DE BORO ——— { SOBRE WOLFRAMIO
SOBRE CARBONO
- FIBRAS DE DORSIC ——— { F. BORO CUBIERTA
DE SIC.
- FIBRAS DE CERAMICA ——— 3 M FIBRAS
- FIBRAS DE CARBURO DE SILICIO NYCALON
- FIBRAS DE CUARZO
- FIBRAS DE ALUMINA ——— { HF DUPONT
TYCO

Figura 4

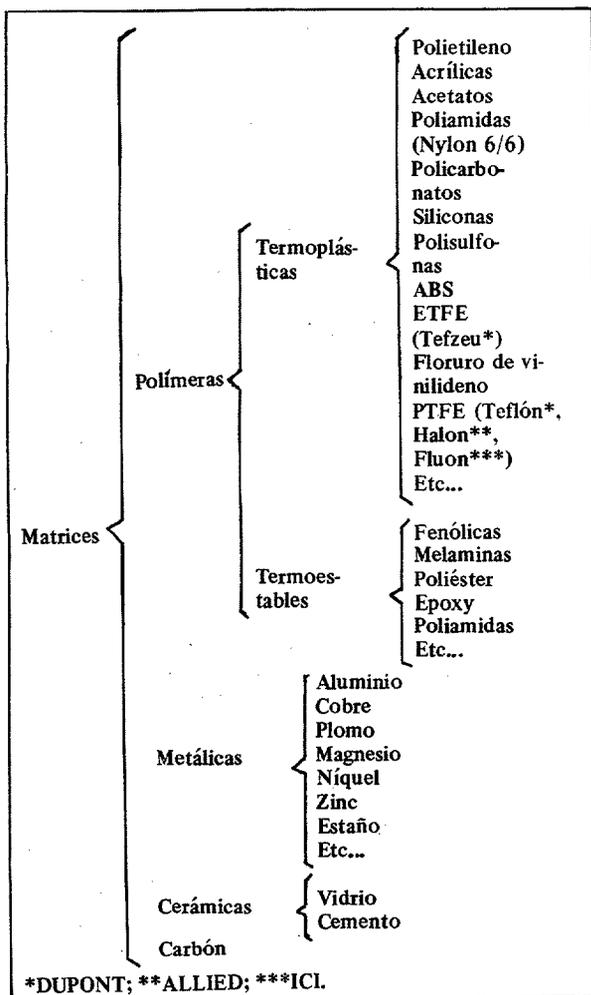


Figura 5

los datos de una serie de fibras cerámicas, orgánicas y metálicas.

Las fibras de vidrio "E", son las más utilizadas, presentando una buena relación performance/coste. Se han desarrollado otros tipos en los que cabe destacar las fibras de vidrio "S", de máxima resistencia (4650 MPa), siendo su limitación su bajo módulo elástico (86 GPa). En la figura 6 se muestra el consumo en Europa de las fibras de vidrio, que junto con la resina de poliéster, forma el material compuesto de mayor consumo.

Las fibras de Aramidas (Nomex, Kermel y Kevlar), son las fibras de Kevlar 29 y 49 las más utilizadas para la fabricación de compuestos de estructuras por su alta resistencia (2700 MPa) y módulo elástico (130 GPa). Su utilización presenta problemas por su baja adhesión con la matriz. Una de sus aplicaciones más sobresaliente es en la fabricación de estructuras secundarias sometidas a la acción de impactos y choques.

Las fibras de carbón o grafito, son obtenidas por degradación térmica controlada de fibras orgánicas. Inicialmente las primeras fibras de carbón, para lámparas incandescentes, se obtuvieron por carbonización parcial de hilos de seda. Luego a partir de fibras polímeras, inicialmente rayon, después poliacrilonitrilo, y actualmente se trata de obtenerlas más económicamente, con la técnica del carbón li-cuado. Se obtienen tres variedades: alta resistencia, intermedia y alto módulo. Estas fibras son las más utilizadas en la industria aeroespacial por su alto módulo elástico (400 GPa), figura 7.

Su coeficiente de expansión térmico negativo, permite el diseño de elementos con coeficientes de expansión nulos, mediante un adecuado posicionado

de las fibras. Presentan el gran inconveniente de su mal comportamiento al impacto, solucionado mediante la formación de híbridos con Kevlar, sobre todo el Kevlar 29.

Las **fibras de Boro**, obtenidas por deposición a partir de una fase gaseosa "rica" en boro en un hilo de Wolframio o carbón. Su proceso de obtención es caro, lento y muy peligroso, teniendo un precio muy elevado. Estas fibras son particularmente interesantes para compuestos de matriz metálica. Presentan valores altos de resistencia a compresión, tracción y módulo elástico.

Las **fibras de carburo de silicio**, se obtienen por una técnica similar a las de boro, salvo que el vapor de deposición es a base de carboranos. El nombre comercial de esta fibra es "Nicalon" y está siendo introducida en el mercado por su facilidad de formar compuestos de matriz orgánica y metálica. Presentan características mecánicas elevadas a temperaturas altas (mantienen unos valores de resistencia a tracción de 1.000 MPa a 1.000°C). La máxima temperatura de servicio de estas fibras son los 1.250°C.

Las **fibras cerámicas**, son en el momento actual productos de poca difusión industrial. Compatibles con matrices metálicas constituirán el campo de composites "ALTAS TEMPERATURAS". Estas fibras son utilizadas para la construcción de blindajes de poco peso ("L.A.S." Lightweight Armour Systems).

Las **fibras metálicas**, tienen como mayor desventaja, frente a las orgánicas, su densidad, precio y características mecánicas específicas. Su uso o no está aún a nivel industrial.

Las fibras de vidrio, carbón, Kevlar y carburo de silicio son las más utilizadas en materiales compuestos con matrices orgánicas (resinas). Estas fibras se suministran en carretes de filamento continuo (roving), en formas tejidas con distintas texturas; como fieltros o fibras cortas sin orientación y como cintas o conjuntos de hilos paralelos no tejidos.

PAISES	VENTAS 1983 (TM)	%
ALEMANIA	75.300	35
FRANCIA	17.200	22
ITALIA	42.900	20
HOLANDA	17.500	8
BELGICA	11.800	6
ESPAÑA	11.500	5
SUIZA	7.700	3
AUSTRIA	2.300	1
TOTAL	216.200	100

MERCADO EUROPEO -CONCEPTOS-	1983	
	VENTAS (TM)	%
CONSTRUCCION	46.800	21
DEPORTES-SOCIO	12.000	6
MAT. INDUST/AGRIC.	40.500	18
TRANSPORTES	36.600	17
ELECTRIC/ELECTRON.	47.600	22
BIENES DE CONSUMO	9.200	4
DIVERSOS	25.500	12
TOTAL	218.200	100

Figura 6

GASTOS DE FIBRA DE CARBONO EN DISTINTAS AREAS DEL MUNDO EN TONELADAS/AÑO DESDE 1980 A 1985

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
U.S.A.	500	790	840	1.260	2.000	3.000
EUROPA	100	140	250	350	480	640
JAPON	220	270	380	500	600	800
OTROS	20	50	150	200	240	310
TOTAL	840	1.250	1.620	2.310	3.320	4.750

GASTOS DE FIBRA DE CARBONO PARA DISTINTAS APLICACIONES (1981) EN TONELADAS/AÑO

	AEROESPACIO	DEPORTES	OTROS	TOTAL
U.S.A.	400	160	230	790
EUROPA	70	30	40	140
JAPON	10	210	50	270
OTROS	-	50	-	50
TOTAL	480	450	320	1.250

Figura 7

PROPIEDADES MECANICAS TÍPICAS DE COMPOSITES CON MATRIZ EPOXIES

Propiedades	Grafito/Epoxies		Boro/Epoxi	Kevlar 49/Epoxi	"S" Vidrio/Epoxi
	Alta resisten.	Alto módulo			
(g/cc) Densidad	1,5	1,6	2,0	1,3	1,9
(MPa) Resist. Tracción	1.296	628	1.524	930	1.447
(GPa) Módulo	148	330	214	89	41

* Estos compuestos contienen un 50% de contenido en fibra y un 50% de epoxi, en volumen.

Figura 8

b) Matrices:

Las matrices alojan refuerzos, cargas, fibras o tejidos; son una fase sólida continua, resistente y dúctil. En la figura 11 se indican las matrices posibles a usar en la formación de materiales compuestos.

Actualmente, la casi totalidad de los materiales compuestos se realizan con resinas termoestables. Los fabricantes de matrices están desarrollando matrices termoplásticas, con el fin de crear materiales compuestos cuyos métodos de transformación sean competitivos con los utilizados en la industria del metal.

Las **matrices poliméricas termoestables**, a la temperatura de proceso, en la resina en estado líquido se produce una reacción química de entrecruzamiento, convirtiéndose en un sólido rígido, infusible e insoluble. Este proceso, llamado ciclo de curado, depende del sistema de resina utilizado. Las tres resinas de este grupo más empleadas son: Poliéster (UP), Fenólica (PF) y Epóxidos (EP).

Las **resinas de Poliéster**, son el tipo más común de matriz para los composites, asociada con fibras de vidrio, formando embarcaciones, carrocerías de vehículos y componentes de estructuras secundarias y aviones, como carenas y tabiques de separación. Son resinas baratas que tienen buenas propiedades eléctricas y dieléctricas, con el inconveniente de presentar contracciones en el curado (6 al 9%), provocando microgrietas.

Las **resinas fenólicas**, son las más antiguas dentro de este grupo. Su principal dificultad está en las condiciones de procesos, exigiendo altas presiones para evitar la formación de poros, debido a la cantidad de volátiles que se forman durante la polimerización. En la industria aeronáutica ha aumentado mucho su utilización, tanto para paneles electrónicos como para revestimientos interiores de avión, por su baja emisión de humos en caso de incendio. Pueden utilizarse hasta temperaturas de 300° C.

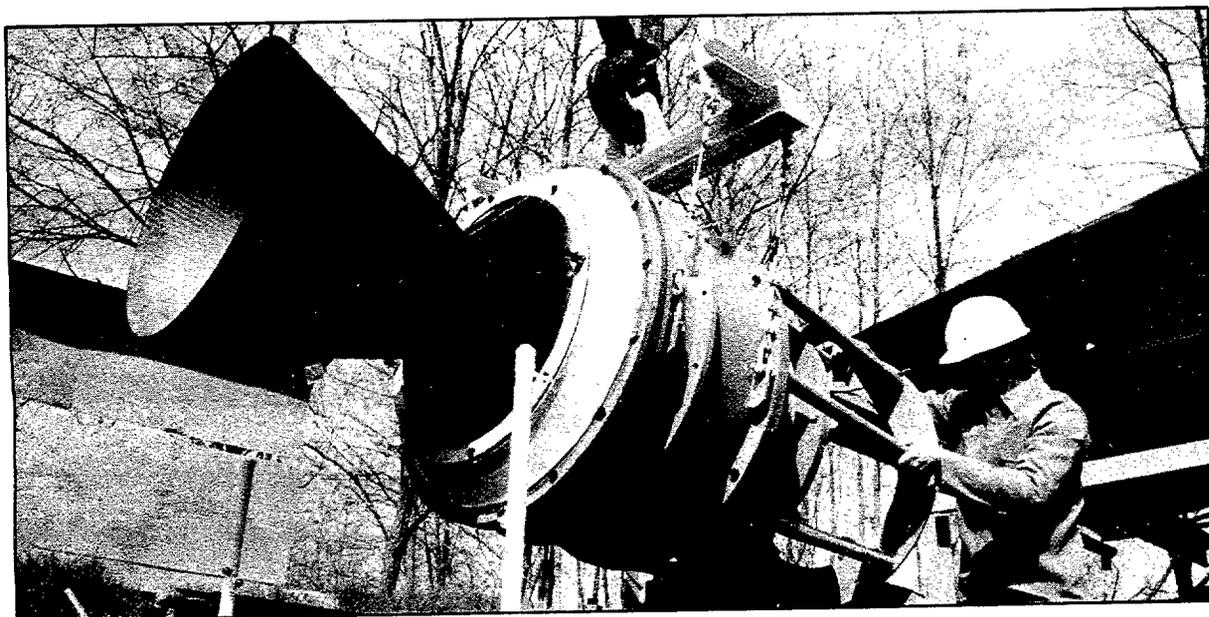
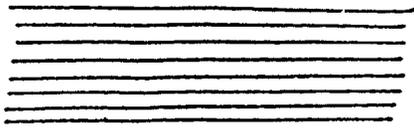


Figura 9

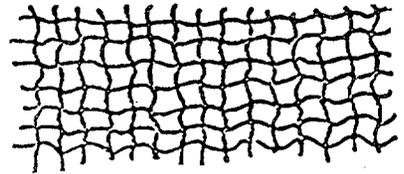
Las **resinas epoxies**, son las matrices que consiguen los materiales compuestos de mejores propiedades, por su alta adhesión a las fibras y baja contracción. Sus propiedades pueden variarse enormemente mediante modificaciones de la estructura química básica. Tienen gran estabilidad dimensional y contraen muy poco durante la polimerización. Su resistencia a solicitaciones estáticas y dinámicas, es elevada y también a los productos químicos. Existen resinas de uso de hasta 200° C, pero normalmente se emplean de 80° a 120° C de temperatura de servicio. Figura 8.

Las **matrices polímeras para altas temperaturas**, son denominadas en algunas ocasiones termoplásticos-termoestables, por su estructura química. Algunas de éstas alcanzan los 300°C de temperatura de servicio soportando estados transitorios de hasta 500°C. El sistema más desarrollado es el de las poliimididas, formando compuestos avanzados con fibras de carbono y cerámicas (Nextel), aplicadas para conjuntos que trabajan a temperaturas elevadas. Los procesos con estos sistemas de resinas son difíciles.

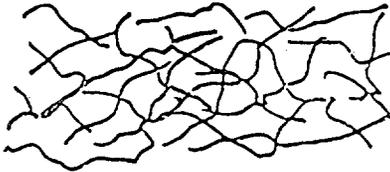
Las **matrices de carbón**, dan lugar a los compuestos denominados C/G (CARBON-CARBON). Se obtienen incluyendo las fibras en la matriz polimérica que se carboniza por calor, llegando a una estructura final gráfica, en atmósfera inerte durante varias horas a temperatura de unos 2800°C. Se emplea para la fabricación de conos de protección de vehículos espaciales, toberas de motores, plantas nucleares, frenos para ruedas de aviones, etc. Figura 9.



CINTAS: SERIE DE FIBRAS QUE CORREN PARALELAMENTE ENTRE SI.
ROVING O MECHA: CONJUNTO DE HILOS SIN TORSION DE BASE CONTINUA.



TEJIDOS: JUEGOS DE FIBRAS SITUADAS A 90° ENTRE SI.



S.M.C. "SHEET MOLDING COMPOUND": LAMINAS FORMADAS POR FIBRAS CORTADAS QUE VARIAN DESDE 6,35 A 50 mm. DE LONGITUD Y CARGAS IMPREGNADAS EN RESINA.

SMC-R

SMC-D

SMC-C



S.M.C. - R: DISTRIBUCION ISOTROPICA DE FIBRAS.
S.M.C. - D: DISTRIBUCION ORIENTADA DE FIBRAS.
S.M.C. - C: DISTRIBUCION ORIENTADA CON FIBRAS CONTINUAS.

Figura 10

Las matrices **Cerámicas y Metálicas**, aún no han alcanzado una etapa industrial, estando su dificultad en conseguir una buena adherencia matriz-fibra, sin deterioro de las propiedades mecánicas de ésta y una ausencia de porosidad. Los procesos de fabricación son: Proyección de plasma, electrodeposición y sinterizado.

Los sistemas que pueden formarse son clasificados en tres clases:

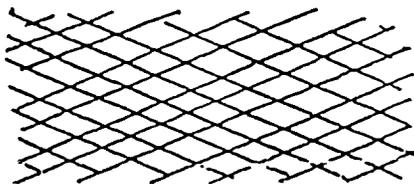
Clase I: Filamentos y matriz no reaccionan y son mutuamente insolubles (Aluminio-SiC, Cobre-Aluminio, Aluminio-Boro, Magnesio-Boro, etc...)

Clase II: Filamentos y matriz no reaccionan, pero presentan alguna solubilidad (Níquel-Carbono, Níquel-Wolframio, etc...)

Clase III: Filamento y matriz reaccionan (Titanio-Boro, Alúmina-Sílico, etc...).

Estos tipos de materiales compuestos, junto con los de **matriz de vidrio** (vidrio/carbón, vidrio/carburo de silicio), **matriz cerámica** (cerámica/carbón) y los de matrices polímeras para alta temperatura son las nuevas innovaciones tecnológicas para los años próximos.

Como se ha venido indicando, la unión del material de refuerzo con la matriz forma el compuesto, figura 3. Este puede formarse durante el proceso de fabricación, por lo que se recibirán de los proveedores ambas materias primas por separado, o ya unidas por el fabricante (impregnador). Es decir, las fibras continuas o discontinuas impregnadas de resina en cantidad adecuada, con su correspondiente inhibidor de la reacción. Estos materiales así formados se denominan preimpregnados o "Prepreg". En las figuras 10, 11, se indican las distintas formas de presentarse estos materiales. ■



X.M.C.: FAMILIA DE PRODUCTOS EN LA CUAL LAS FIBRAS CONTINUAS DE REFUERZO, SE ENCUENTRAN A UN CIERTO ANGULO.

H.M.C. "HIGH MOLDING COMPOUND": SON SMC EN LOS QUE LA PROPORCIÓN DE REFUERZO FIBROSO SE AUMENTA A BASE GENERALMENTE DE DISMINUIR LA CARGA.



D.M.C. O PREMIX: PASTA FORMADA POR UNA COMBINACIÓN DE RESINAS, REFUERZOS DE F. CORTADAS Y DETERMINADOS COMPUESTOS QUÍMICOS AUXILIARES.

B.M.C. "BULK MOLDING COMPOUND": SON DMC EN LOS QUE SE HA ANADIDO A LA FORMULACION UN AGENTE ESPESANTE, OBTENIENDO UNA MASA MUCHO MAS VISCOSA.

Figura 11

Los materiales: Espina dorsal de los motores a reacción

DAVID REDONDO BENITO DEL VALLE, Ingeniero Aeronáutico

INTRODUCCION: DEL MOTOR DE EMBOLO AL TURBOFAN

Los motores alternativos han sido, desde el primer vuelo de los hermanos Wright en 1903 hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial, la planta de potencia predominante en los aviones civiles y militares, y aún mantienen su preeminencia en el mercado de la aviación ligera. Es significativo que desde el primer momento el desarrollo de la aviación ha ido ligado íntimamente con el de los materiales, como lo indica el hecho de que los hermanos Wright utilizaran un bloque de aluminio para su motor, obteniendo una relación peso/potencia de 15 libras por caballo, lo que les permitió remontar el vuelo por vez primera.

Asimismo, el desarrollo de materiales para su utilización en los motores de émbolo de altas prestaciones de la Segunda Guerra Mundial, así como para los turbocompresores que permitieron mayores velocidades de vuelo y mantener la potencia a mayores altitudes, posibilitó la construcción de los primeros motores a reacción. Tanto las aleaciones de aluminio para pistones, como los aceros empleados en cigüeñales, y las superaleaciones usadas para recubrimientos en asientos de válvulas de escape, tuvieron utilización en los primeros diseños de motores a reacción.

El desarrollo de los materiales ha sido incesante desde aquellos días, permitiendo la construcción de motores cada vez más potentes, eficientes y ligeros, hasta llegar a la situación actual, que presenta un abanico de posibilidades como nunca habría soñado un ingeniero de materiales, que puede elegir entre los nuevos materiales compuestos de matriz orgánica o metálica, las aleaciones metálicas de alta tecnología, y los aún más nuevos materiales cerámicos.

El acelerado desarrollo de los turboreactores

La progresión de los motores en cuanto a peso específico (peso/empuje), consumo específico (consumo/empuje) y empuje de despegue ha sido espectacular ("sky rocketing" en inglés) como se puede apreciar en la figura 1. Comparado con el motor Whittle W1, que desarrollaba unas 1.000 lb de empuje, los motores actuales llegan a desarrollar 50 veces más empuje. Por otro lado, como se aprecia en la figura citada, el peso y el consumo específicos han sufrido considerables reducciones, siendo actualmente del orden de la mitad que en los años 50.

Estas mejoras en los motores han sido posibles (además de por mejoras de diseño que han aumentado la eficacia de los componentes) por un notable incremento en las temperaturas de funcionamiento y en la relación de compresión (ver figuras 2 y 3). La utilización de aleaciones más ligeras, como el titanio, y más resistentes a alta temperatura, ha acompañado esta mejora de las prestaciones de los motores (ver figuras 3 y 4).

SELECCION DE MATERIALES PARA UN MOTOR: EXIGENCIAS DE DISEÑO Y SOLUCIONES ACTUALES

Las extremas condiciones de presión y temperatura en que trabajan las piezas de un motor a reacción, así como la continua exigencia de aumentar su empuje y de reducir el peso y consumo, sin comprometer la fiabilidad y durabilidad del sistema, obligan a hacer una selección muy cuidadosa de los materiales a emplear en cada parte del motor, por ello pasaremos una rápida revista a los requisitos de diseño de algunas de las piezas principales del mismo, según las distintas zonas del motor en las que trabajan (ver figura 5).

Alabes del compresor

Los álabes móviles deben soportar esfuerzos centrífugos muy altos a temperaturas progresivamente mayores, como se aprecia en la figura 2; esto, unido a una buena resistencia a la fatiga, resistencia a la erosión y al impacto de objetos extraños (especialmente en los álabes de fan), obliga a utilizar materiales de alta resistencia específica (alta resistencia y densidad baja) y módulo elástico específico (rigidez) alto. Por ello se utilizan álabes de duraluminio (tipo 2014) y aleación de titanio α - β (tipo Ti-6Al-4V) en los primeros escalones del compresor, pero según va incrementándose la temperatura se usan otras aleaciones de titanio, como la Ti-8Al-1Mo-1V (tipo casi- α), o la Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo (tipo casi- α), y en los últimos escalones es necesario utilizar superaleaciones como la A-286 (base hierro) o Inconel 718 (base níquel).

Los álabes fijos del compresor no están sometidos a los esfuerzos centrífugos de los giratorios, por lo que la exigencia de ligereza es menor; como por otro lado no es conveniente colocar álabes contiguos de titanio, por el peligro de incendio provocado por un roce incidental en piezas de este material, se suelen fabricar bien de aleación de aluminio 6061 ó 2014 en los primeros escalones, o de aceros inoxidable martensíticos tipo AISI 410 o Greek Ascology en las siguientes, utilizando en los últimos escalones del estátor superaleaciones de níquel como la Inconel X750.

Discos del compresor y de la turbina

Las condiciones de trabajo de los discos tanto del compresor como de la turbina exigen de ellos una fiabilidad absoluta, pues pequeños deterioros o incluso grietas que en otras partes del motor pueden ser soportadas dentro de ciertos límites, en los discos dan lugar a fallos que pueden ser catastróficos.

La energía almacenada por el conjunto rotatorio de alta presión es muy elevada, por ejemplo en el

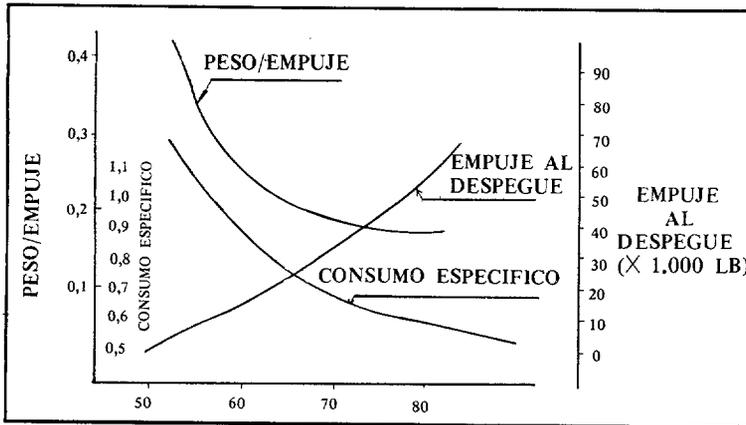


Figura 1. Tendencias del peso, consumo específico y empuje en motores a reacción civiles

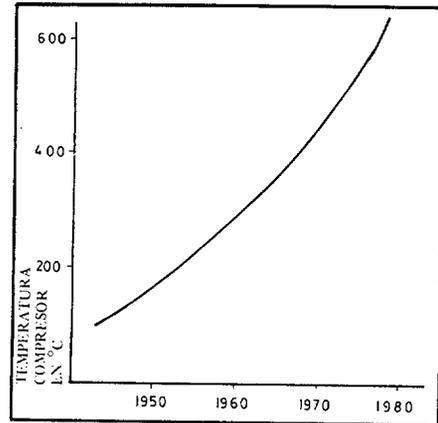


Figura 2. Variación de la temperatura de salida del compresor con el tiempo

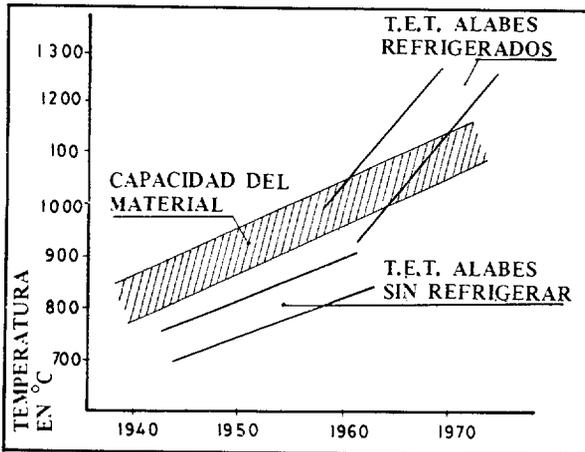


Figura 3. Contribución del desarrollo de materiales y la refrigeración de los álabes, al aumento de la temperatura de entrada a la turbina (T.E.T.)

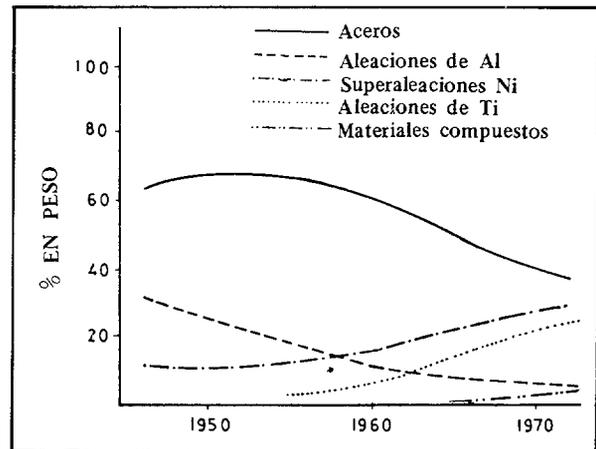


Figura 4. Tendencias en el empleo de materiales en motores a reacción

despegue el motor Rolls Royce Conway almacena en la turbina de alta presión la energía equivalente a la de un vehículo de 25 toneladas que circula a unos 50 km/h. Este primer objetivo de fiabilidad hay que conseguirlo a través de un control muy cuidadoso de la microestructura de los materiales, lo que exige unos procesos de fabricación y de verificación completamente garantizados.

Los discos se diseñan de forma que mantengan una estabilidad dimensional muy alta, con objeto de evitar el roce de la punta de los álabes, que soportan con las paredes de la carcasa envolvente. Suelen ser de mayor espesor en la parte central, donde aguantan superiores esfuerzos y la temperatura es menor, mientras que en la periferia son de menor espesor, salvo en el encastre de los álabes, donde hay una concentración de esfuerzos.

Aunque inicialmente se utilizaran aceros inoxidables martensíticos para los discos del compresor, a partir de los años 60 fueron sustituidos totalmente por el titanio, con la excepción de los últimos escalones, donde debido a las altas temperaturas se utilizan las superaleaciones de níquel como la Inconel 718 o Merl 76.

Los discos de la turbina, fabricados inicialmente de aceros inoxidables austeníticos, pasaron rápidamente a ser de aleaciones de níquel, más resistentes a alta temperatura, utilizándose en la actualidad la técnica de la pulvimetalurgia, con el consiguiente beneficio en homogeneidad y grano fino.

Alabes de la turbina

Son estas piezas las que sin duda alguna soportan las condiciones de trabajo más duras, no sólo por las condiciones de presión y temperatura, sino porque los gases de combustión que directamente inciden sobre ellos son altamente corrosivos por la presencia de cloruros y sulfatos procedentes del queroseno. La búsqueda de mayores empujes y menores consumos ha obligado a incrementar progresivamente la temperatura de entrada a la turbina (ver figura 3); esto sólo ha sido posible:

1.º Desarrollando aleaciones que mantengan una resistencia apreciable a dichas temperaturas, a la vez que con gran capacidad de resistir los fenómenos de fluencia y fatiga térmica.

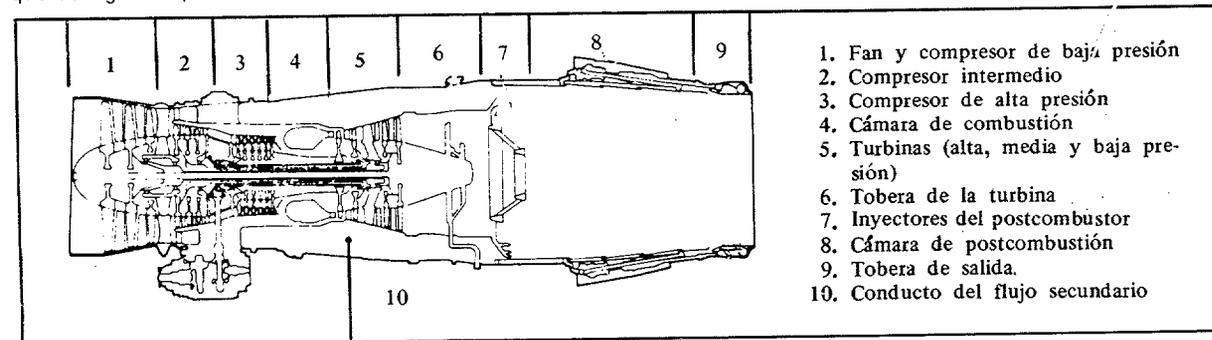


Figura 5. Conjuntos en que se divide un motor (RB 199)

2.º Protegiendo los álabes con recubrimientos metálicos anticorrosivos, principalmente basados en el sistema Ni, Co, Cromo, Aluminio, Ytrio o incluso recubrimientos cerámicos, como compuestos de Mg y Zr.

3.º Refrigerando los álabes interna y externamente creando una película de aire más frío procedente del compresor (ver figura 6).

Actualmente se utilizan en el primer escalón de álabes fijos superaleaciones de cobalto y a continuación superaleaciones de níquel, habiéndose introducido últimamente álabes monocristalinos que proporcionan una mayor resistencia mecánica a altas temperaturas, así como resistencia a la fluencia.

Cámara de combustión

En esta parte del motor los materiales alcanzan las máximas temperaturas, con un valor medio de 800°C, y llegando incluso transitoriamente a 1.000°C. Para poder soportar estas condiciones de trabajo, los materiales deben tener una óptima resistencia a la oxidación en caliente y a la fatiga térmica, además de una moderada resistencia estática y a la fluencia. A pesar de utilizarse barreras térmicas cerámicas, principalmente de Mg-Zr, pocos materiales son capaces de soportar estas condiciones; se utilizan superaleaciones de níquel, como las Hastelloy X y Haynes 188.

Cárteres

Estas piezas, además de su misión estructural de formar el armazón del motor, deben contener en su interior las partes giratorias, lo que exige por un lado tener una alta resistencia a la penetración, para el caso de desprendimiento de algún álabes, y por otro lado un ajuste perfecto con las partes giratorias, pues una holgura excesiva en el compresor causaría una reducción del margen de "surge" en las aceleraciones y en la turbina un aumento del consumo específico de combustible (un aumento del 0,1 mm en la holgura

álabes-cárter puede significar un aumento de un 0,5 por 100 en el consumo específico).

Según la zona del motor se emplean diferentes aleaciones, como aluminio (6061), titanio (Ti-6Al-4V), aceros inoxidables martensíticos (AISI 410, Greek Ascology) o superaleaciones (Inconel 718, René 77, Mar-M-509).

EL FUTURO DE LOS MATERIALES: EXIGENCIAS DE EFICIENCIA Y DURABILIDAD

El avance en los motores a reacción en los últimos quince años ha sido muy considerable, pero no por ello se han agotado las posibilidades de desarrollo, sino que los nuevos proyectos abarcan un amplio abanico de mejoras, tanto en actuaciones como en peso y coste del ciclo de vida. En el campo específico de los materiales y procesos de fabricación la tabla de la figura 7 muestra los objetivos hacia los que se dirige la investigación actual, junto con las líneas de trabajo que parecen más prometedoras.

Para cumplir estos objetivos propuestos, diversas tecnologías de materiales se están desarrollando, en las cuales va muy unido el diseño del nuevo material con el proceso de fabricación, interviniendo el ingeniero de materiales en las primeras fases del proyecto, junto con los estructuralistas, expertos en aerodinámica, etc. Para las partes frías del motor, capotas, carenas, sección de entrada al compresor, etc., se propone:

- Materiales compuestos bien de matriz orgánica o metálica.
- Nuevas aleaciones de titanio de alta resistencia y fácil soldabilidad.
- Nuevos sistemas de aluminio de mayor resistencia y que soporten temperaturas más altas.
- Componentes híbridos, combinando piezas metálicas con materiales compuestos.

Para las secciones de temperatura intermedia de motor, entre 300 y 700°C, se está trabajando actualmente en:

- Aleaciones de titanio de alta temperatura para álabes y discos.
- Composites de matriz metálica con rigidez y resistencia diseñada para cada pieza determinada.
- Superaleaciones mejoradas por procesos termomecánicos.

Para las partes más calientes del motor las líneas de trabajo actuales son las siguientes:

- Discos fabricados por pulvimetalurgia.
- Alabes monocristalinos.
- Materiales reforzados por dispersión de óxidos.
- Componentes cerámicos.
- Recubrimientos resistentes a la oxidación en caliente.
- Barreras térmicas cerámicas.
- Materiales compuestos para alta temperatura.
- Aleaciones de solidificación eutéctica.

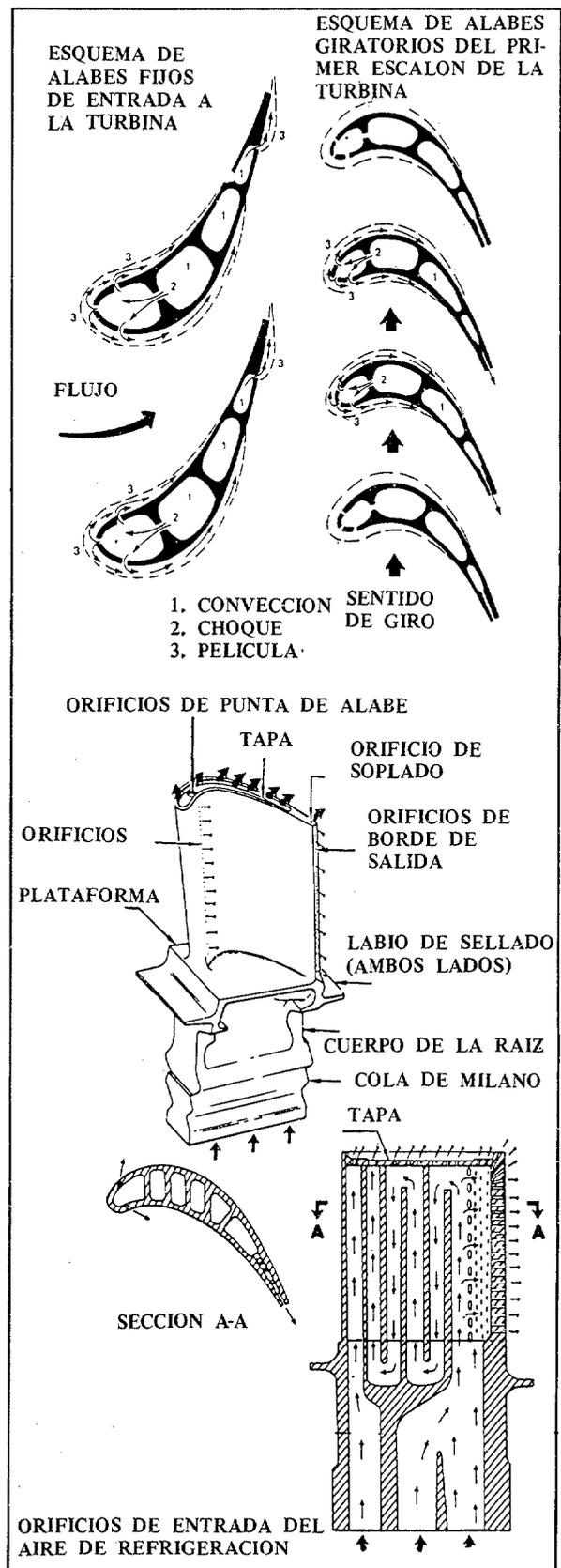


Figura 6. Detalles del sistema de refrigeración de álabes de turbina (General Electric)

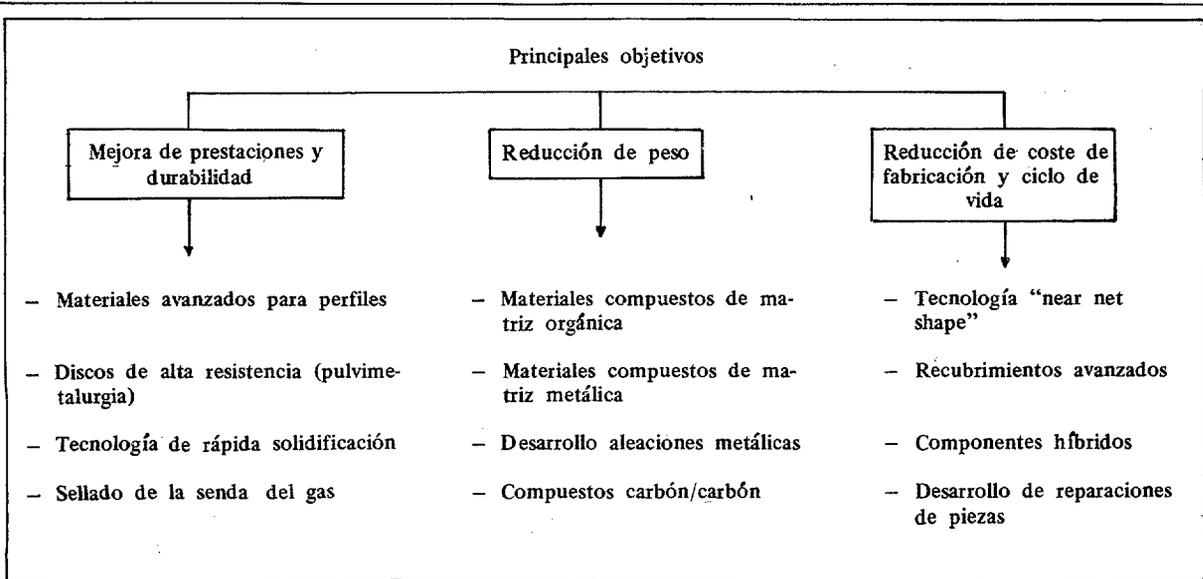


Figura 7. Tecnología de materiales y procesos

Esta rápida visión de los campos de desarrollo de nuevas tecnologías de materiales para motores como es obvio tiene que ser breve, pues se está trabajando en muy numerosas y diferentes áreas, lo que por otro lado indica que se pueden hacer todavía sensibles mejoras en los motores a reacción, esto unido a los esperados avances en diseño aerodinámico y estructural, harán que los motores que están aún en la mesa de proyectos tengan unas prestaciones sensiblemente mejoradas respecto a los de la última generación.

El desarrollo de los materiales para los motores civiles y militares es muy similar, aunque en los motores militares es donde históricamente se han aplicado primero los nuevos avances. Por otro lado suele ser habitual que los motores civiles se deriven de otros militares, por ejemplo, el motor General Electric CJ805 es la versión comercial del motor J79; el Rolls Royce RA29 deriva del militar Avon; el Pratt & Whitney JT3 es versión civil del J57, y el JT4 del J75, así como el JT8D está basado en el J52. Más modernamente, por ejemplo, el General Electric TF39 dio como versión civil el conocido CF6, por no citar más casos.

Como en otros campos de la tecnología, se comprueba que las inversiones inicialmente destinadas a potenciar la capacidad defensiva de un país tienen un inmediato aprovechamiento en el campo civil.

EL TITANIO: CAPACIDAD DE DESARROLLO AUN SIN EXPLOTAR

El titanio y sus aleaciones es un material aeronáutico por excelencia por su ligereza, resistencia equiparable en algunos casos al acero, excelente comportamiento a fatiga y resistencia a corrosión. En la actualidad se trabaja en el desarrollo de nuevas aleaciones de titanio de ultraalta resistencia, como

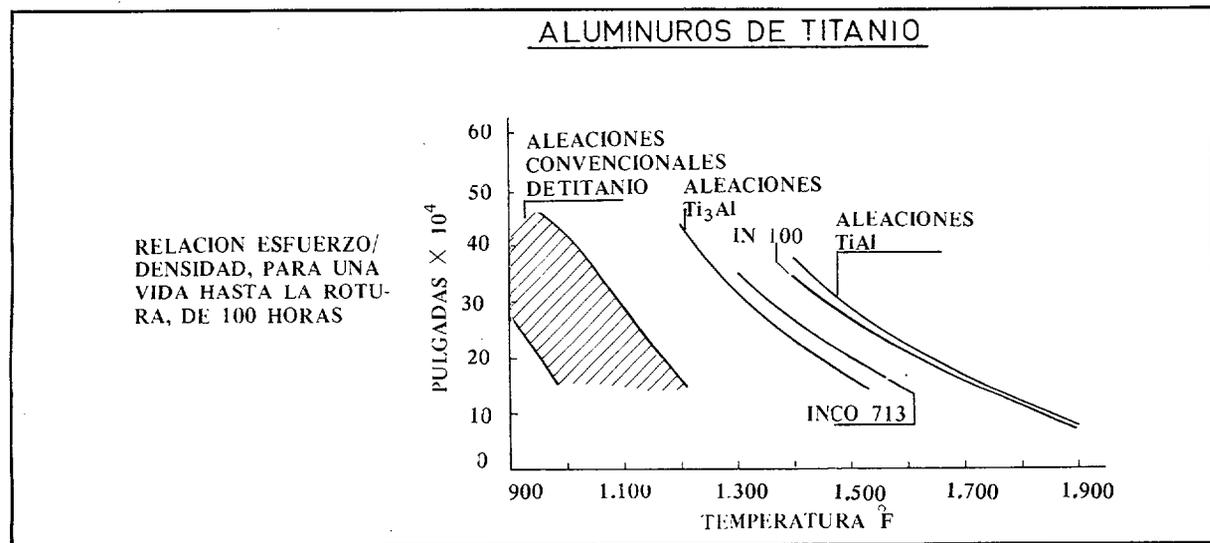


Figura 8

la Ti-10V-2Fe-3Al, con una carga de rotura que está en el rango de los 125 a 150 kg/mm², o la Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo, que alcanza del orden de 130 kg/mm². Por otro lado se intenta aumentar el margen de temperaturas de utilización, que en la actualidad llega hasta unos 550 °C con aleaciones como la citada Ti-6-2-4-6 o la inglesa IMI-829, mediante recubrimientos especiales, como deposición iónica de platino, o bien desarrollando aleaciones no convencionales conteniendo compuestos intermetálicos, como Ti₃Al(α₂) o TiAl(γ) a los que se añade Niobio (Nb), con capacidad de soportar la oxidación hasta los 900 °C; estas aleaciones, como se observa en la figura 8, serían comparables a superaleaciones de níquel como las Inco 713 o In 100.

LOS MATERIALES COMPUESTOS: FUTURO PROMETEDOR

Las tecnologías de fabricación de materiales compuestos han llegado a un nivel de madurez suficiente para ser introducidas en los nuevos diseños de motores, siendo las partes frías de los mismos, sección de entrada, carenas y cubiertas, las primeras que han visto piezas de material compuesto de matriz orgánica (ver figura 9), aunque con el progresivo desarrollo de matrices orgánicas resistentes a más alta temperatura y los compuestos de matriz metálica, su aplicación se hará extensiva a secciones más calientes del motor.

Los sistemas actuales en estudio para su aplicación a motores son fibra de vidrio/epoxy, grafito/epoxy, grafito/polimida y Kevlar/epoxy, como compuestos de matriz orgánica, y boro/aluminio, fibra FP (alúmina)/aluminio y Bor-Sic/titanio para los compuestos de matriz metálica.

Como ejemplos de aplicación de las nuevas tecnologías a motores de reacción podemos citar:

Estructuras y armazón del fan

Para el programa QCSEE de motor avanzado de la NASA se está desarrollando en grafito-epoxy, soporta un esfuerzo máximo de 690 MPa y está diseñado para absorber los desequilibrios creados por la pérdida simultánea de cinco álabes del fan. Su peso se reduce a 215 kg (20 por 100 de reducción respecto a un conjunto metálico).

Alabes guías de salida del fan

Para el motor JT9D de Pratt & Whitney, fabricados básicamente en grafito-epoxy, constan de un núcleo con fibras longitudinales (en dirección del álabes, radiales respecto al motor) para absorber las cargas de flexión y cuatro capas externas con fibras en orientación de ±30° respecto al eje con objeto de absorber las cargas de torsión. El álabes con un borde de ataque de aluminio para resistencia a impactos, está recubierto de una capa de poliuretano resistente a la erosión.

Se podrían citar numerosos ejemplos más, como el conducto externo de salida del motor F404 (F-18), fabricado actualmente en titanio, y a punto de cambiarse a un sistema grafito-polimida, o los flaps de la

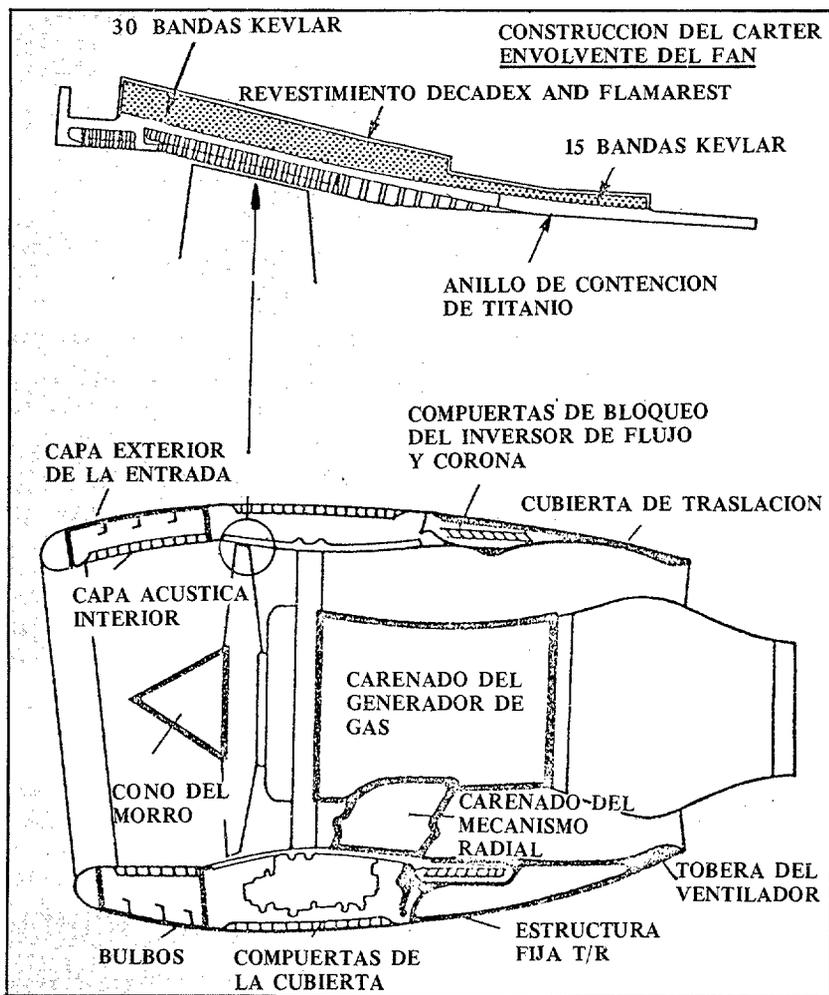


Figura 9. Esquema de componentes fabricados en materiales compuestos del motor RB211 - 525, -535 del Rolls-Royce

tobera de salida del motor PW1120 que se están diseñando directamente (sin sustituir a una pieza anterior metálica) en grafito-polimida.

NUEVOS MATERIALES PARA ALTA TEMPERATURA

Los álabes de la turbina de alta presión, debido a las rigurosas condiciones de temperatura, carga y atmósfera en las que operan, son normalmente los componentes del motor que limitan más la mejora de sus prestaciones. Las superaleaciones de níquel son una clase de materiales que poseen la combinación óptima de propiedades que se requieren para soportar estas condiciones de trabajo. Actualmente parece que se ha alcanzado un tope en la continua mejora de las características de estas aleaciones, que en los últimos 30 años se ha conseguido añadiendo distintos elementos de aleación para aumentar su resistencia y comportamiento a altas temperaturas. Se ha intentado reemplazar las superaleaciones base níquel por otros sistemas para elevada temperatura (por ejemplo, aleaciones base cromo o base niobio), pero sin ningún éxito, por lo que en los últimos años se ha intentado obtener componentes para altas temperaturas por tres vías diferentes:

- Desarrollar estructuras direccionales en superaleaciones base níquel.
- Materiales tipo carbón/carbón.
- Nuevos materiales cerámicos.

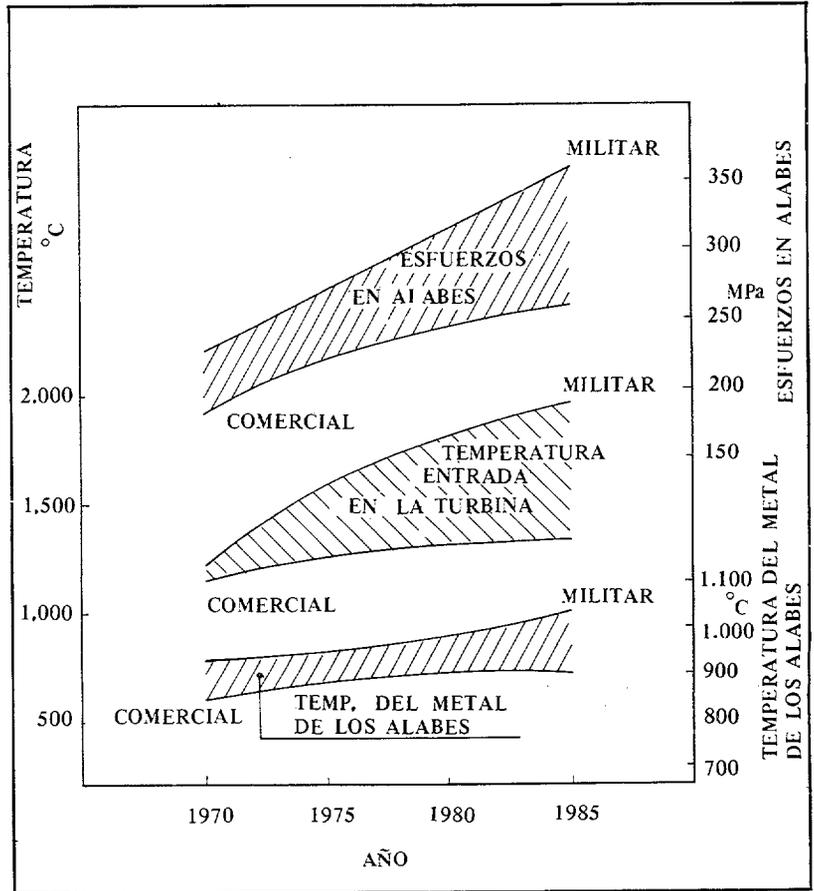


Figura 10. Condiciones de trabajo de los álabes de turbina

Estructuras	Ventaja	Desventaja
Granos direccionales.	Resistencia a fluencia y fatiga térmica buena.	Coste de producción elevado (se fabrican en la actualidad).
Monocristales.	Mejor resistencia a fluencia y fatiga térmica.	Anisotropía, coste (se fabrican en la actualidad).
Eutécticas de solidificación direccional.	Superior resistencia a fluencia que los monocristales.	Anisotropía, resistencia a corrosión baja, procesos complejos.
Recristalización direccional.	Resistencia a fluencia a mayores temperaturas.	Anisotropía, falta de ductilidad, problemas en la raíz de los álabes.
Superaleaciones reforzadas con fibras.	La de mejor resistencia a fluencia.	Anisotropía, peores características de fatiga térmica, difícil procesado, baja resistencia a corrosión, problemas en la raíz de los álabes.

Figura 11. Resumen de ventajas y desventajas de las estructuras direccionales

Estos nuevos materiales deberán permitir soportar las condiciones de trabajo que se pueden ver en la figura 10.

Estructuras direccionales en superaleaciones de níquel

Esta nueva forma de desarrollar las aleaciones base níquel consiste en someter el material a unos procesos tales que su microestructura se oriente de forma que la dirección más resistente del material coincida con el principal eje de esfuerzos del álabe. Hay distintos procedimientos para obtener estructuras direccionales.

1. Transformaciones durante la solidificación, mediante la cual se pueden producir:
 - Alabes con granos columnares orientados con el eje principal de esfuerzos.
 - Alabes monocristalinos, sin límites de grano.
 - Eutécticas, que solidifican como una estructura con fases finamente alineadas, consistentes en una fase de refuerzo en una matriz de superaleación de níquel.
2. Transformaciones en estado sólido, llamadas recristalización direccional, en la que se obtienen granos cristalinos alineados mediante un proceso de recristalización y crecimiento de grano.
3. Técnicas de fabricación de materiales compuestos, en las que fibras de metales refractarios de alta resistencia se embeben en matrices de superaleaciones.

Las ventajas e inconvenientes de unas u otras soluciones pueden verse en la tabla de la figura 11.

A más largo plazo, se proyecta realizar componentes de turbina en materiales compuestos de carbono-carbono o reforzados con fibras cerámicas. La Aviación y la Marina estadounidense están realizando estudios y esperan no sólo mejorar las características, sino liberarse de la dependencia con respecto a los proveedores de cromo y cobalto, que son indispensables para la fabricación de las superaleaciones actuales.

CONCLUSION

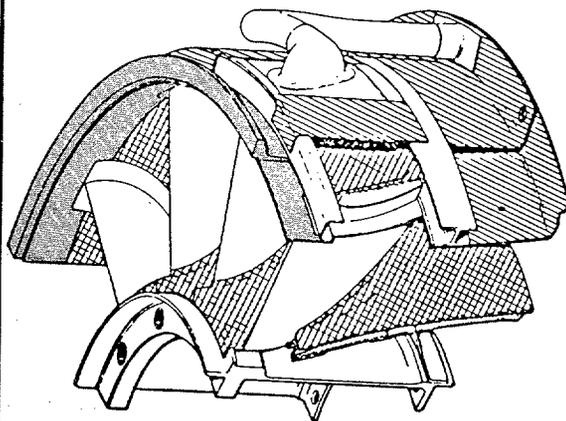
Ha estado fuera de nuestra intención que esta breve exposición del pasado, presente y futuro de los materiales utilizados en los motores a reacción fuera una completa descripción de todos ellos, pues como se ha podido comprobar en estas líneas, la práctica totalidad de los materiales tienen su aplicación en los motores.

Queremos destacar, sin embargo, que estamos en uno de los campos de la ingeniería en el que la tecnología de materiales y procesos ha contribuido más significativamente a su desarrollo, y que para que los nuevos proyectos de motores alcancen los objetivos previstos, serán necesarias grandes inversiones en el desarrollo de los nuevos materiales, metálicos, compuestos y cerámicos. ■

Ejemplo de integración materiales metálicos-materiales compuestos

En la actualidad el "inlet particle separator swirl frame" del motor T700 de GE es una pieza completamente metálica que requiere operaciones de mecanizado, conformado a dimensiones, soldadura por fusión y soldadura fuerte. Profundos estudios demostraron que la fabricación de dicho conjunto mediante un híbrido de metal/material compuesto era posible con reducciones de peso y costo del orden del 30 por 100. La figura muestra un dibujo esquemático de una sección de la pieza que fue fabricada con acero inoxidable tipo AISI 410 y varios tipos de materiales compuestos con matriz de polimida. La carcasa externa utiliza acero inoxidable en el área mojada para cumplir los requisitos de baja temperatura y material compuesto tejido de vidrio/PMR-15 para satisfacer las exigencias estructurales. El composite vidrio/polimida fue elegido con criterios de bajo coste y razones estructurales. Un material formado por tejido de fibra de vidrio con matriz de polimida recubierto con aluminio es utilizado en el área mojada del diámetro interno para cumplir los requisitos de transferencia de calor para evitar formación de hielo. El material compuesto de tejido de vidrio/polimida en el borde delantero y las superficies internas frontales fue elegido por razones de coste y también por sus propiedades térmicas. Un modelo a escala natural (O.D. = 20 in) ha sido ensayado a erosión por arena y a impactos de bolas de hielo cumpliendo todos los requisitos. Se ha demostrado la posibilidad de fabricarlo y cumple todos los requerimientos de performances.

- VIDRIO-GRAFITO/PMR-15
- ALUMINIO-VIDRIO/PMR-15
- VIDRIO/PMR-15
- ACERO INOXIDABLE AISI 410



SECCION ESQUEMATICA DEL "SWIRLFRAME" DE LA TURBINA T700 (O.D. = 20 IN)

Materiales Compuestos Avanzados en Unidades Terrestres y Navales

JOSE MARIA PINTADO SANJUANBENITO, Dr. Ingeniero Aeronáutico

Hace tres o cuatro años que en España se oye hablar cada vez con más insistencia de los denominados "Materiales Compuestos Avanzados" ("Composites" en inglés), especialmente dentro del contexto de temas tan de actualidad como Reconversión Industrial o Nuevas Tecnologías y generalmente en relación más o menos directa con la Industria de Defensa.

Estos nuevos materiales con fama de revolucionarios en muchos aspectos, eran relativamente jóvenes en el resto del Mundo, ya que el primer elemento operativo a base de fibras de boro y matriz epoxi (B/E) que se empleó en un avión de combate, fue en los revestimientos del estabilizador horizontal del Grumman F-14 "Tomcat" hace tan sólo 15 años.

Los primeros materiales compuestos de tipo estructural que se utilizaron, aunque no clasificados como "avanzados" por la mayoría de los expertos, fueron los plásticos reforzados con fibra de vidrio, a partir fundamentalmente de finales de la 2.^a Guerra Mundial. Fue en 1959 cuando se produjeron las primeras fibras utilizables de boro a nivel de laboratorio y el primer preimpregnado útil de boro/epoxi estuvo disponible en 1966, siendo seguido en 1967 por varios preimpregnados experimentales de carbono/epoxi. En el año 1977, el consumo de materiales compuestos avanzados (es decir, con refuerzo a base de fibras de boro, carbono y kevlar 49) alcanzó los 383.000 kg que fueron consumidos casi en su totalidad por las Industrias Aeroespacial y Deportiva (esencialmente raquetas de tenis, palos de golf y cañas de pescar de carbono y embarcaciones de recreo de kevlar). Ese mismo año, el consumo de plásticos reforzados con fibra de vidrio, fue del orden de unas 1.000 veces superior.

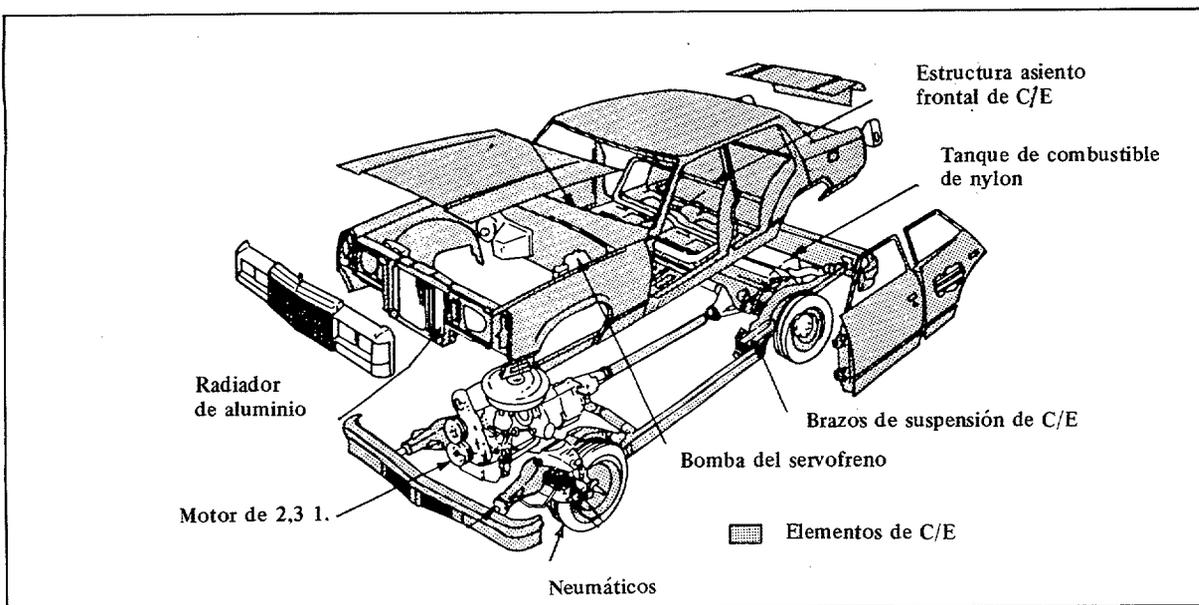


Figura 1. Programa Ford LTV. Ford Granada realizado en su mayor parte de C/E

En las líneas que siguen, se entenderán por Materiales Compuestos tanto los reforzados con fibras sintéticas avanzadas, como los reforzados con fibras de vidrio, dado que desde un punto de vista de respuesta mecánica, diseño, cálculo, etc., son conceptualmente similares y responden todos ellos a la idea de embeber fibras de elevadas propiedades mecánicas en una matriz, cuyo papel fundamental es el de transmitir las cargas aplicadas sobre el material compuesto a las fibras, mediante la deformación por cortadura de dicha matriz. De hecho, un "manejo" o haz de fibras sin embeber en una matriz, no tiene apenas utilidad como material de ingeniería por muy resistentes o rígidas que sean las fibras. Sin la presencia de la matriz, no existiría un material compuesto efectivo.

Las matrices más utilizadas hoy en día son las poliméricas, de entre las que caben destacar las de poliéster, epoxi, poliimidadas y fenólicas entre las termoestables, habiéndose ya comenzado a trabajar con algunas termoplásticas, que parecen ofrecer ventajas desde el punto de vista de reparabilidad y procesado.

En mucho menor grado, pero con tendencia a un futuro crecimiento, se están desarrollando matrices metálicas (aluminio y titanio entre otras) y cerámicas para empleo a elevadas temperaturas.

En lo referente a las fibras, aparte de las de vidrio-E que son las más comunes, existen las de vidrio S, D, C y M y entre las fibras denominadas avanzadas, las de carbono (de bajo, medio y alto módulo) y las de poliaramida (kevlar), ambas de muy amplia utilización, así como las de boro, carburo de silicio y alúmina de menor consumo. En la tabla 1 se presentan algunas características importantes de las fibras mencionadas.

Habiéndose esbozado de modo muy resumido la historia y naturaleza de lo que se entenderá por material compuesto en el resto de este breve artículo, llega el momento de plantear la pregunta motivo del mismo: ¿Qué posibilidades ofrece el empleo de esta nueva familia de materiales a las Unidades Terrestres y Navales del Ejército? ¿Está justificado el aparente interés de la Industria en ofrecer este nuevo producto a la Defensa? ¿Qué desarrollos se han acometido en otras naciones? ¿Qué ventajas se obtienen y qué problemas quedan por resolver? A lo largo de los siguientes apartados se tratará de responder, al menos parcialmente, a estas cuestiones, sin profundizar demasiado en ellas, pero intentando proporcionar unas ideas generales que, sin querer ser dogmáticas, permitan a cada cual hacerse una idea de la potencialidad de estos nuevos materiales en algunas aplicaciones marítimas y terrestres de posible interés en el contexto de la Defensa.

TABLA 1. Algunas características interesantes de fibras de diversos tipos

Fibra	Densidad	Módulo Elástico	Resistencia a tracción	Diámetro	Módulo (*) específico	Resistencia (*) específica
	(g/cm ³)	(GPa)	(MPa)	(μ)	(x10 ⁸ cm)	(x10 ⁶ cm)
Vidrio-E	2,54	72	3.400		2,89	13,65
Vidrio-S	2,48	85	4.440	↑	3,49	18,26
Vidrio-D	2,16	53	2.450	3-30	2,50	11,57
Vidrio-C	2,49	70	2.800	↓	2,86	11,47
Vidrio-M	2,89	110	3.100		3,88	10,94
Kevlar-29	1,44	62	2.700	12	4,38	19,13
Kevlar-49	1,46	130	2.750	12	9,06	19,21
Nomex	1,38	16	500		1,18	3,70
Boro (en W)	2,49	400	3.620	100-200	16,35	14,83
Boro (en C)	2,21	260	3.450	100-150	16,58	15,92
Borsic	2,71	400	3.100	100-150	15,03	11,67
SiC (en W)	3,32	430	3.100	100-150	13,19	9,52
SiC (en C)	3,05	400	3.450	100	13,35	11,54
Alúmina (FP)	3,96	380	1.520	20,3	9,77	3,92
Grafito						
PAN HM	1,85	380	2.200	7,1	20,91	12,13
PAN HTS (T 300)	1,74	210	2.350	7,6	12,29	13,78
Rayon (T 50)	1,66	393	2.170	6,1	24,10	13,33
"Pitch" (tipo P)	1,99	345	1.380	5,1-10,2	17,65	7,07
"Pitch" (UHM)	2,05	690	2.400	11,2	34,26	11,94
Thornel 75	1,83	525	2.650	5,3	29,21	14,77
Monocristal						
Cerámico (Al ₂ O ₃)	3,96	450	42.750	10,2-25,4	11,57	110,11
Metálico (Fe)	7,75	210	13.100	127	2,76	17,24

(*) Valores del módulo y resistencia divididos por la densidad.

VENTAJAS DERIVADAS DEL EMPLEO DE LOS MATERIALES COMPUESTOS

Si se quisiera suspender un bloque de 100 toneladas de una barra de 1 m de longitud realizada en diversos materiales, el peso de dicha barra sería de 4 kg si fuera de acero de alta resistencia, de 4,6 kg si de duraluminio y de 3,4 kg si el material de la barra fuera una aleación de titanio. Empleando materiales compuestos, el peso de la misma barra para sostener las 100 Tm sería de 1,3 kg si fuera de vidrio-E/epoxi, y tan sólo de 0,9 kg si el material fuera kevlar-49/epoxi o carbono/epoxi.

La elevada resistencia específica y asimismo elevada rigidez específica (o por unidad de masa) de los materiales compuestos, son causa fundamental de la considerable mejora en efectividad y prestaciones que se obtiene al hacer uso de ellos. En efecto, al poderse lograr considerables reducciones de peso estructural (en algunos elementos superiores al 50%), puede aumentarse por ejemplo la capacidad de carga útil, aumento que podría utilizarse en incrementar la autonomía o la capacidad operativa de las unidades terrestres o navales.

Un menor consumo de combustible sin perjudicar otras prestaciones tales como velocidad, aceleración, capacidad de transporte, etc., puede lograrse esencialmente a base de una disminución global del peso en vacío de los vehículos, mediante la utilización de materiales compuestos avanzados. El empleo de componentes más ligeros, permite utilizar una planta motriz de menor tamaño, lo que a su vez contribuye aún más a la disminución del consumo de carburante, aspecto éste de suma importancia dado su elevado coste actual y la siempre limitada cantidad del mismo que puede almacenarse como reserva de combate para períodos de crisis.

La resistencia de estos materiales a la corrosión por agua salada y otros medios ambientes hostiles, conduce a una significativa reducción en las necesidades de pintura, protección superficial y mantenimiento preventivo, factores estos fundamentales en el caso de unidades que deban operar durante largos períodos de tiempo de modo autónomo y lejos de sus bases.

El ahorro energético logrado mediante el empleo de los materiales compuestos, no es sólo consecuencia de la disminución de consumo de carburante que se logra, sino que además procede de una menor necesidad de energía durante la fabricación de los elementos de material compuesto de matriz polimérica, frente a los elementos de acero, aluminio o titanio (Tabla 2). Asimismo, el aprovechamiento del material es mucho mayor para aquéllos que para estos últimos, en que se desperdicia gran cantidad del mismo en operaciones de mecanizado.

Una característica única de estos nuevos materiales, es la de poder hacer un material "a medida" para cada aplicación, adecuando y optimizando sus propiedades para cubrir requerimientos específicos. Se tiene así una enorme flexibilidad de diseño, pudiéndose formar cualquier configuración simple o compleja, grande o pequeña que se desee. Aprovechando la anisotropía de los materiales compuestos, pueden lograrse estructuras de gran eficiencia posicionando las fibras en las direcciones de los esfuerzos aplicados o combinando incluso dos o más tipos de fibras en el mismo elemento para conseguir propiedades especiales.

El número de piezas que forman un elemento realizado de material compuesto, puede llegar a ser considerablemente menor que si dicho elemento fuera metálico, con el consiguiente abaratamiento de los costes de manufactura al reducirse el número de operaciones a realizar. Como ejemplo ilustrativo puede citarse la sustitución de 104 piezas de acero en la carrocería original del Ford Granada modelo 1979, por tan solamente 41 piezas de carbono/epoxi en una versión experimental del mismo modelo realizada con materiales compuestos. En el caso de embarcaciones el empleo de estos materiales permite realizar construcciones monolíticas, suaves y con formas del casco perfectamente adaptables a cualquier línea de agua teórica.

Entre las ventajas adicionales que se pueden obtener al aplicar los materiales compuestos, pueden citarse:

- Alta capacidad de absorción de energía.
- Interiores totalmente secos y estanqueidad excelente en sistemas navales.
- Para algunos diseños específicos, los materiales compuestos ofrecen buenas propiedades dieléctricas, ausencia de propiedades magnéticas y baja conductividad térmica.
- Buen comportamiento en fatiga con vidas operativas mayores.
- Características de amortiguamiento ventajosas en aplicaciones tales como ballestas o árboles de transmisión.
- Coeficiente de expansión térmica nulo en el caso de compuestos carbono/epoxi, propiedad que puede resultar única en ciertas aplicaciones concretas.
- Posibilidad de sustitución de materiales escasos o de interés estratégico.

TABLA 2. Necesidades energéticas del compuesto Carbono/epoxi frente a los metales

Material	Materia prima	Factor de desperdicio	Elemento final
	(Kwh/kg)	(Kwh/kg)	(Kwh/kg)
Carbono/epoxi	33,1	3,31	72,8
Acero	35,3	11,02	220,5
Aluminio	48,5	15,43	392,4
Titanio	194,0	15,43	1.543,2

El conjunto de posibles ventajas descrito en líneas anteriores, ha sido ya perfectamente demostrado con múltiples prototipos de elementos y de sistemas completos en aplicaciones de diversos tipos.

LA UTILIZACION DE LOS MATERIALES COMPUESTOS EN LAS UNIDADES TERRESTRES

Una idea bastante aproximada de lo que podría lograrse en vehículos convencionales sobre ruedas para uso militar, la puede dar el proyecto LTD de la casa Ford, en el que sobre la base de un modelo "Granada", se desarrolló un vehículo, realizado en su mayor parte con materiales compuestos a base de carbono/epoxi, obteniéndose una reducción en el peso total en vacío del vehículo del 33% respecto al original metálico que pesaba 1.700 kg. Como consecuencia del menor peso estructural, el motor original (un V-8) pudo ser sustituido por un V-6, sin pérdida de prestaciones (aceleración, velocidad, capacidad de carga, etc.) y en conjunto se logró un aumento de autonomía del 35,3% para la misma cantidad de combustible. La comparación del peso de varios elementos metálicos y de carbono/epoxi de este automóvil se presenta en la Tabla 3 (fig. núm. 1).

Vehículos ligeros y de exploración, carros de combate y maquinaria de zapadores, camiones ligeros, medios y pesados, etc., de menor peso, no sólo serían más veloces o irían más lejos, sino que podrían circular por caminos peores o pasar puentes más débiles y mejorar sus posibilidades de ser aerotransportados, aumentando considerablemente la capacidad operativa de las unidades en que estuvieran encuadrados. Pero si además pueden ser fabricados más rápidamente y con menores necesidades de consumo energético y requieren luego menos mantenimiento, es claro que las ventajas que ofrecen son, cuando menos, tentadoras.

El Ejército de Tierra de los Estados Unidos ha desarrollado y está desarrollando diversos programas para evaluar la posibilidad de emplear los materiales compuestos en los vehículos de sus unidades, como el correspondiente a un camión de 5 Tm en el que las disminuciones logradas en el peso de componentes originalmente de acero (carrocería, chasis, etc.), al fabricarlos de compuestos híbridos a base de fibras de carbono y vidrio, han llegado en algunos casos al 50%. Otro programa tiene por objeto desarrollar para el carro M-60 diversos componentes de material compuesto, tales como las barras de torsión, ruedas tractora, tensora y todas las de camino, rodillos de retorno de las cadenas, etc. (fig. núm. 2).

Arboles de transmisión de material compuesto, llegan a pesar la mitad que si fueran metálicos, dando menos problemas de fatiga en el conjunto de la transmisión debido a sus elevadas características de amortiguamiento y logrando transmisiones más silenciosas, con menos número de piezas (en muchos casos se puede prescindir de la junta cardan intermedia) y menores requerimientos de mantenimiento.

Las carrocerías de material compuesto aguantan mejor la intemperie, son más ligeras y a veces más baratas que las metálicas. Elementos de chasis y especialmente de la suspensión se han investigado profunda-

TABLA 3. Resumen de pesos de elementos del programa de Ford "FLVP" y otros ejemplos

Componente		Peso del componente (kg)		Reducción (kg)	Relación de pesos (*)
		Acero	Carbono/epoxi		
Ford Lightweight Vehicle Program	Capota del motor	18,14	6,80	11,34	0,38
	Puerta posterior derecha	13,72	5,74	7,98	0,42
	Bisagra superior izquierda anterior	1,02	0,21	0,81	0,21
	Bisagra inferior izquierda anterior	1,21	0,35	0,86	0,30
	Larguero de seguridad de la puerta	1,75	1,09	0,66	0,62
	Brazo superior frontal de suspensión	1,75	0,76	0,99	0,43
	Brazo inferior frontal de suspensión	1,32	0,58	0,74	0,44
	Soporte de la transmisión	1,07	0,25	0,82	0,23
	Arbol de transmisión	7,89	5,44	2,45	0,69
	Brazo lateral del aire acondicionado	4,31	1,47	2,84	0,34
	Soporte del compresor del aire acondicionado	2,55	0,61	1,94	0,24
	Arbol de transmisión de camión pesado		63,05	31,30	31,75
Arbol de transmisión de camión ligero		15,88	8,16	7,72	0,51
Larguero de chasis de camión		117,48	57,61	59,87	0,49
Alojamiento del eje de remolque		133,36	92,99	40,37	0,70

(*) Relación de pesos = Peso del elemento de mat. compuesto/Peso del elemento de acero.

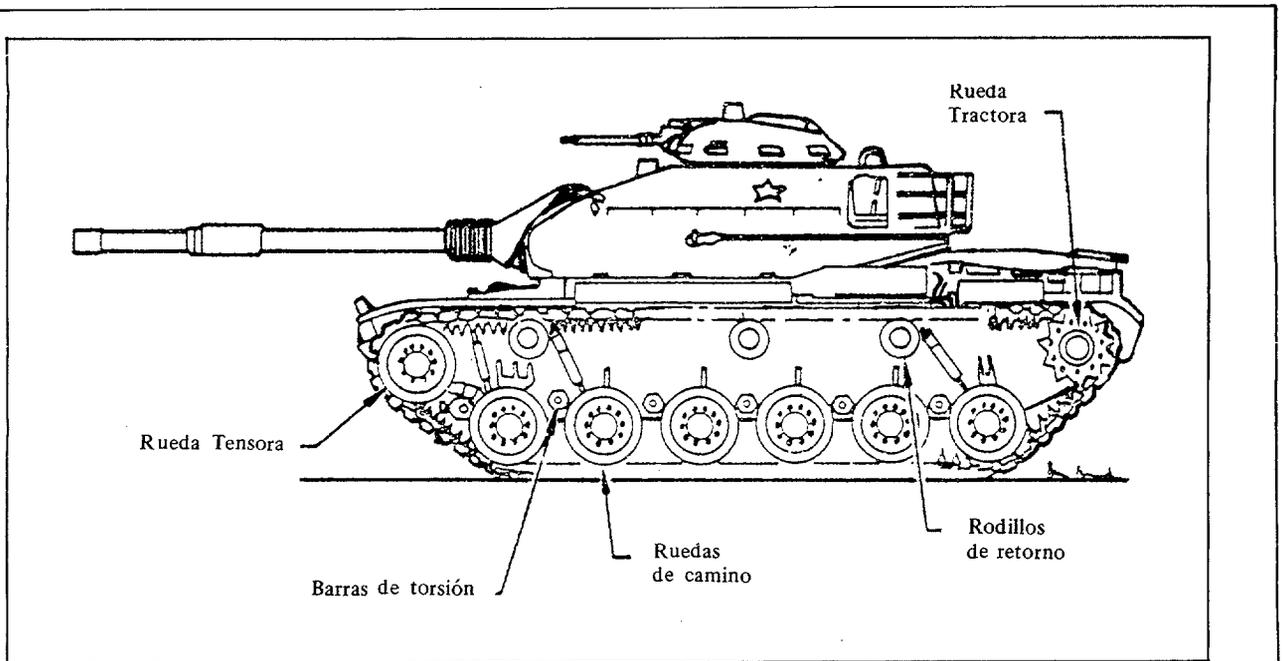


Figura 2. Elementos de material compuesto en el carro M-60

mente, siendo normal lograr en ballestas disminuciones de peso de hasta el 80% y sustituir una de acero de varias hojas por otra de material compuesto mono-hoja.

Un área de considerable interés es la de las plantas motrices, tanto a base de turbina de gas, como a base de motores de émbolo. En el primer caso, se están queriendo introducir en carros de combate pesados, de los que el pionero en su empleo es el Estadounidense M-1. En otro artículo del "Dossier" se comenta el tema de los materiales referido a las plantas motrices de aeroplanos y lo que se dice respecto a empleo de materiales compuestos en motores de turbina, es trasladable en mayor o menor grado a las turbinas de empleo en vehículos terrestres o marinos.

El motivo fundamental del empleo de los materiales compuestos en los motores de émbolo es la reducción potencial de peso en los componentes estacionarios y de fuerzas de inercia en los móviles, lo que permitiría al motor girar más rápido y aumentar así su potencia. En cuanto a los nuevos motores diesel turboalimentados, como su peso es del orden del 20 al 25% mayor que el de uno equivalente de gasolina, es evidente el interés de utilizar en su construcción materiales ligeros, para que el peso no perjudique las mejoras que se obtienen en consumo. Por otro lado y para acercar más el ciclo real al teórico adiabático de más rendimiento, hace falta aumentar las temperaturas de cámara y para ello se está estudiando el empleo de compuestos de matriz metálica y materiales cerámicos. Elementos de motor tales como empujadores, cárteres, bloques motor, émbolos, cilindros y bielas se han realizado de modo experimental en carbono/epoxi, carbono/poliimida y aluminio/alúmina.

Chalecos y cascos de fibra kevlar son ya usuales en todas las unidades especiales de policía en muchas naciones del mundo y actualmente, el ejército de Israel y muchas unidades del de Estados Unidos y otras naciones, van siendo equipadas con dichos elementos de protección personal.

Para protección de vehículos ligeros, camiones y transportes acorazados de personal, se están ensayando blindajes a base de resinas epoxi, poliéster, etc., reforzadas con fibra de vidrio y de poliaramida (kevlar). En el caso de carros de combate (faldones, casco, escudo, torre, etc.), los blindajes se realizan a base de laminados con fibra de poliaramida (kevlar) y materiales cerámicos de muy elevada dureza y baja densidad. La idea fundamental de estos blindajes es la de romper o fragmentar el proyectil incidente en la capa dura de material cerámico, recogiendo luego los fragmentos con la capa posterior de tejido de poliaramida que posee una elevada resistencia a impacto (fig. núm. 3).

Se están experimentando tubos de cañón de carro de combate reforzados con fibra de carbono, para lograr mayor rigidez del tubo y más rápido amortiguamiento de las vibraciones del disparo y movimiento del carro. Presenta esta solución ventajas adicionales de disminución de peso, pero la pega de una deficiente evacuación del calor hacia el exterior del tubo.

En lo referente a municiones, se realizan en material compuesto de fibra de grafito los anillos adaptadores de los proyectiles APDFS o subcalibrados al tubo del cañón y también se están estudiando proyectiles de fibra de carbono, para aumentar su rigidez y mejorar su efectividad contra blindajes de tipo estratificado.

Otro campo de aplicación de nuevos materiales ligeros lo constituyen las máquinas y equipos de zapadores e ingenieros militares. Equipos de movimientos de tierras y puentes de campaña y de carros lanzapuentes son un ejemplo concreto de los desarrollos realizados en el Ejército de Tierra de los Estados Unidos. Un ejemplo interesante en esta línea es el programa conjunto entre EE.UU., Inglaterra y Alemania para desarrollar un puente plegable montado sobre un vehículo y que consta de tres secciones que se colocan sobre la obstrucción mediante una viga de lanzamiento de tres tramos de 7 m cada uno.

La antedicha viga de lanzamiento se construyó en fibra de grafito AS/epoxi, lográndose un peso del 50% menor que si hubiera sido de aluminio, con un margen de seguridad mucho mayor en flexión, mejor comportamiento a fatiga y una rigidez en flexión de un 16% mayor.

Entre otras aplicaciones, pueden finalmente citarse minas de tierra no detectables por medios magnéticos, cohetes, tubos lanzacohete, soportes ópticos, cureñas de cañón y escudos, depósitos de presión, tuberías, antenas y sus soportes, piascas para pistas de emergencia, etc.

Una curiosa e interesante aplicación es la de material capaz de absorber las ondas de radar. De indudable interés militar, el producto final se presenta en forma de una lámina o fieltro adaptable a cualquier forma que se quiera proteger y realizado empleando fibras de carbono junto a fibras no conductoras.

EL EMPLEO DE MATERIALES COMPUESTOS EN UNIDADES NAVALES

El empleo de materiales compuestos en embarcaciones militares está creciendo constantemente y promete hacerlo aún más según aumenta la experiencia en diseño y servicio. Actualmente, la construcción de embarcaciones militares de hasta 60 m de eslora realizadas en material compuesto, no plantea ya serios problemas, salvo quizás desde el punto de vista de procesos de manufactura semiautomáticos, que están desarrollándose en algunas naciones. Dragaminas de esas dimensiones se hallan ya en servicio en Inglaterra, Japón, Suecia y Finlandia. Un ejemplo interesante son los dragaminas que la casa "Intermarine" está construyendo para la "Marina Militare Italiana" (fig. núm. 4), de 50 m de eslora, 9,44 de manga y 470 Tm de desplazamiento, capaces de mantener una velocidad de 15 nudos y con una autonomía de 2.500 millas náuticas y tripulación de 39 hombres. Este navío presenta la particularidad de estar realizado con un sistema de laminación semi-automático, a fin de disminuir el número de horas-hombre de fabricación y mejorar la calidad final y además está preparado para resistir choques de explosiones submarinas de gran potencia sin dañar los paneles del fondo. La maquinaria está suspendida de las cubiertas en vez de estar apoyada en el fondo de la embarcación, como se venía realizando hasta ahora.

Otro proyecto interesante de la misma empresa italiana es el "Ngolo", navío de patrulla de alta velocidad. Con una eslora de 27,27 m y una manga de 6,80 m, es capaz de alcanzar los 40 nudos con un desplazamiento de 88.000 kg y una tripulación de 15 hombres. Su autonomía es de 1.100 millas náuticas. Sus ventajas fundamentales respecto a la construcción metálica son su inmunidad a la corrosión, bajos requerimientos de mantenimiento, bajo perfil radar y ausencia de deformación permanente de los paneles de obra viva del casco, deformación que causaría pérdida de prestaciones.

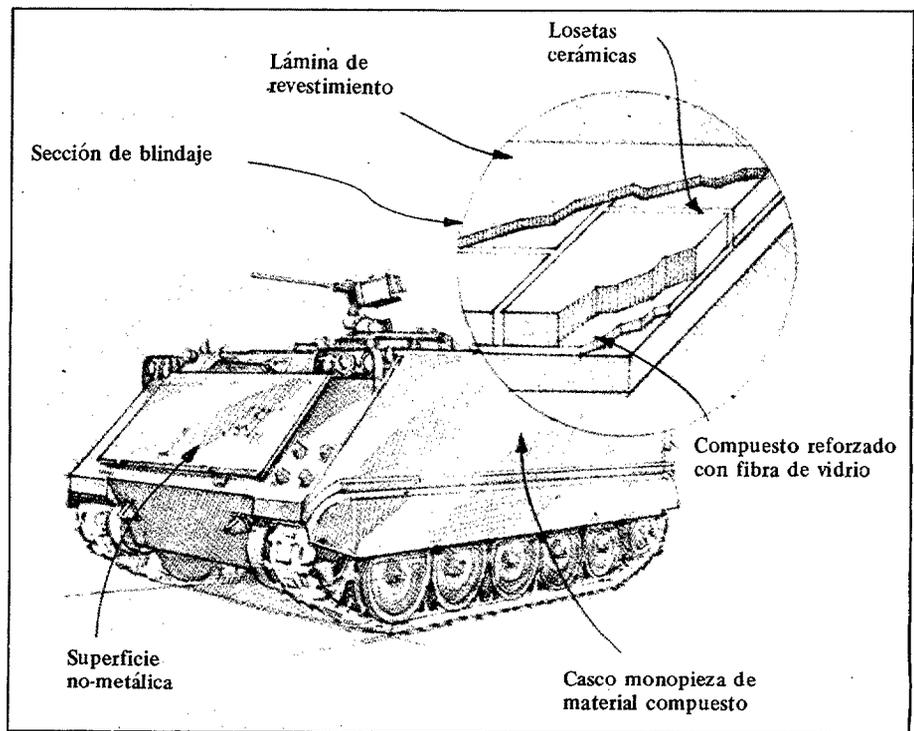


Figura 3. Un ejemplo de blindaje a base de materiales compuestos

La Marina de los Estados Unidos está demostrando un elevado interés en embarcaciones de superficie de altas prestaciones, que posean muy alta velocidad, lo que requiere una notable disminución en el peso de todos los subsistemas sin perjudicar la fiabilidad. El mayor interés se dirige hacia la reducción en el peso estructural, fundamentalmente mediante el empleo de nuevos materiales de elevada resistencia específica y técnica de diseño más avanzadas. En embarcaciones de altas prestaciones, estudios realizados por la "U.S. Navy" han mostrado una disminución en peso del 53% empleando en cubiertas y mamparas una estructura "sandwich" con revestimientos de grafito/epoxi en lugar de aluminio, del 27 al 55% en cascos y de hasta el 54% en montantes y perfiles de "hidrofoils".

En el caso del hidrofoil PCH-1 (fig. núm. 5), se han logrado disminuciones en peso del 44% en el flap interno de control del perfil posterior, al sustituir el original de acero por uno avanzado a base de compuesto carbono/epoxi con un larguero de titanio. Asimismo, el montante y perfil anterior de este ingenio que eran inicialmente de acero redujeron su peso inicial de 2.217 kg en un 60% al realizarlos en material compuesto carbono/epoxi.

Otros ingenios en que se está tendiendo a una aplicación masiva de materiales compuestos son los vehículos de colchón de aire, de efecto "suelo" o "superficie" y lanchas planeadoras.

La sustitución de blindajes de acero por los de kevlar en navíos diversos reduce a la mitad el peso necesario de blindaje, lo que se traduce en ahorros de peso no ya de kilos, sino de toneladas.

Otro interesantísimo campo de aplicación de los materiales compuestos es el de los submarinos. Parece ser que los compuestos grafito/epoxi ofrecen grandes promesas para cascos de presión de inmersión profunda, debido a su elevadísimo módulo específico y excepcionales propiedades de resistencia a fatiga. Pueden lograrse cascos cilíndricos que sin rigidizadores, podrían operar a profundidades de 6.000, con factores de seguridad superiores a 2,0. Este tipo de cascos podría duplicar la flotabilidad neta de los actuales cascos avanzados de metal, dividiendo a la mitad el peso de un vehículo tripulado de inmersión profunda. El rendimiento estructural del casco de un sumergible definido como (Presión x Volumen)/Peso, se convierte en preocupación fundamental al buscarse cada vez mayores profundidades operativas y dicho rendimiento puede duplicarse con el adecuado empleo de los materiales compuestos avanzados.

En algunos submarinos de exploración ya se emplean cascos de fi-

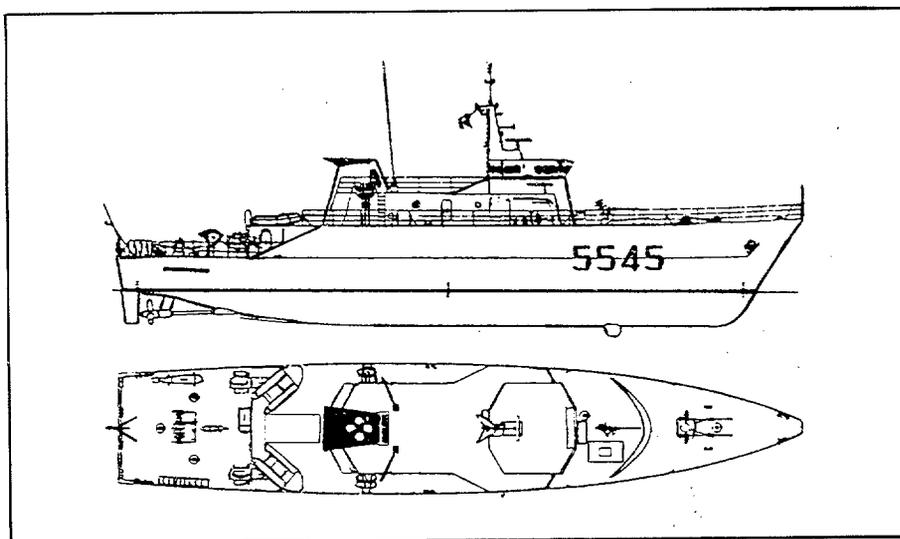


Figura 4. Dragaminas de 50 m de eslora realizado en material compuesto por la firma italiana Intermarine

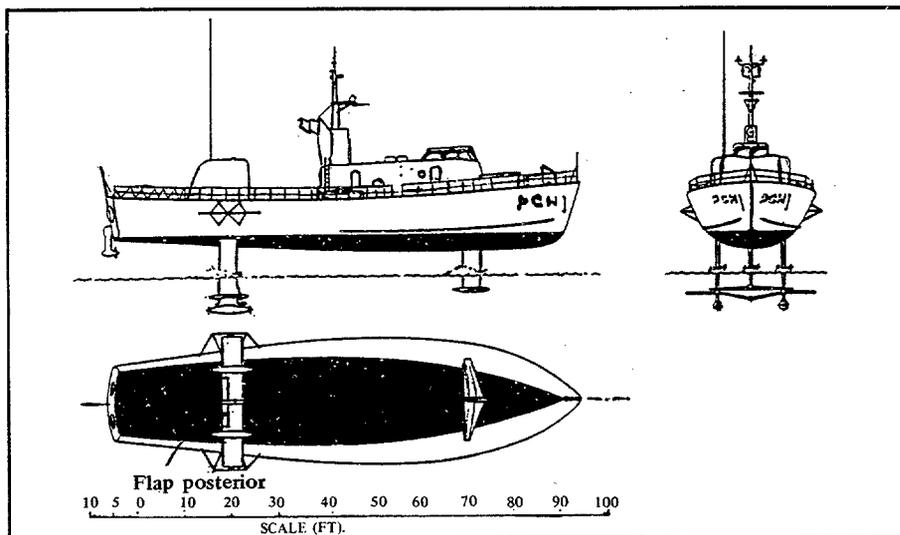


Figura 5. Hidrofoil Norteamericano PCH-1

bra de vidrio y kevlar y en los submarinos militares es usual el emplear compuestos de vidrio/epoxi en los domos de proa, carenados hidrodinámicos, e incluso los timones (AGSS-555). Las carenas del periscopio, antenas, etc., utilizadas para evitar problemas de ruido, vibraciones y producción de estelas a profundidad de periscopio, se han intentado realizar en fibra de vidrio, pero su baja rigidez ha conducido a resultados no demasiado buenos, lo que ha reconducido el problema hacia el empleo de fibra de carbono, que parece ser ideal para dicha aplicación, debido a su elevada rigidez y excelente resistencia.

Algunos compuestos de matriz metálica se encuentran en fase de estudio para posibles aplicaciones marinas: Grafito/Al para montantes y perfiles de hidrofoils; SiC/al para superestructuras y cubiertas de navíos y cascos de sumergibles, así como torpedos y minas; grafito/Pb para placas de baterías de submarinos nucleares, que podrían así duplicar su vida operativa, etc.

INCONVENIENTES FUNDAMENTALES A CONSIDERAR Y PROBLEMAS AUN POR RESOLVER

Evidentemente, no todo van a ser ventajas y es interesante conocer los posibles inconvenientes que pueden presentarse cuando se está evaluando la posibilidad de emplear estos nuevos materiales. Asimismo, es interesante tener una idea de los problemas que aún quedan por resolver. Entre los primeros, pueden citarse como fundamentales:

- a) Materias primas y semielaborados relativamente caros: Inicialmente el precio de estos materiales era tremendamente elevado, lo que al conducir a una relación coste/eficacia desfavorable, hacía que no fuera rentable su empleo salvo en la Industria Aeroespacial y en aplicaciones de Defensa. La tendencia general, sin embargo, es a un descenso progresivo de los precios, que al permitir un mayor consumo, conduce a su vez a un mayor abaratamiento del material.
- b) Procesos y Tecnologías de fabricación especiales: En muchos casos, cuando se requiere una buena calidad y adecuada repetibilidad del producto, los procesos requieren equipos caros con control constante sobre todas las variables que intervienen en dicho proceso y la necesidad de personal cualificado. Actualmente se tiende a procesos totalmente automatizados y controlados mediante ordenador, lo que probablemente origine un considerable aumento en el empleo futuro de "robots", hecho que a su vez planteará el nuevo problema del diseño de elementos que deberán construirse de forma automatizada.
- c) Lagunas de conocimientos. Al no conocerse con precisión la respuesta del material en servicio, se diseñan estructuras de tipo "seguro al fallo" o sobredimensionadas, con la consiguiente falta de aprovechamiento total de las posibilidades del material.
- d) Comportamiento no inmediatamente intuitivo.
- e) Experiencia anterior sólo relativamente útil, siendo necesario desarrollar nuevas tecnologías.
- f) Control de calidad aún no maduro y garantía de producto relativa.
- g) Disponibilidad de materias primas precaria si no existe fabricación nacional de ellas. Estos materiales pueden considerarse "estratégicos".

Como algunos de los problemas que se presentan a la hora de utilizar materiales compuestos pueden citarse:

- a) Correcta elección de fibra y matriz, es decir, que sean compatibles y respondan adecuadamente a sus funciones respectivas dentro del material y en la aplicación a que se destina dicho material.
- b) Elección del método adecuado de preparación del material compuesto.
- c) Carencia de una teoría que describa la respuesta real del material a sollicitaciones medio ambientales externas.
- d) Caracterización cara. Bases de datos utilizables en diseño no siempre disponibles o fiables.
- e) Problemas de fractura, fatiga, reparabilidad, etc.

Finalmente, hay que tener siempre muy presente en el empleo de estos materiales una característica fundamental de los mismos que es su anisotropía. Es una gran ventaja empleada de modo adecuado, pues permite optimizar diseños y realizar algunos que de otro modo serían irrealizables, pero puede convertirse en un enorme problema si no se tiene presente, ya que puede conducir al fracaso del diseño.

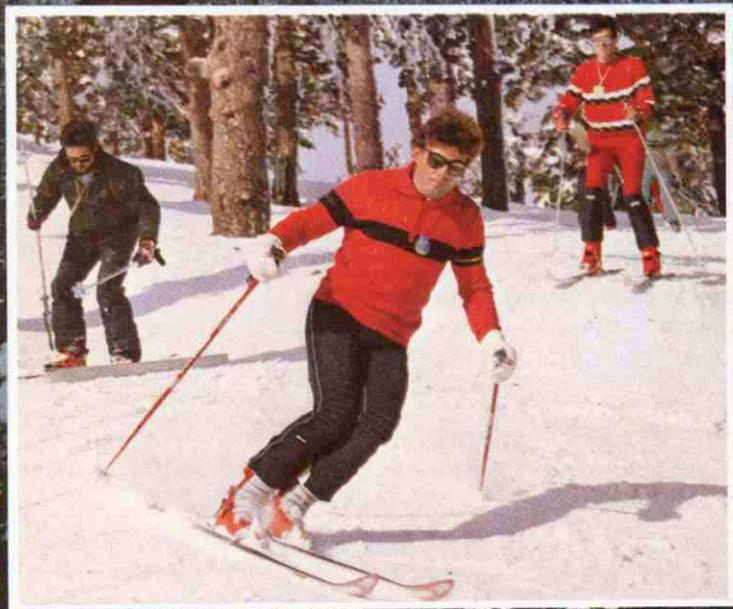
En definitiva y a pesar de los inconvenientes existentes, son tan interesantes las ventajas que se obtienen, que los materiales compuestos avanzados encuentran cada día una mayor utilización y actualmente se muestran como los más prometedores nuevos materiales para las aplicaciones aeroespaciales y de alta tecnología, así como para el resto de los sectores industriales, a medida que los precios de material y tecnología bajan lo suficiente, como consecuencia de un aumento de la demanda y del abaratamiento inherente a las mejoras tecnológicas. ■

Descanso y recuperación de tripulaciones

Cita en "Los Cogorros"

ANTONIO M.^a ALONSO IBAÑEZ

Es como si la residencia militar de montaña "Los Cogorros" hubiese cambiado de repente. Lugar habitual de descanso, preferentemente de generales, jefes y oficiales ya retirados del Ejército del Aire, sobre todo entre semana, con pautas de convivencia y comportamiento sobrios y más bien rutinarios, ha sufrido una profunda transformación. Resulta difícil acostumbrarse ahora a ver cada mañana un nutrido y alegre grupo de hombres y mujeres que, enfundados en sus atuendos multicolores, se dirigen a los guardaesquíes con objeto de recoger sus tablas y bastones, e iniciar a hora temprana sus prácticas en el blanco deporte de la nieve. Pero que nadie tema lo peor, la residencia no se ha traspasado en temporada invernal ni ha pasado a depender de cualquier otro organismo público ni privado.



La explicación es mucho más sencilla y está en consonancia con el espíritu que animó su creación el día 23 de enero de 1948 como "refugio de la Escuela de Prácticas de nieve y montaña para oficiales de la rama del Aire". Sin embargo, desde la finalización de las obras, en septiembre de 1950, únicamente en la temporada 52-53 se impartieron los primeros y únicos cursos de esquí a oficiales pertenecientes al servicio de vuelo, no conociéndose posteriormente actividad semejante hasta el día 2 de diciembre de 1984, en que se volvió a utilizar, por vez primera desde entonces, como descanso y recuperación de pilotos, controladores de interceptación y paracaidistas, según consta en escrito número 361 del Jefe del Estado Mayor del Aire, con fecha 20 de enero de 1984.

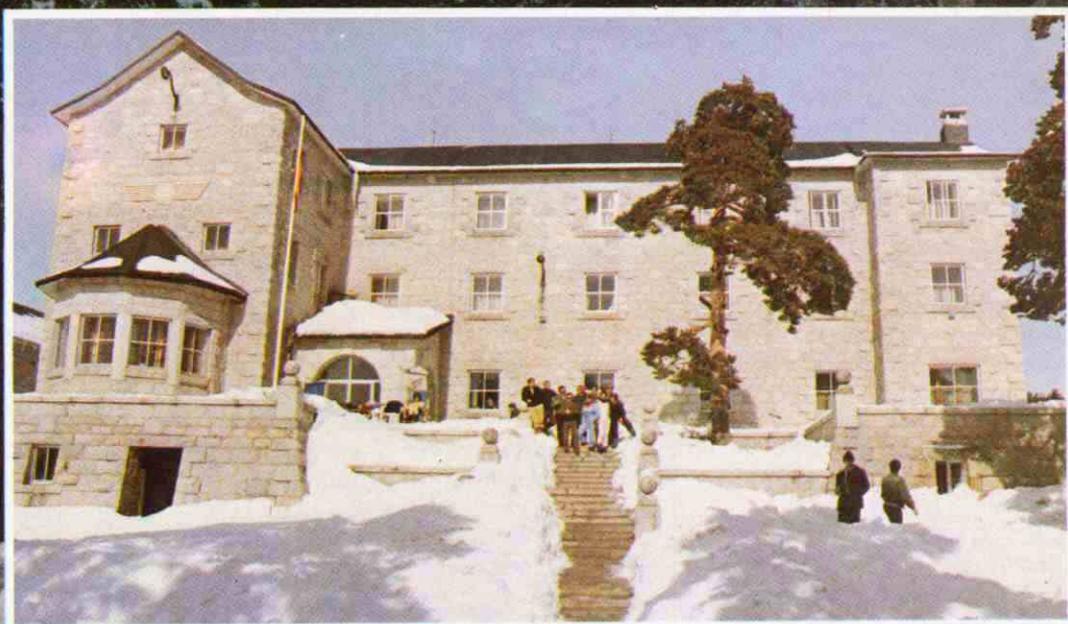
Es a partir de entonces cuando se produce un verdadero cambio de ac-

titudes en la actividad cotidiana de Los Cogorros. Dada su privilegiada situación, a 500 metros del puerto de Navacerrada y a 1.882 metros sobre el nivel del mar, lo que hace de este lugar un centro idóneo para las prácticas de los deportes de montaña, se establecen cuatro meses, del día 1 de diciembre al 31 de marzo —excepto veintidós días que corresponden a los turnos de permisos de Navidad— como fechas para su utilización por los Jefes y Oficiales de las Escalas del Aire y de Tropas y Servicios destinados en las diferentes unidades aéreas del Ejército del Aire.

Es por ello frecuente cada tarde de domingo, cuando normalmente ya se recogen aquellos que han ido a pasar el día, ver personas que emprenden el camino en sentido contrario, iniciando el empinado tramo que desde la "Venta Arias" les llevará directamente a "Los Cogo-

ros". Al reunirse formarán un grupo de veinte personas, la mayoría acompañados de sus mujeres y contando dentro del conjunto aquellos que por estar destinados en las Islas Canarias se han incorporado el viernes aprovechando los vuelos de estafeta. Todos ellos han sido designados directamente por sus Jefes y su asistencia a este periodo de descanso y recuperación es absolutamente voluntario.

A partir del día siguiente tendrán por delante una semana dedicada íntegramente a compaginar actividades al aire libre y descanso. Iniciarán una jornada sin normas fijas





establecidas, si bien resultaría de poco sentido común no aprovechar al máximo el día y por ello después de tomar el desayuno, no queda más remedio que dirigirse hacia las blancas pistas, pues para eso ha sido abundante la nieve caída esta temporada. No hay excusa posible para declinar la tentación, puesto que en el guardaesquíes de la residencia encontrarán el equipo necesario —tablas, fijaciones y bastones, adquiridos por el Ejército del Aire—, mientras que en las pistas, y expresamente dedicado a ellos, contarán con los servicios de un profesor de la Escuela Nacional de Esquí, quien durante dos horas estará dispuesto a iniciarlos en este bello deporte, o bien lograr una mayor perfección de estilo en la ejecución de los ejercicios desarrollados. Y para que todo resulte aún más atrayente, hasta en remontes y telesillas tendrán libre acceso, pues para ello y a tal fin existe un acuerdo entre el Ejército del Aire y la empresa concesionaria, al igual manera que se ha hecho con

la contratación de monitores.

Casi sin darse cuenta, y en tanto se acerca la hora de reponer fuerzas con la comida, llega la ocasión de reunirse en torno a un aperitivo y comentar los progresos logrados; o bien, hacer o recibir esa inevitable llamada a la Unidad para ver si todo sigue como debe ser. También es el momento de acercarse por la improvisada consulta del médico, situada en la primera planta del edificio y allí explica esas pequeñas molestias surgidas en la garganta, inevitables haciendo ejercicio a elevada altitud y bajas temperaturas, o el problema de ese tobillo que comienza a inflamarse por haber sido forzado más de lo normal. Pero de esto no hay que preocuparse demasiado, pues para ello se ha dispuesto la presencia de un médico en la residencia mientras duran estos períodos de descanso y recuperación, y si lo habitual, según sus palabras, son las pequeñas molestias antes descritas, se presentan a veces ocasiones, aunque afortunadamente las menos, en

que su presencia es requerida para labores de carácter más grave como puede ser el caso de traumatismos de cierta importancia que aconsejan un rápido diagnóstico, primeros auxilios y posterior traslado a un centro hospitalario.

La comida transcurre en animado coloquio y dará paso al merecido reposo de sobremesa, donde quizá se haga más palpable la diversidad de aficiones de los allí reunidos. Desde los que prefieren hacer honor a esa saludable costumbre tan nuestra como es la siesta, hasta aquellos que sin pérdida de tiempo retornan a las pistas, los hay que se reúnen en pequeños grupos a formar la tertulia de cada día, disputar alguna partida de dominó, o bien sentarse frente al televisor y una vez enterados de los acontecimientos más sobresalientes de la jornada, seguir esa serie de televisión que trae de cabeza a todos aquellos que han tenido la desgracia de caer en los enredos de su trama.

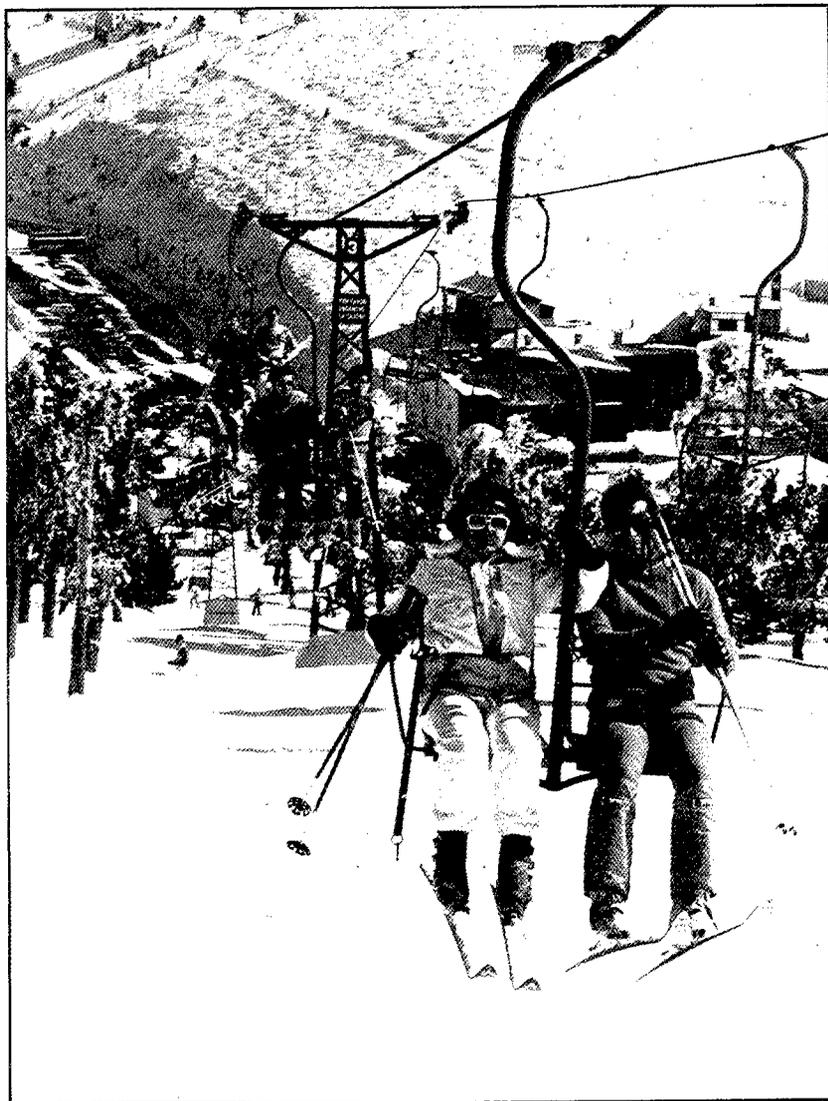
Pronto llega el atardecer, momento en que los últimos rayos del sol

se van perdiendo entre las nevadas copas de los pinos. Es cuando todo se hace tranquilidad y anima al recogimiento en el interior del edificio. Quedan aún unas horas para dedicarlas a los compañeros, la lectura o simplemente para evadirse frente a una película distraída. Y es que los responsables de este refugio de montaña del Ejército del Aire han tenido en cuenta hasta los más mínimos detalles, procurando dotar de un más amplio fondo editorial a su pequeña biblioteca, así como la adquisición de un aparato de vídeo, con objeto de exponer un abanico de opciones a la hora del esparcimiento y para cuyo fin se suben diariamente desde Madrid dos películas que sean del agrado de la mayoría de los allí reunidos.

La jornada, como cualquier actividad bien planificada, ha sido satisfactoria, con tiempo para hacer cada uno aquello que más le apetecía, cumpliéndose en cualquier caso los objetivos para los que han sido reunidos. Así, después del momento de la cena, y con esa sensación de cansancio, que produce el constante contacto con la naturaleza, llega la hora de retirarse a descansar, pues lo aconsejable y propio es aprovechar bien el próximo día desde sus horas más tempranas.

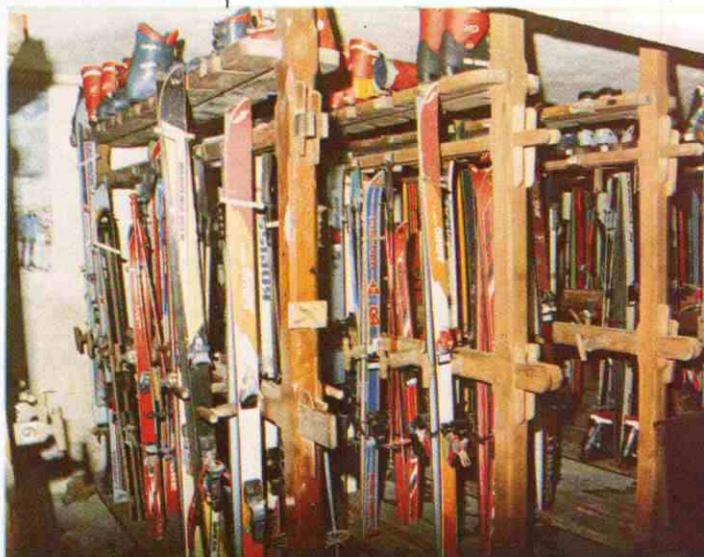
Sin embargo, no todos los que vienen a este lugar tienen la suerte de que su presencia se vea acompañada por la abundante nieve, como por suerte ha ocurrido en la presente temporada. Pero no importa demasiado, ya que se han estudiado otras alternativas con el fin de que su estancia sea lo más gratificante posible. Por ello, y cuando la cantidad de nieve caída en Navacerrada no sea suficiente para la práctica de este deporte de montaña, se ha previsto el desplazamiento a la estación de Valdesquí, como centro alternativo más cercano a "Los Cogorros". Si, por el contrario, la ausencia de nieve es general en la zona, la marcha, escalada y fondo, entre otras, serán actividades que podrán ser objeto de práctica constante durante esta semana de descanso.

Compaginando actividades de nieve, sociales y de montaña transcurrirá su estancia en esta residencia del





Ejército del Aire. Incluso contarán con tiempo para visitar bellos e históricos lugares, bien trasladándose hacia Segovia y detenerse en La Granja, Río Frío y, finalmente, en la capital donde todo su conjunto es digno de admiración. O, por el contrario, acercarse en dirección al Valle de los Caídos o El Escorial, sin olvidarse del Monasterio de El Pualar, donde destaca la celebración de la Misa Gregoriana el domingo, a las 12 horas, aunque para esto los interesados deberán adelantar la llegada a este período de descanso, o bien retrasar su salida, pues exceptuando los destinados en Canarias, el resto tiene establecida una estancia entre la tarde del domingo que llegan y la del sábado siguiente.



Períodos de seis días de descanso que en el transcurso de una temporada obtendríamos un total de catorce, con unos trescientos jefes y oficiales recuperados. Aproximadamente, la tercera parte del total de pilotos, paracaidistas y controladores de interceptación destinados en Unidades aéreas, llegando en el transcurso de tres temporadas a la recuperación, en teoría, de su totalidad.

Experiencia esta que ha tenido gran aceptación, estudiándose actualmente la posibilidad de ampliar a otros grupos de profesionales del Ejército del Aire, a tenor de los resultados alcanzados. ■

FALLO DEL CONCURSO FOTOGRAFICO 1.985

Al publicar el fallo de nuestro concurso de fotografías 1985-1986, queremos agradecer su participación a todos los que han respondido a nuestra convocatoria enviando sus fotografías, fotografías hechas especialmente para este Concurso como puede comprobarse por su temática, dedicada preferentemente al personal del Ejército del Aire en su actividad profesional.

Han sido noventa y cuatro las fotografías recibidas y todas ellas podían haber figurado muy dignamente entre las premiadas. La labor del jurado no ha sido fácil para destacar aquellas que a su juicio más se adaptan a los fines propuestos.

Procuraremos ir publicando a lo largo del año, aparte de las galardonadas, una muestra de todas aquellas que hemos recibido y que vienen a enriquecer de manera importante nuestros archivos.

PRIMER PREMIO:

Ultimos preparativos, del Capitán Carlos de Palma Arrabal.



SEGUNDO PREMIO:

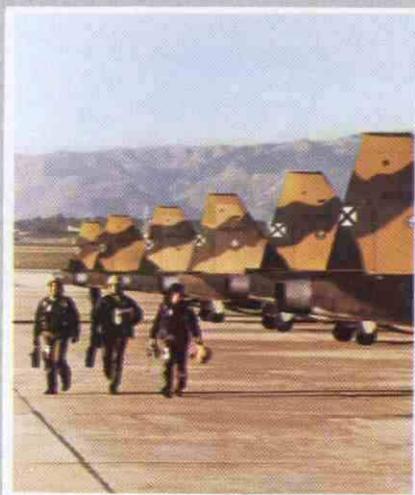
Me bajo en la próxima, del Teniente José Antonio García Caraballo.



TERCER PREMIO:

Apágalo ya, del Teniente José Luis García Cosmen

ACCESIT



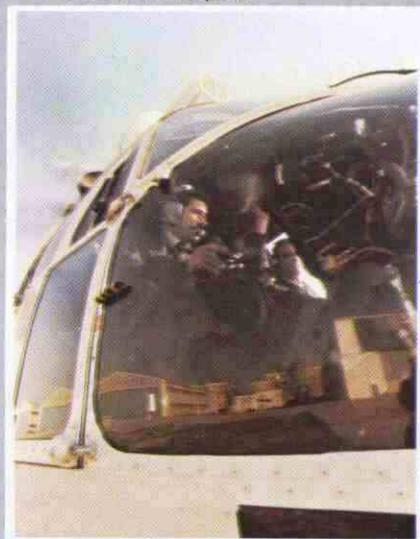
Destacamento, del Comandante Andrés González Espinar.



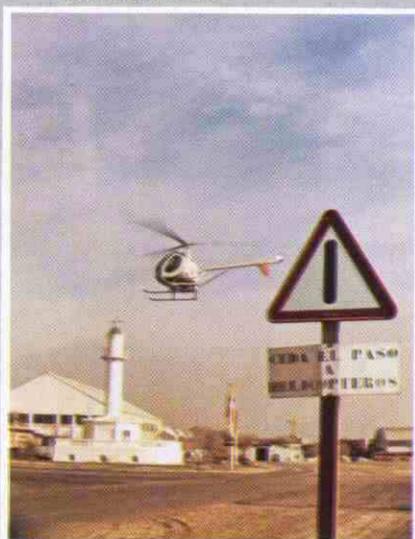
Trabajo en el hangar, del Capitán José Zárate Velasco.



Free Fall (P.A.P.E.A.-85), del Capitán Jesús A. Vidal Bugallo.



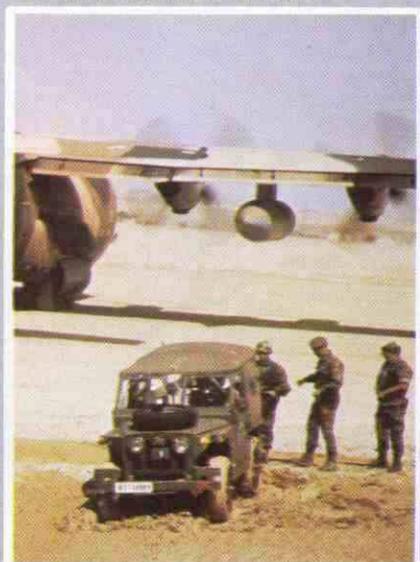
Preparados para la misión, del Teniente Alfonso Texidor Nachón.



Precaución, del Sargento Manuel Fernández Pareja.



Mantenimiento, al Capitán Adolfo Gascón Luna.



Aerotransporte con atasco, al Brigada Francisco Núñez Arcos.



En avería, del Sargento 1.º Juan I. Azofra Rúbiales.



Fuera calzos, del Capitán José Francisco Riaño Manzano.

Boeing 707, un nuevo avión para el Ejército del Aire



PABLO ESTRADA FERNANDEZ, Comandante de Aviación

Para reemplazar a los dos DC-8-52 que actualmente posee nuestro Ejército, y con el fin de que el avión elegido cumpla no sólo con las misiones encomendadas a aquellos, sino que extienda su servicio para complementar las necesidades operativas de nuestras Fuerzas Aéreas, nació el programa que tras su desarrollo se vio concretado en la adquisición de dos B-707. Estos aviones, de los que todavía permanecen en servicio más de 900 en las fuerzas aéreas de cinco naciones y en 100 compañías comerciales, serán sometidos a las pertinentes modificaciones en la factoría que para tal fin tiene la Compañía de Aviones Militares Boeing en EE.UU., y que les capacitará para llevar a cabo el mismo tipo de misiones.

El porqué de la elección del B-707, sin duda viene relacionado con la gran versatilidad de configuraciones y características de las que es susceptible la explotación de este avión. Desde los años 50 el modelo primitivo desarrollado con fines comerciales se ha ido modificando para su uso militar, habiendo servido hasta la fecha para las siguientes aplicaciones:

- **Cisternas para reabastecimiento en vuelo.** Esta versión, que a su vez puede estar dotada de diferentes configuraciones, permite desde el punto de vista operativo el apoyo a misiones de Interceptación, Tácticas (ataque al suelo y reconocimiento), Aviso temprano (Early Warning) y Aviones de patrulla

avanzada (CAP). Los aviones cisternas puros llevan depósitos adicionales de combustible y capacidad para el reabastecimiento simultáneo de tres aviones, dos en las puntas de plano y el tercero a través de una manguera que sale de la parte inferior del fuselaje. Los que están preparados para otros usos además del de cisterna, únicamente pueden transvasar el combustible de sus depósitos originales y suelen estar dotados de dos puntos de servicio, uno en cada punta de plano en donde llevan instalados los dispositivos extensibles necesarios para este cometido.

- **Convertibilidad para misiones múltiples,** tales como estación de comunicaciones para enlaces aire-ai-

re y aire-tierra, transporte de VIP y transporte de personal y carga. Asimismo, pueden ser dotados también con equipos de autoprotección de contramedidas electrónicas.

- **Patrulla costera**, dotados con radar de vigilancia, comunicaciones a larga distancia, equipos fotográficos y dispositivos de búsqueda en todo tiempo, así como otras misiones marítimas como la detección y seguimiento en la lucha antisubmarina y asistencia en búsqueda y salvamento.

- **Control y Mando Táctico (C²)**. Puede ser configurado como vehículo para el control y mando táctico sobre fuerzas de tierra, mar y aire. Al ser un elemento móvil puede proporcionar unas comunicaciones seguras, presentación de la situación para tomar las decisiones tácticas y compartimentos para la acomodación del Mando y su Estado Mayor.

- **Plataforma de armas**. Para tal fin, con la instalación de pods o las



Otra posible configuración del Boeing, la de transporte de personal

adaptaciones propias en el fuselaje, puede portar sonoboyas u otros sensores para la lucha antisubmarina, minas y bombas, bengalas o pods de contramedidas electrónicas, misiles de defensa letal y de otros tipos tales como antibuque o antirradiación.

A la vista de todas estas aplicaciones, finalmente se ha optado por la transformación de nuestros aviones para el cumplimiento de las misiones señaladas en los dos primeros puntos, es decir: servir simultáneamente para el reabastecimiento en vuelo y el transporte de VIP y de personal. Esto no es óbice para que en el futuro, si así se determinase, puedan cumplir cualquiera de

los cometidos antes mencionados con la dotación de los equipos necesarios. Los aviones serán sometidos a un proceso de transformación sobre el modelo básico que les permitirá prolongar su vida más allá del año 2000 y cuyas modificaciones más importantes abarcarán:

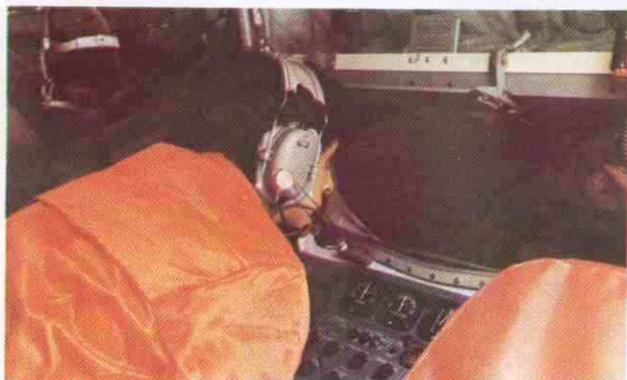
- Sendas barquillas en las puntas de los planos que contienen las perchas con sus respectivas cestas (Hose and drogue) para la utilización de este tipo de sistema para el reabastecimiento en vuelo de nuestros aviones (F-1 y F-18). Esta modificación lleva consigo una nueva punta de plano y el reforzamiento de la sección exterior del mismo.

- Sistemas de avión mejorados, fundamentalmente los de hidráulico y combustible que están implicados para la función de reabastecimiento.

- Dotación de Aviónica militar con doble radar para la reunión (Rendez vous), radar meteorológico, TACAN, IFF, UHF doble con DF (Direction Finder).



Boeing 707 de las Fuerzas Armadas Canadienses reabasteciendo en vuelo a dos F-5



Control del proceso desde cabina



Sistema de reabastecimiento

— Instrumentación de cabina totalmente renovada y actualizada, con equipos para la operación en todo tiempo, incluyendo CAT II y III de ILS.

En cuanto a la disposición interior, y al no tratarse de un cisterna puro, su cabina irá provista de apartamentos independientes en la zona delantera para su uso como transporte de VIP, y a continuación una configuración estándar con asientos de 1.ª clase y turista, de forma similar a la de los actuales DC-8.

Otro aspecto del que se oye hablar al referirse a estos aviones es el de su remotorización, y en este punto es interesante hacer una puntualización con el ánimo de aclararlo. Normalmente se considera que la remotorización del B-707 es la que se lleva a cabo sustituyendo sus motores por los CFM 56, que constituyen un verdadero avance y cambio en las características del 707. Esta es la opción elegida para la renovación de parte de la flota de los KC 135 A, aviones cisternas de la USAF, el remozado avión pasará a denominarse KC 135 R.

Pero existe otra remotorización, que es la que se efectuó para los aviones de la serie 300, sustituyendo los antiguos motores J57-P-59W por los JT3D-3B. Este es el cambio que en su día se realizó en los aviones ahora adquiridos por el Ejército del Aire, así como en el resto de la antes citada flota de KC 135 A, suponiendo una importante mejora en las performances del primitivo B-707, tales como la operación en pistas más cortas, emisión de humos reducida en un 90 por 100, produc-



Detalle del dispositivo de reabastecimiento en la punta del ala de un Boeing 707

ción de ruidos inferior a un 60 por 100 temperaturas menos críticas, reducción de consumo con el consiguiente aumento de autonomía y capacidad de combustible para entregar a los receptores.

Con las características hasta ahora señaladas, el 707 podrá efectuar vuelos de transporte de personal con una autonomía aproximada de 12 horas, con un techo operativo de 42.000 pies y una velocidad de crucero de hasta un 0,88 de Mach.

En cuanto a su capacidad como avión de reabastecimiento, al contar con un sistema de barquillas en las que se alojan las perchas que dan lugar al transvase, su operación es totalmente independiente para ambos

planos, y se realiza con los dispositivos necesarios para que resulte segura y eficaz.

El régimen de transferencia es de unas 1.000 libras por minuto, por lo que una operación de reabastecimiento a una escuadrilla de cuatro aviones puede verse completada en un tiempo aproximado de 15 minutos.

Aunque hasta la fecha se han realizado ya en nuestro ejército operaciones de reabastecimiento con los antiguos KC 97 y en la actualidad con los KC 130-R, la adquisición de estos aviones viene a reforzar nuestra capacidad en este campo y por ende la operatividad de los F-1 destinados en el Ala núm. 46, y en el futuro, el despliegue de los F-18, si bien siempre estamos obligados a considerar que a causa de nuestras permanentes limitaciones presupuestarias, los programas se quedan cortos para poder asegurar una total disponibilidad.

Partiendo de una capacidad de combustible que puede cifrarse en unas 160.000 libras, en el cuadro núm. 1 puede observarse el combustible que puede transferir en función de la distancia al punto de reabastecimiento.

De los dos sistemas más comúnmente empleados para el reabastecimiento, la elección del de percha y cesta viene condicionada por el hecho de que los aviones a los que va a servir disponen de un receptáculo de admisión que actúa con este tipo de sistema. La gran ventaja que presenta el KC-135 en relación al KC-130-R es su amplio margen en lo que a velocidad y altitud concier-

ne, ya que la maniobra ideal se puede realizar con velocidades superiores a 265 Kts de indicada y a una altitud de 30.000 pies. Asimismo, el sistema dispone de una turbina movida por aire de impacto, que asegura el funcionamiento de la bomba de combustible a un régimen elevado, y aun en el caso de fallo de ésta, la transferencia podría llevarse a cabo con otras bombas del interior del cisterna, si bien disminuiría el régimen de transvase.

El sistema, cuyo conjunto principal puede observarse en las fotografías anteriores, es controlado totalmente desde cabina, con interruptores y luces que permiten la operación individual de cada plano, pruebas, vigilancia y corte automático y manual para casos de mal funcionamiento o emergencia.

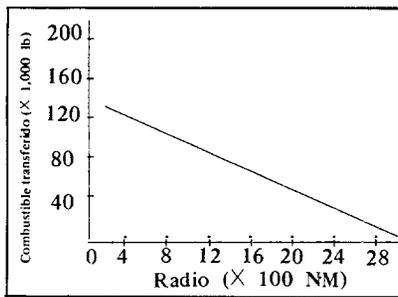
Basándonos en las performances de nuestros F-1, analizaremos someramente con algunos gráficos lo que para estos aviones supone en algunas de sus misiones el disponer de un cisterna de las características del B-707 cisterna/transporte.

Misión de Destacamento: Aviones en configuración limpia excepto tres depósitos exteriores de 1.200 lbs. (cuadro 2).

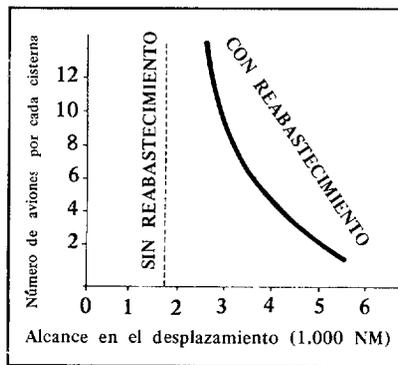
Misión de Patrulla para Combate Aire-Aire: Aviones armados con 2 misiles Matra 550 y otros 2 Matra 530, depósito central de 317 galones, cañón y ametralladora (cuadro 3).

Si hasta ahora se ha descrito el B-707 de forma general, contemplando la amplia gama de posibilidades que ofrece la opción elegida por el Ejército del Aire y alguna de las ventajas que se derivarán de su

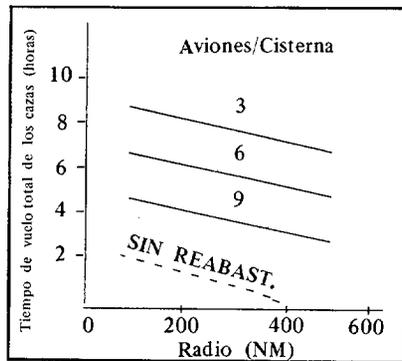
operación como avión de reabastecimiento para nuestra Fuerza Aérea, en concreto para el F1 y posteriormente de forma similar para el F-18, si queremos ofrecer una visión totalmente objetiva del desarrollo



Cuadro 1



Cuadro 2



Cuadro 3

del programa, no se puede olvidar un aspecto de capital importancia y que hasta la fecha es el que plantea mayores dificultades en su resolución: el mantenimiento.

Al tratarse de un nuevo avión, de características en nada parecidas a los que hasta ahora se tienen en mantenimiento, ya que para los DC-8-52, esta función la desarrolla la compañía Iberia, es necesario disponer de alguna fórmula basada en la contrata, el mantenimiento propio o una combinación de ambos. Parece ser que será la última de las modalidades mencionadas la que se elegirá para nuestros aviones, tratando de obtener una cierta independencia por un lado, y por otra parte que no resulte excesivamente costosa la creación de la infraestructura necesaria y el nivel de repuestos, teniendo en cuenta además que se trata de una exigua flota de dos aviones.

Aunque resulta un tanto inexacto el hablar de estas cuestiones basándonos en posibilidades, opciones y pareceres, realmente no puede hacerse de otra forma, ya que si bien existe un programa, todavía no ha comenzado a desarrollarse.

Hasta la fecha, los planes prevén la asunción de los dos primeros escalones de mantenimiento en general, alargándose incluso a parte del tercer escalón en lo referente a la electrónica.

En cualquier caso, tenemos delante un serio reto que afrontar en la creación de la infraestructura, si queremos que a la llegada del primer avión en la primavera del año próximo, esté todo preparado para que el avión esté en condiciones de asegurar su operatividad desde el primer momento. ■

PILOT'S

SUMINISTROS AERONAUTICOS

C/ Ulises, 3. Ofi. 1 (Metro Arturo Soria, salida c/. Ulises)
Tels. (91) 200 98 13-200 89 73 - 28033 Madrid

SECCION BOUTIQUE AERONAUTICA

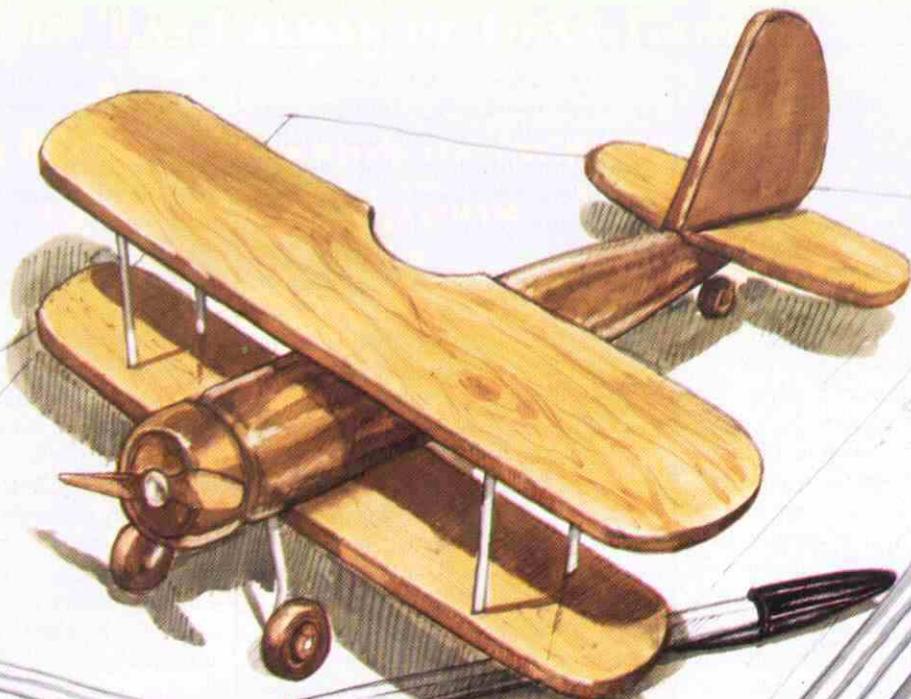
- Cazadoras de vuelo (algodón, piel natural, cuero envejecido).
- Monos de vuelo (varios colores).
- Camisas de vuelo.
- Carteras de vuelo (las mismas de las líneas aéreas españolas).

- Cartografía aeronáutica (mapas de vuelo visual e instrumental).
- Complementos para el vuelo.
- Poster de cabinas de aviones.
- Bibliografía aeronáutica (más de 100 títulos en existencia).
- Documentación de la OACI.
- Documentación FAA.

Representantes oficiales de: JEPPESEN, OACI, FAA.

Enviamos catálogo gratis. Señale los artículos interesados, por favor.

Horario: Lunes a viernes, de 9 a 14 y de 16 a 19.



Mi biplano y yo

JOAQUIN VASCO GIL, Teniente Coronel de Aviación

Es un biplano precioso, con esa gracia un poco torpe, un tanto ingenua y un mucho desvergonzada que tienen todas las cosas que empiezan a ser; los niños que quieren ser hombres, los plantones que empiezan a ser árboles y los biplanos que acabarán siendo naves espaciales.

Todo él es color madera, hasta la carena de su motor radial tiene ese color claro, casi amarillo, brillante de barniz, de la madera; sólo los blancos tirantes de sus planos o los amortiguadores de sus ruedas quieren poner una nota de color en su barnizada estructura.

Su hélice, tal vez un poco demasiado ancha, y su timón de dirección, más alto de lo normal, restan esbeltez a su fuselaje cilíndrico; hasta el buje de la hélice, romo y achatado, parece hecho a propósito

para conseguir un conjunto poco aerodinámico.

Sin embargo, lo es.

Tal vez sea esa ligera inclinación del eje longitudinal, que hace al chato morro apuntar permanentemente al cielo, tal vez la proporcionada desproporción de cada uno de sus componentes o, tal vez, las ansias de volar que de todo él emanan...

Muchas veces, mirándolo, le veo trepar, con un rugido entre Bücker y T 6, buscando el techo donde comenzar a dibujar sus acrobacias; cuando lo alcanza su corto cuerpo se alarga, sus anchas alas se estilizan y hasta parece que inician una leve flecha, como si tuvieran vocación de velocidad, luego el morro pica hacia la tierra, el rugido del motor cambia de tono, agudizándose, como si quisiera cantar un par de octavas más

alto, su estructura silba al rasgar, cada vez más deprisa, ese aire que constituye su elemento, después, poco a poco, obedeciendo la leve orden de su timón de profundidad, busca el horizonte, luego el cielo, y de nuevo la tierra y el horizonte, hasta completar en círculo, casi perfecto, del looping.

Se emborracha de altura trenzando esas figuras que son exponente de la libertad del espacio de tres dimensiones.

Pero es sólo mi imaginación que vuela, loca y libre, tratando de evadirse de una realidad que nos aplasta a los dos, a mi biplano y a mí.

Una realidad hecha de cuatro paredes, dos balcones, una mesa y papeles... papeles, muchos papeles, papeles que, como las series matemáticas, tienden a infinito, papeles que tuvieron un principio, pero a los

que no se les ve final.

Sus ruedas descansan sobre papeles que lo atraen como si ellos, sólo ellos fuesen capaces de centuplicar la fuerza de la gravedad haciendo imposible el vuelo.

Ahí a mi derecha, hierático, en la esquina de la mesa, es para mí como la imagen de una especial libertad en permanente espera. Y cada mañana, cuando al llegar rozo con mi mano su plano superior, parece que aumenta mi dosis de esperanza.

Sólo sale al aire cuando la mano de alguien que se acerca a mi mesa, mientras hablamos, lo coge suavemente por la cola y lo levanta para verlo, luego, inconscientemente, inclina uno de sus planos e inicia con el un tímido vuelo haciéndole tomar sobre la blanca pista del montón de papeles. Es curioso y me gusta observarlo, como en incontrolable impulso reflejo, todo el que allí se acerca lo coge, lo contempla un instante y lo hace volar alrededor de la mesa con mimo, casi, casi con ternura, hasta posarlo, en un perfecto aterrizaje, sobre la corta pista de papel.

A veces, el subconsciente nos juega malas pasadas y ocurre eso, que somos nosotros los que con nuestra imaginación hacemos volar un trozo de madera con forma de avión, probablemente porque la mesa y las sillas son incapaces de volar por mucha imaginación que se ponga en el empeño.

Me gusta tenerlo sobre la mesa, su silueta no se parece a ningún avión conocido, es, simplemente, un biplano.

Pero cuando el trabajo pesa demasiado, la nostalgia llena los vacíos interiores, la desesperanza parece gritar que todo es inútil, simplemente lo miro y me da nuevos ánimos para enfrentarme con los papeles.

La imaginación, "la loca de la casa", que decía la Santa Andariega, agolpa los recuerdos, las ausencias, los deseos y los sueños, y, él y yo, atravesamos el balcón y nos perdemos volando juntos en otro mundo; en el mundo ideal de los sueños en el que todo es posible, hasta que un trozo de madera vuela, llevando a bordo a un loco de nostalgia, y cruzan el cielo azul del Parque del

Oeste, y se pierdan sin rumbo, rumbo al Guadarrama, soñando que no sueñan.

Dura poco, ¿o mucho?, ni se sabe, el tiempo de los sueños de los locos no hay reloj que lo mida, han podido pasar... ¿unos segundos?, pero para nosotros han sido más que años, soñando con futuros que forjan los recuerdos.

Regresamos de golpe, el ruido metálico y discordante de un timbre de teléfono me sienta otra vez sobre la silla y a él lo deja nuevamente en los papeles. Pero ya es otra cosa, ya no hay desesperanza, no pesa la nostalgia, ni el trabajo es tan duro, ni el papel tan tedioso... y hasta la silla es cómoda y la mesa liviana.

Probablemente es que ya pasó nuestra época, la de los biplanos y la mía, y por eso soñamos, pensando, con nostalgia y envidia, en los que en las Unidades viven una época feliz que creen que no acabará nunca, como nosotros lo creímos.

Pero se acaba, y para que ellos vuelen, mi biplano y yo tenemos que estar rodeados de papeles, pero... ¿tantos Señor?, ¿tantos? ■

la aviación en los libros

LUIS DE MARIMON RIERA, Coronel del Arma de Aviación

ORIOL VERGÉS

LOS HÉROES EN LAS GALAXIAS

TRADUCCIÓN DE ROSER BERDAGÜE
ILUSTRACIONES DE MIQUEL SITJAR



EDITORIAL JUVENTUD
PROVENZA, 101 - BARCELONA

INTRODUCCION

De vez en cuando hemos prestado especial atención tanto a la literatura de Ciencia-Ficción como a la correspondiente a la etapa de los lectores tipo "infantil-prejuvenil".

Hoy queremos insistir en el tema porque entendemos que los aviadores, padres y abuelos, tienen la obligación moral no solamente de orientar a sus chicos por la senda de la lectura —que en el fondo no es otra cosa que la Cultura— y si es posible, inculcar en ellos la vocación aeronáutica.

Afortunadamente, hemos descubierto una obra que reúne todos los requisitos de la literatura infantil y de la Ciencia-Ficción, y de la que todos los niños conocen en grado sumo sus personajes principales por ser figuras familiares de los cuentos de la niñez y de los filmes de dibujos animados de la televisión.

No es casual la publicación de esta reseña en nuestro número del mes de abril, puesto que en dicho mes se celebra la Fiesta del Libro con especial trascendencia en Cataluña, coincidiendo, día más, día menos, con la "Diada" de San Jorge, la fiesta clásica del libro y de la flor.

COMENTARIO DE LA OBRA

El autor, Oriol Vergés, tiene en la construcción de su obra una multiplici-

FICHA TECNICA

Título original en español: "LOS HEROES EN LAS GALAXIAS"

Autor: ORIOL VERGÉS

Género: Ciencia-Ficción en versión para lectores infantiles

N.º de páginas: 127 en total, agrupadas en 9 capítulos

Número de ilustraciones: 14 dibujos en blanco y negro

Editorial: "EDITORIAL JUVENTUD" (Barcelona). 1.ª Edición, año 1985

dad de aciertos. En primer lugar, tal como se ha dicho, en convertir en héroes y protagonistas a una serie de conocidos personajes de la literatura infantil. Nada menos que Blancanieves y dos de sus enanitos (el Bolita y el Gruñón); el fabuloso Supermán, Spider (el hombre araña), el infalible James Bond, la bonita Ketty (secretaria de la empresa cinematográfica que ha contratado a nuestra reducida tribu), todos se quieren y se llevan muy bien entre sí, y el buenazo del monstruo de Frankenstein —una bellísima persona que a todo dice que sí y tiene la obsesión de no molestar, ni de asustar a nadie.

Es un grupo compacto y estrechamente unido por la amistad a ultranza. Cada uno de sus miembros resulta ser un gran especialista en sus conocimientos y los pone siempre a disposición sin límites de las necesidades de la pequeña-gran familia.

En otro pasaje nuestros protagonistas comentan y se preguntan acerca de la identidad del misterioso Gran Señor del Imperio. Arriban a la conclusión de que es un antiguo árbitro de fútbol que una tarde arbitra un partido entre el Barcelona y el Real Madrid y que tuvo que salir disparado como una flecha y no paró hasta llegar a la zona galáctica.

O bien, cuando los enanitos dicen a los demás: "No digáis a los otros cinco enanitos que lo estamos pasando bomba. No han podido venir porque están castigados; porque este curso han suspendido la asignatura "Arte de encontrar brillantes en las minas de las montañas fantásticas". Así escarmentarán y el curso próximo lo aprobarán todo".

La gran aventura comienza cuando nuestro entrañable grupo de amigos es invitado a hacer una visita en un centro norteamericano de lanzamientos espaciales. Incluida una pequeña "incurción" en el cohete que precisamente va a ser lanzado al espacio al día siguiente. Les acompaña como "introdutora de embajadores" la bonita y simpatísima Ketty, secretaria de relaciones públicas de la empresa oficial a cuyo

cargo corre la expedición.

Ya en el interior del cohete, nuestro grupo, entusiasmado y fuera de vigilancia, empieza a accionar mandos, palancas y botones. El resultado no es otro que el de inesperadamente, salir disparados al espacio como únicos tripulantes.

A partir de este instante se ven sumergidos en un torbellino de arribadas y paradas de otros mundos de la galaxia y también de un continuo corretear por los más recónditos rincones de otras lejanísimas galaxias.

En esta insólita "excursión", recalcan, voluntaria o forzosamente, en una gran diversidad de mundos, la mayor parte de ellos desconocidos para el ser terrestre. En unos acogidos con grandes muestras de amistad y profusión de festejos, en tanto que en otros reciben una recepción hostil y hasta incluso, enemiga.

Sus aventuras son interminables y siempre de distinto signo. Sin embargo, siguen adelante, sin desmayo y siempre unidos en un equipo ideal sin fisuras ni roces internos. No hay Jefe definido porque todos ellos son jefes y siempre están de acuerdo.

El término de su singular singladura tiene como puerto de arribada un mundo terrorífico en el que el dueño y señor es el malvado profesor Roth, creador del terrible Dragón que todos los años exige ofrendas humanas para ser devoradas. Nuestros héroes tienen que pagar el oneroso tributo y las fauces del Gran Dragón engullen glotonamente a algunos de nuestros amigos astronautas.

Pero, no tema el amigo lector, todos nuestros viajeros vuelven a la nave, salvos y sanos, en tanto que el Gran Dragón y el profesor Roth estallan en mil pedazos.

El gran periplo concluye aquí. Entre ellos comentan su deseo de volver a la Tierra y dicen: "¿Sabéis una cosa?" Le diremos al autor del libro que nos devuelva a la Tierra. El casi siempre atiende nuestros deseos. . ."

Y así sucedió. ■



Por R.S.P.

VULNERABILIDAD DE EUROPA Y APORTACION DE FRANCIA Y ESPAÑA A SU SEGURIDAD

Por Luis Sánchez Bayton, Coronel del E.A.

BOLETIN DE INFORMACION DEL CE-SEDEN N.º 187

Europa no puede defenderse por sí misma. De ahí el empeño de Rusia por aislarla de Estados Unidos. Por otra parte, la llanura europea y la falta de espacio de maniobra en Europa invitan a su invasión.

La vulnerabilidad económica de Europa corre pareja con la geográfica y no es menor que la que ofrece desde el punto de vista social, ante los movimientos subversivos bien manejados desde el exterior.

Esta es la panorámica —no por sombriamente real— que nos ofrece Sánchez Bayton, quien pondera la posible aportación de Francia y España en defensa de la Europa Occidental.

AVIONES DE COMBATE EUROPEOS: APARATOS DE DEMOSTRACION

Por Brian Wanstall

INTERAVIA - 10 - 1985

Se concretaron definitivamente las posturas, Alemania, Gran Bretaña, Italia y España construirán el Avión de combate Europeo (ACE) que pesará un mínimo de 9,5 tm, Francia decide construir su propio avión de combate táctico (ACT), más ligero (8,5 tm) y más orientado al ataque al suelo, que es más fácil de exportar.

Las soluciones intermedias para la experimentación y desarrollo de estos aviones —los llamados "aparatos de demostración"— son: el EAP (Experimental Aircraft Program) y el ACX, o RAFALE, que son los que se describen en este trabajo que explica el porqué de las aletas

hipersustentadoras, la estabilidad artificial, los mandos eléctricos y los materiales compuestos que utilizarán, tanto el EAP como el Rafale.

En un recuadro se especifican, también, los motores que llevarán, de momento, el EAP y el ACX, así como los nuevos y definitivos motores que propulsarán al ACE y al ATC.

EDI - A EUROPEAN DEFENCE INITIATIVE?

Por Arthur Knoth

MILITARY TECHNOLOGY - VOL IX - N.º 12 - 1985

Estudia el autor la posibilidad de que Europa pueda defenderse contra los Misiles Balísticos, de forma independiente, creando su propia INICIATIVA DE DEFENSA EUROPEA (EDI), análoga a la SDI norteamericana.

Resalta el artículo las peculiaridades que ofrecería la EDI, al ser Europa vulnerable a los misiles soviéticos de medio y corto alcance. Expone las limitaciones con que tropezarían los satélites y armas a emplear y termina considerando los beneficios que se derivarían de la EDI para otros campos tales como la tecnología del sector civil y la defensa militar no nuclear.

LAS GRANDES UNIDADES LIGERAS ¿UN CONCEPTO MODERNO?

Por Bernardo Buesa Galiano, Capitán de Artillería DEM y Angel Guinea, Capitán de Artillería DEM

EJERCITO - AÑO XLVI - N.º 551

Comienza el artículo con unas disquisiciones, posiblemente innecesarias, para justificar el abandono del material bélico pesado de antaño y la creación de uni-

dades ligeras muy maniobreras y aerotransportables al lugar del conflicto.

Más importante es el estudio que hacen los autores de la adaptación, en su empleo táctico, de estas unidades, a las distintas fases de la batalla.

A continuación se relaciona la organización de las grandes unidades ligeras en Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia, para terminar con un estudio de la estructura, en España, de las Unidades de Operaciones Espaciales, la Legión y, sobre todo, la Brigada Paracaidista, en la que se hace una relación pormenorizada de las modificaciones y material bélico del que debe disponer que es, a nuestro juicio, la parte verdaderamente valiosa de este trabajo.

LA GUERRE DE FREQUENCES SUR TERRE ET DANS L'ESPACE

Por Jean Guillemet

ARMÉES D'AUJOURD'UI - N.º 105 - Noviembre 1985

Cada vez quedan menos bandas de frecuencia sin ocupar, en el espectro radioeléctrico que va desde unas pocas decenas de Hertzios hasta el infrarrojo.

La actual tecnología, tanto en el campo militar como en el civil es cada día más exigente a este respecto. La consecuencia es un acelerado y progresivo riesgo de interferencias.

Este artículo viene a ser una voz de alarma. En él se describen los nuevos sistemas C³I, misiles, satélites, etc., que necesitan bandas de frecuencia que les permita funcionar simultáneamente con los sistemas civiles de radiotelecomunicación, o navegación. Los satélites geoestacionarios de comunicaciones —de los que pronto habrá más de un centenar— se encuentran ya prácticamente saturados.

El asunto es tan vital que se ha convocado una conferencia administrativa mundial de radiocomunicaciones (CAMR), en Ginebra, para garantizar a todos los países un acceso equitativo a la órbita geoestacionaria. ■



Catástrofe de Armero: el Ala núm. 31 estuvo allí

ALBERTO GALLEGO GORDON, Capitán de Aviación

LA INVITACION

Que a alguien le saquen de la cama a medianoche para "invitarle" a tomar café, puede ser un tanto extraño por no decir molesto, pero si, además, hay que ir a Colombia a tomarlo, puede ser realmente excitante.

La verdad es que no cogió totalmente de sorpresa, pues ya la radio había dado "la noticia" y en el Ala 31 existían precedentes de llamadas a horas intempestivas ante casos similares.

Ya todos suponíamos de qué se trataba: el Nevado del Ruiz, volcán semiactivo de 5.000 metros de elevación, había entrado en actividad. El calor producido en la erupción, que había descongelado tan sólo un 20 por ciento del total de las nieves acumuladas en su cima, había originado un torrente de lodo que arrasó totalmente la ciudad de Armero, en



Supervivientes de Armero esperan en la ciudad de Lérida permiso para volver a sus hogares

Colombia. El balance inicial de víctimas era sobrecogedor, 20.000 muertos.

Las órdenes estaban claras. El Gobierno Español había decidido enviar un avión a Colombia con ayudas de primera necesidad para poder afrontar la fase inicial del desastre. Al igual que en casos similares anteriores se encargaba la misión al Ala 31, sita en la Base Aérea de Zaragoza, que dispone del avión de transporte C.130 Hércules, capaz de efectuar el salto del Atlántico con carga y operar en pistas cortas y poco preparadas.

MANOS A LA OBRA

No es difícil hacerse una idea de la preparación que puede exigir un vuelo de este tipo. Estar acostumbrados a volar por Europa, exige unos requerimientos que se multiplican cuando el vuelo es a 9.000 Kms. de distancia y con todo un océano de por medio.

Quizás la parte más importante de una misión de este tipo —aparte, claro está, del avión— lo supone la información aeronáutica. Esta es necesaria para preparar los tramos del viaje por rutas y aeropuertos compatibles con las características y necesidades del avión. También exige una información precisa y actualizada de las maniobras de entrada y



salida, no sólo de los aeropuertos previstos, sino de todos aquellos que se prevean como posibles alternativos y de emergencia.

Inmediatamente después de recibir la orden del Estado Mayor del Aire, el Oficial de Servicio del Ala 31 puso manos a la obra en la labor de preparar toda la información necesaria adelantando, así, trabajo para la tripulación que llegaría a primeras horas de la mañana.

La urgencia de la situación obligó a utilizar uno de los aviones aptos para el repostado en vuelo, que resultó no ser el más apto para la misión, de largo alcance y que, por llevar las correspondientes barquillas instaladas, supuso un peso y resistencia aerodinámica mayores y, por tanto, un mayor consumo de combustible que limitaba su capacidad operativa.

El nombramiento de la tripulación se efectuó de acuerdo con las normas aprobadas en el Ala 31 para este tipo de misiones. Consiste en 5 pilotos, 1 navegante, 2 mecánicos de vuelo y 2 supervisores de carga —tripulación doble de lo normal— cubriendo así cualquier imprevisto por enfermedad o jornadas de actividad excesivamente largas.

Un último vistazo para comprobar todo lo necesario, desde cajas de herramientas y repuestos de emergencia, hasta el pasaporte y el cepi-

llo de dientes y el avión despegó a media mañana, hacia la Base Aérea de Getafe, donde se concentraría la carga.

EN GETAFE

Coordinar toda la variedad de cargas que habría de enviarse y los medios para transportarlas, lleva tiempo y, debido a la celeridad con



La ayuda española es trasladada inmediatamente a los camiones para su rápida distribución entre los damnificados

que se programó la misión, no pudieron evitarse los imprevistos de última hora. El despegue se había fijado en principio para las 15:00; sin embargo, parte de la carga se demoró todavía una hora más.

Hacia las 17:00 parecía que ya todo estaba listo. Bueno, casi todo.

Acudieron a despedir a la tripulación el Ministro de Sanidad, el Embajador de Colombia, así como representantes del Ministerio de Asuntos Exteriores, Protección Civil y Cruz Roja Española. La despedida, a pie de avión, sirvió para recalcar el apoyo oficial a la misión y de igual forma, el del Pueblo Español representado, en este caso, por la tripulación.

TRAS LOS CONQUISTADORES

Por fin se despegó rumbo a Lajes (Islas Azores). Acompañaba a la tripulación un diplomático español, que se encarga de los temas aeronáuticos del Ministerio de Asuntos Exteriores, y un ingeniero industrial, experto en catástrofes, representando a Protección Civil.

La carga, 12.500 Kgs. en total, se repartía entre medicinas, tiendas de campaña y equipos diversos para ayudar a los rescates.

Sólo faltaban las autorizaciones de sobrevuelo, que el Ministerio de Asuntos Exteriores se encarga de

tramitar en las correspondientes Embajadas. No es más que un número y unas letras que se incluyen en el plan de vuelos, pero es un requisito indispensable para entrar o sobrevolar cualquier país, si no se quiere correr el riesgo de ser interceptado y hacer alguna "escala imprevista"... Según los tratados de sobrevuelos con Portugal, esta autorización es permanente para los vuelos militares, entre ambos países. Por esta razón no se demoró la salida hacia las Azores ganando, así, cuatro horas en espera de los otros sobrevuelos.

La aventura, esbozada hacía tan sólo 18 horas, acababa de comenzar. Era el día 15 de noviembre. ¿Cuánto sería el regreso?

Fue esta primera parte del viaje, de alguna manera, la de mentalización ante la situación. Desde que se comunicó la orden a cada miembro de la tripulación apenas había habido tiempo de hacer el equipaje, dormir rápidamente unas pocas horas y preparar el vuelo. Mentalmente cada miembro de la tripulación fue, tratando de ocultar su evidente excitación, repasando las últimas horas y acordándose, por fin, de aquello que olvidó meter en la maleta y haciendo mil conjeturas sobre los próximos días.

La situación estratégica de las Islas Azores, como portaaviones natural en mitad del Atlántico, hace que sean de vital importancia para aviones cuya autonomía (y más con fuerte viento del oeste) no sería suficiente para cruzar el océano sin escalas... y sin tener que hacer la última parte a remo.

Estas cuatro horas de vuelo no fueron muchas pensando en las 13 que quedaban, pero por ese día ya se había acumulado suficiente cansancio y, puesto que los sobrevuelos seguían sin llegar, se decidió hacer noche en Lajes. Quedó todo listo para el día siguiente y, finalmente, tras varias llamadas a Madrid, se confirmaron los sobrevuelos.

La cena supuso el primer relax real para los miembros de la expedición, donde se comentaron las incidencias ocurridas hasta el momento. Para algunos tripulantes era ésta la primera misión de este tipo. Para los

dos civiles, suponía su primer contacto serio con miembros de las FAS desde su paso por el Servicio Militar, hacía no muchos años. Quedaban muchas horas por delante y, poco a poco, imperceptiblemente, empezaba a vislumbrarse una cohesión dentro del grupo. Nada un tanto a las personas como una causa común.

La previsión de los vientos hacía estimar 9 horas de vuelo, sobre agua, hasta la siguiente escala, la B.A. de Roosevelt Roads (Puerto Rico). Sólo una mancha enturbiaba el mapa meteorológico: la ruta de vuelo rozaba la posición del huracán Kate a la hora prevista de llegada.



Entrada al campo de refugiados de Lérica. Los familiares de las víctimas esperan noticias

Habría que cruzar los dedos para que se alejara.

Las previsiones se fueron cumpliendo: agua hasta el horizonte y en todas direcciones; fueron muchas horas y era difícil dominar la impaciencia cuando, además, se es consciente de la urgencia de llegar. Cuando en la pantalla del radar se perfiló el eco definido de la isla, fue inevitable dar un respiro de alivio: ¡tierra!

Repostar y echar un vistazo al avión. Estirar las piernas, desatascar los oídos del constante ruido de los motores, hacer el plan de vuelos, un café y... ya quedaba menos para llegar.

Las 4 horas de vuelo hasta Bogot

tá no supusieron un esfuerzo excesivo. La tranquilidad que proporciona el volar próximo a tierra, la belleza del crepúsculo entre las montañas coronadas por tormentas y el saberse tan lejos de casa, no deja mucho más tiempo para otras preocupaciones.

AQUI ESTAMOS

Bogotá, 2.800 mts. de elevación. Clima tropical a la altitud de una estación de esquí en España. El avión lo nota: el aire es menos denso y la carrera de aterrizaje más larga de lo normal. En el aparcamiento militar esperaban el Embajador de

España, el Agregado Militar y diversas autoridades colombianas. Los medios de comunicación, incluida TVE, tampoco podían dejar escapar una ocasión así.

Al ser éste el principal aeropuerto del centro del país, en él se había centralizado la ayuda internacional ya recibida y la que seguiría llegando en días sucesivos. Pero hasta la zona de la catástrofe quedaban más de 100 Kms. de curvas para bajar los 2.500 mts. de desnivel. El alternativo ya estaba previsto. La mercancía podría ser llevada por vía aérea a la B.A. de Palanquero (a orillas del río Magdalena) y desde allí, por otros medios, a Armero y los pueblos circundantes, donde se ha-

bía acogido a los pocos supervivientes de la tragedia.

Se concretó el horario para el día siguiente (domingo), y se buscó alojamiento para los próximos días.

De repente y desafiando toda lógica por las muchas horas de actividad, todo el cansancio acumulado se desvaneció. No importaba el ruido del avión, la tensión acumulada, incluso la menor concentración de oxígeno que dificultaba la respiración por falta de costumbre, ¡ya estábamos en Bogotá un sábado por la

tiempo. Así, no fue muy duro volver a madrugar el domingo a pesar de las pocas horas dormidas esa noche. Era, al fin y al cabo, como levantarse para comer después de una velada hasta la madrugada.

Pero la carga transportada no había llegado aún a su destino final y esa era la razón del viaje.

El vuelo a Palanquero supuso la culminación de dos días intensos, en el que se había puesto a prueba, una vez más, la operatividad de la

y sus valles; una temperatura de verano que, junto a las constantes lluvias, produciría la imagen de la exuberancia tropical.

La pista de aterrizaje todavía estaba cubierta de las cenizas, restos de la última erupción del volcán, que envolvieron el avión como una nube mientras rodaba hacia el aparcamiento; una vez en éste y tras varias maniobras por la limitación de espacio, se pudo aparcar el avión, aun a costa de que el señalero perdiera la gorra por uso de la reversa, ¡cuál no sería nuestra sorpresa al conocer más tarde que el señalero era el propio General al mando de la Base! que, con su walky-talky y su Mercedes lleno de ceniza, iba de un lado a otro tratando de coordinar las mercancías que los helicópteros y camiones llevarían hasta zona de la tragedia.

En Palanquero hizo entrega de la carga el Embajador de España acompañado del Agregado Militar, descargándose, a continuación, en medio de un calor sofocante.

Parecía que con el vuelo de vuelta a Bogotá se daría por terminada la misión. Nada más se podía hacer por la carga. Un día más, que se aprovecharía para turismo, las compras de rigor o el descanso y vuelta para España. Pero todavía quedaba mucho trabajo por hacer.

La ayuda internacional se aglomeraba en el aparcamiento militar de Bogotá sin que se previera un método rápido de hacerla llegar allá donde se necesitaba. La capacidad de la Fuerza Aérea Colombiana —al límite de sus posibilidades— y las dificultades de transporte por carretera dejaban pocas opciones. Sin embargo, ya había un precedente, un Hércules de la Real Fuerza Aérea Británica se había ofrecido a transportar carga hasta Palanquero, en la medida de sus posibilidades.

Bien pensado, se estaba desaprovechando un avión que había dado el gran salto “tan sólo” para llevar un carga de urgencia. Una vez allí se le podría sacar todavía un mayor rendimiento. ¿Por qué no quedarse y seguir “echando una mano”? La respuesta del Ministro de Defensa Español fue contundente, el avión



Hospital de campaña en el campamento de refugiados de Lérida

noche y había que aprovechar! Curiosamente, próximo al hotel había un restaurante, en el que una banda amenizaba a los clientes con una increíble variedad de ritmos tropicales y, ante los cuales, los pies más sensibles y los cuerpos más rígidos no podrían aguantar mucho tiempo sin dejarse llevar por ellos. Fue sólo una toma de contacto, pero decisiva, con los “bailables”, “cumbias”, “salsas”, “patacón pisao”...

Acostumbrar el cuerpo a un cambio de horario de 6 horas, lleva

Unidad y, no sólo la de un avión y el reducido grupo de personal que lo maneja, sino, también, la capacidad de reacción y solidaridad de todo un país ante la necesidad urgente de otro, hermano. La climatología de la zona y el terreno montañoso obligaron a efectuar el vuelo en condiciones instrumentales. Lo que en línea recta no hubiera sido más de 20 minutos supuso de esta forma 40 minutos, que brindaron la oportunidad de poder admirar la belleza del paisaje, las altas montañas

español se quedaría a disposición de la FAC para todo aquello que se necesitara y mientras se cumplimentaran las limitaciones propias de la tripulación y del avión.

¡QUE NOS QUEDAMOS!

La noticia fue acogida con satisfacción por la tripulación, ansiosa de colaborar y consciente de que suponía otra prueba de operatividad de la Unidad. Hay que admitir, por otra parte, que el piloto de transporte sabe cuándo se comienza una misión, nunca cuándo termina.

Se establecieron los turnos de las dos tripulaciones y, a primera hora del día siguiente (lunes), se inició el puente aéreo. Pero los problemas no tardaron en aparecer. Tener que operar un Hércules en un área desconocida, rodeada de montañas, lluvias constantes y con el espacio justo para aparcar en ambos aeropuertos, no es un gran problema si se tiene la información adecuada y se cumplen las normas establecidas. Pero el Hércules es un avión de carga y, esa carga, tiene que cumplir unos requisitos en cuanto al peso y su distribución dentro del avión.

Hay que tener en cuenta la afluencia de mercancía que, en los primeros días, colapsó prácticamente el pequeño aparcamiento del aeropuerto. Toda esa carga tenía que ser seleccionada según un orden de prioridades, preparada en plataformas y ordenada para su posterior estibado en los aviones, según sus características particulares. No en vano, dos de los componentes de la tripulación eran "supervisores de carga", cuyo cometido específico es, precisamente, ése y realizar esta importante tarea, es uno de los principales caballos de batalla del Hércules. Tener que cargar y descargar tantas toneladas con limitados medios humanos y materiales desbordó, en ocasiones, la capacidad del único supervisor de carga asignado por tripulación, al contrario que el avión de la RAF, que disponía de mayor número de personal.

Tras la normal falta de coordinación del primer día, en el que, además, coincidieron el avión británico

y el español en el mismo aparcamiento dificultándose las maniobras, ya el segundo día se realizaron las rotaciones en un mínimo de tiempo, imperando en todo momento una buena coordinación en la preparación de las cargas y horarios. En este punto, es digna de destacar la eficiente labor de un Suboficial de la RAF que, por propia iniciativa y auxiliado por personal de la FAC, se encargó de la preparación y organización de las plataformas de carga, base esencial de la eficacia de los vuelos. De igual forma, fue decisiva la colaboración de dos supervisores de carga colombianos cuando ya, nuestros dos supervisores, comenzaban a notar el lógico cansancio por el duro trabajo.

Desde primera hora de la mañana en que se llegaba al aeropuerto, se iniciaban las rotaciones a Palanquero, haciéndose tres por día, de unas 14 toneladas de carga cada una. Las cargas transportadas destacaron, ante todo, por su variedad. Se llevó personal especializado en rescates, científicos, médicos, periodistas de diversos medios internacionales, familiares de las víctimas y evacuados de última hora. Todo esto alternando con sacos de legumbres, arroz, leche, tiendas de campaña, medicinas y un largo etcétera, que trataba de paliar, en parte, las necesidades más urgentes.

Las malas condiciones meteorológicas sólo permitieron sobrevolar, en una ocasión, lo que antes fuera el pueblo de Armero. Para aquel que oyera las noticias esos días sobran las palabras. Ver en televisión las imágenes de las víctimas y de los supervivientes, fue desolador y este sentimiento se acentuaba al vivirlo en directo, hablando con las personas que habían tenido la "suerte" de no morir en la tragedia, habiendo perdido a sus familiares y todo lo que tenían.

Rápidamente se extendió la noticia de la ayuda española y fueron numerosas las muestras de afecto de la población civil. Una muy significativa fue la de una señora que regaló a la tripulación un libro del escritor colombiano Gabriel García Márquez.

Al término de la jornada y una vez programadas las actividades del día siguiente, una furgoneta de la FAC se encargaba del traslado de la tripulación al hotel. Era la hora de conocer la ciudad, un poco ajena, como toda gran ciudad, a los acontecimientos de esas otras, más pequeñas y no muy lejanas. Todavía quedaba un poco de tiempo para una rápida visita al Museo del Oro, donde se recogen numerosas piezas de la cultura precolombina; a la Plaza de Bolívar, con restos aún del reciente asalto al Palacio de Justicia por guerrilleros del M-19; o a Monserrate, para contemplar una maravillosa vista de Bogotá, a sus pies. Buscar algún rincón típico para cenar no supuso un gran problema, aprovechando para disfrutar de un rato agradable comentando las incidencias del día e incluso una segunda toma de contacto con el folklore local.

A veces este tipo de misiones exige compromisos sociales que, no por eso, dejan de ser gratos. La tripulación fue invitada a una recepción que la Embajada Española dio con motivo de la presentación del avión CASA 101, a la que asistieron altos mandos de la FAC.

Después de cuatro días parecía que ya estaba todo el trabajo hecho. Aun así, se destacó una tripulación al aeropuerto por si quedaba algo pendiente, pero la parte principal de la misión ya se había cumplido. Se fijó la fecha de regreso para el sábado, aprovechando esa tarde para hacer alguna compra que, algún día, nos recordará la estancia en Colombia, trayéndonos a la memoria esos momentos, agradables o difíciles, pero irrepetibles.

A primera hora del viernes, en el Cuartel General de la FAC, el General en Jefe hizo entrega de una metopa al Embajador de España. para el Ala 31, como agradecimiento del pueblo colombiano y de los miembros de la FAC. Fue ése el primer día en que se puede hablar de turismo "de verdad", para lo que la FAC puso un vehículo a disposición nuestra y en el que visitamos dos pueblos próximos a Bogotá: Guatavita y Zipaquirá, donde se encuentra la Catedral de la Sal.

Las despedidas siempre son tristes y más, si pueden serlo para siempre y es que pocos días pueden ser suficientes para establecer vínculos profundos.

DE VUELTA A CASA

La ruta de vuelta se programó con las mismas escalas que a la ida, pero con una pequeña diferencia: la calma. Había otro factor importante a considerar y es que, volando hacia el Este, perderíamos las horas de sol ganadas hacía una semana y la mejor opción era, desde luego, perderlas haciendo el tramo largo durante la noche. El sábado a mediodía se despegó rumbo a la B.A. de Roosevelt Roads (Puerto Rico) anotando cuatro horas de vuelo.

Así planteado el viaje se aprovechó el domingo de Puerto Rico para una visita relámpago de la Capital del Estado, San Juan, curiosa mezcla entre el pasado colonial español y el presente, de evidente influencia norteamericana. Después de un largo día de visitas a la zona antigua de San Juan, a las fortalezas que en su

día defendieron la ciudad y hasta un chapuzón en la playa del Atlántico (y no del Caribe, como todavía piensa alguien de la tripulación), se regresó a la Base.

Según se había previsto, se despegó poco después del ocaso. Una vez que te has mentalizado de la vuelta a casa, no es fácil apartar esa idea de la cabeza y las ocho horas y media de vuelo fueron transcurriendo con lentitud, sin más contraste que el ronroneo de los motores y las estrallas que salpicaban el cielo negro.

También, según lo previsto, se llegó a Lajes con la claridad de la mañana. La misma rutina de las otras escalas técnicas, alegrada por un reconfortante desayuno y, dos horas después, ya se había despegado para el último "pequeño" tramo de cuatro horas hasta Getafe; poco más que desde Las Palmas. Ya sólo había que esperar un poco más y, en Madrid, dejar al representante de Protección Civil, recoger unas cuantas cargas y los 50 minutos de vuelo hasta Zaragoza no fueron, sino de mentalización de la realidad, ¡ya estábamos en casa!

Era el lunes 25 de noviembre. Diez días después de iniciado el viaje y 45 horas de vuelo.

Todavía había que volver a acostumar el cuerpo a esas seis horas de diferencia. Dos días para convencerse de que hay que irse a la cama cuando el cuerpo te está pidiendo "marcha".

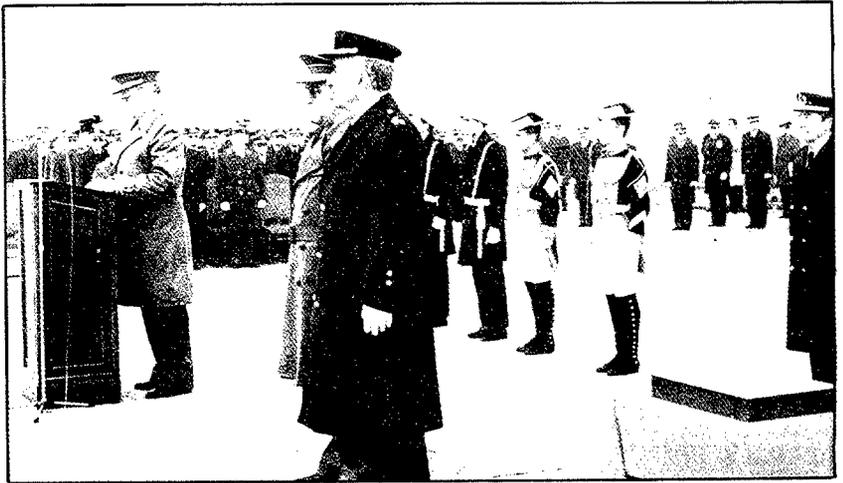
No acabaron ahí, sin embargo, las consecuencias del viaje. El 16 de diciembre se impuso la medalla de bronce al Mérito Civil, con distintivo azul, a todos aquellos que, de alguna manera, habían colaborado en la misión de ayuda a Colombia: médicos, científicos, organizadores y, también, a los miembros de la tripulación.

Pero la mayor recompensa ha sido la satisfacción íntima de no haber defraudado la confianza puesta en todos nosotros, representando, en esta misión humanitaria, a España, a la aviación de transporte y al Ala 31. Fue una gran experiencia, tanto a nivel humano como profesional y, esperemos, que el próximo gran viaje no sea por unas razones tan trágicas como las de este último año. ■

noticiario noticiario noticiario

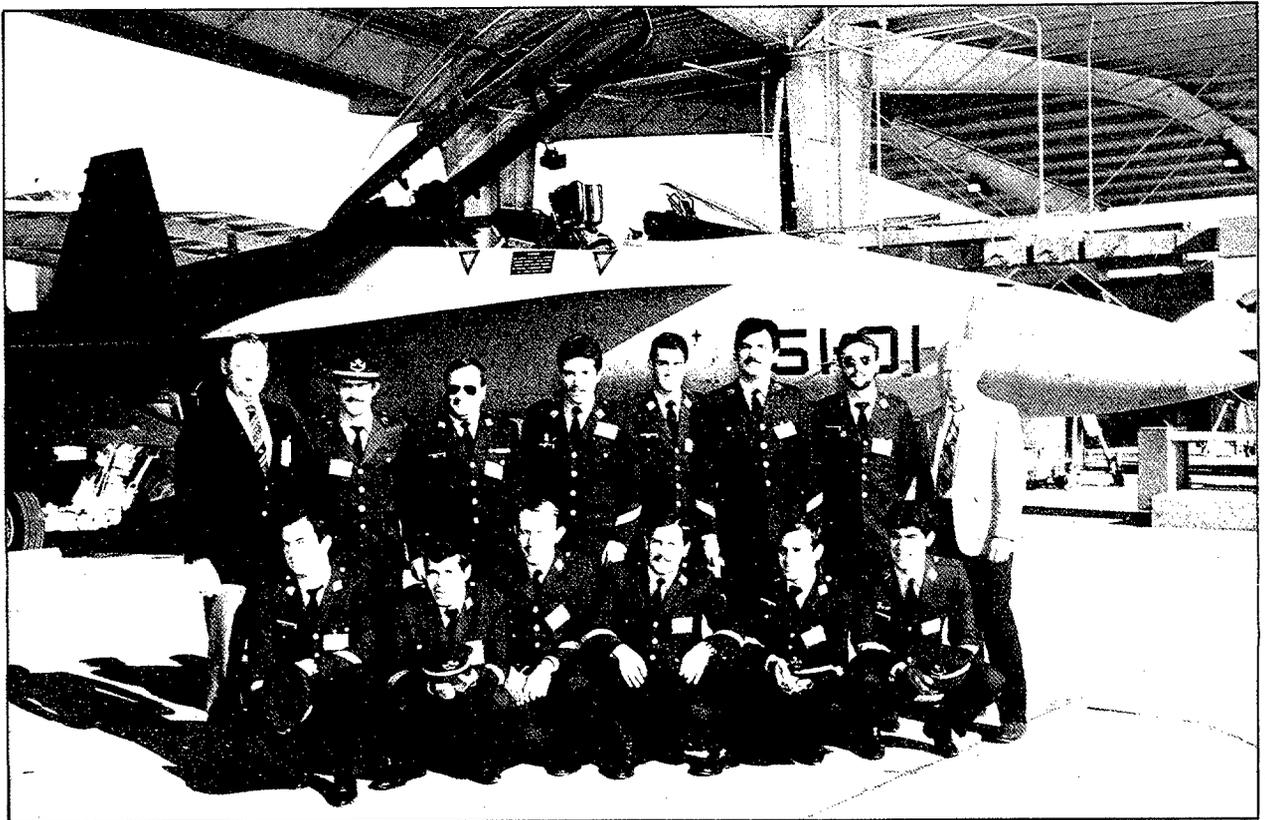
CRUZ DE PLATA DE LA GUARDIA CIVIL. El General Jefe del Mando Aéreo de Transporte y el Director General de la Guardia Civil, presidieron el día 9 de enero, en la Base Aérea de Getafe, el Acto de Imposición de la Orden del Mérito del Cuerpo de la Guardia Civil, en su categoría de Cruz de Plata, al Alánúm. 35, concedida según resolución de 4 de noviembre de 1985 de la Subsecretaría del Ministerio del Interior (B.O.E. núm. 288 de fecha 2 de diciembre de 1985).

En las alocuciones de ambas personalidades quedó plasmada la labor de las tripulaciones en el transporte a su lugar de origen, de fallecidos y heridos en acto de servicio del Cuerpo de la Guardia Civil, así como de sus familiares y comisiones de acompañamiento.



La información militar para dicho Acto estuvo constituida por un Escuadrón de Tropa con Bandera,

Banda y Música del Ejército del Aire, junto a una Sección de la Guardia Civil.



Suboficiales Mecánicos de Mantenimiento de Avión, pertenecientes al Curso de Avión General, en la factoría de McDonnell Douglas Corp. en la toma de contacto con el primer EF-18B español.

De izquierda a derecha. Arriba: Walter Hall (instructor), Sargento Escalona, Brigada Casado, Sargentos Cabasa, Orive, Zarantón, Chiner; y Dick Kiertzner (instructor). Abajo: Sargentos García, Calzón, Marín, López de Cózar, Santandreu y Benito.

noticiario noticiario noticiario

ENTREGA DE MAQUETAS DEL F-1 EN EL ALA NUM. 14. En un simpático acto que ha tenido lugar en el Ala núm. 14, M. Jacques Albertó, representante en España de la firma Dassault-Breguet Aviation, fabricante del avión Mirage F-1, hizo entrega de una maqueta de este avión a todos los jefes y oficiales de la Escala del Aire destinados, desde el día 19 de julio de 1984, en esta unidad del Ejército del Aire.

Las tres fotografías muestran los momentos en que M. Albertó entrega este recuerdo al Teniente Coronel Vargas de la Rúa como más antiguo, al Capitán Ortega como más moderno, así como al Comandante García Martínez, que ha sido el primer piloto español que ha alcanzado el número de 2.000 horas de vuelo en un Mirage F.1, entregando en este caso emblema y título que acreditan tan destacado hecho.



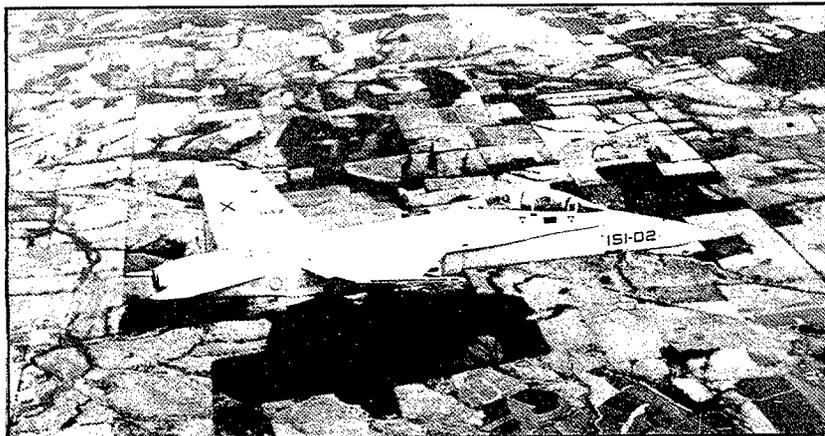
VISITA DE LA ESCUELA DE GUERRA NAVAL AL ALA N.º 14. A las órdenes del Vicealmirante don julio Albert Ferrero, Director de la Escuela de Guerra Naval, el pasado día 10 de febrero visitaron al Ala núm. 14 los integrantes del XXXVII Curso de Guerra Naval.

A su llegada a la Base Aérea de Los Llanos fueron recibidos por el Coronel don Leocricio Almódovar Martínez, Jefe del Ala 14, y por los

distintos Jefes de Grupo de la misma, quienes, en una reunión informativa, expusieron a los visitantes las características y particularidades de esta unidad del Mando Aéreo de Combate.

A continuación, los treinta y tres Capitanes de Fragata, Capitanes de Corbeta y Comandantes de Infantería de Marina que componen el Curso recorrieron las distintas dependencias del Ala, concluyendo su visita tras el almuerzo.





Primera fotografía de un EF-18 en vuelo. Se trata del CE 15-2 en uno de los vuelos de puesta a punto sobre el área de St. Louis.



IMPOSICION DE CONDECORACIONES EN EL INSTITUTO SOCIAL DE LAS FUERZAS ARMADAS. Con motivo de la onomástica de S.M. el Rey y de la Pascua Militar, fueron concedidas a distinto personal militar y civil de este Instituto, que por sus méritos y circunstancias se han hecho acreedores a ello, Cruces del Mérito Militar Naval y Aeronáutico con distintivo blanco en sus distintas categorías y cuyo acto de imposición al personal de la Gerencia, tuvo lugar el día 8 de enero bajo la presidencia del Teniente General Presidente de la Junta de Gobierno, don Manuel Vallespín González-Valdés, acompañado del Gerente del Instituto y Secretario General del mismo. Estuvieron presentes, además de los jefes de todos los departamentos de la Gerencia, el recientemente creado comité de em-

presa, en pleno.

En dicho acto, se hizo entrega de los premios en metálico que con motivo de la Pascua Militar y de conformidad con lo establecido en el R.D. 2205/80 del 18 de julio por el que se regula el trabajo del personal civil no funcionario en los establecimientos militares, tuvo a bien conceder el Gerente a distinto personal comprendido en el mismo, para premiar el espíritu de servicio y afán de superación demostrado.

A continuación, el Coronel Gómez Martín como más caracterizado entre los homenajeados, con emotivas palabras dio las gracias en nombre de todos ellos. Cerró el acto el Presidente, exhortándoles a continuar trabajando con el mismo entusiasmo y dedicación que han venido demostrando hasta ahora.

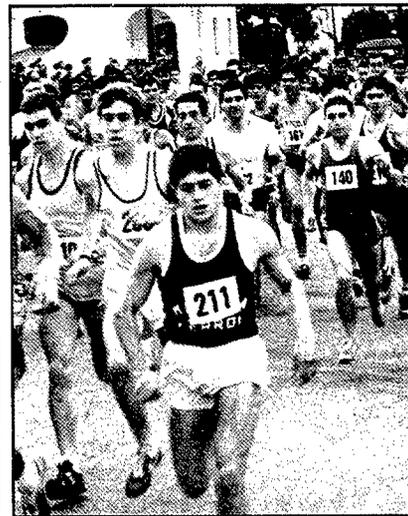
XXIV CAMPEONATO NACIONAL MILITAR DE CAMPO A TRAVES.

El día 31 del pasado mes de enero se celebró en las instalaciones del Ala núm. 22, de la Base Aérea de Jerez, el XXIV CAMPEONATO NACIONAL MILITAR DE CAMPO A TRAVES, con participación de equipos de los tres Ejércitos y Guardia Civil.

La competición constó de tres pruebas: FONDO CORTO, sobre una distancia de 5.000 m., FONDO LARGO, sobre 10.000 m., y VETERANOS, con participación en razón de la edad, en cinco categorías, sobre una distancia de 6.000 m. En esta ocasión tomaron parte un total de 501 corredores, que mostraron un gran nivel de preparación en las tres pruebas.

Por equipos, los vencedores de la competición Interejércitos fueron en FONDO CORTO, la 4.^a Región Militar, seguida de la Primera Región Aérea "A" (Madrid); y en FONDO LARGO, la Zona Marítima del Estrecho, seguida de la 1.^a Región Militar.

En cuanto a las pruebas individuales, los vencedores fueron los Soldados TEOFILO BENITO PADILLA y PEDRO CASACUBERTA CAMPS, ambos del Ejército de Tierra, en las pruebas de Fondo Corto y Fondo Largo, respectivamente.



EJERCICIOS Y MANIOBRAS

SINGULAR TRANSPORTE: UN CASA 101 CRUZA EL OCEANO EN AVION

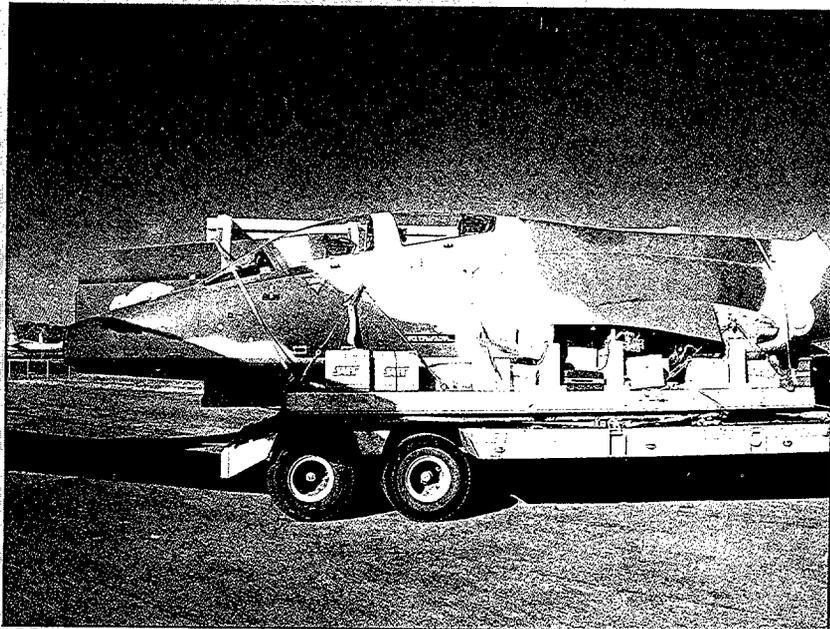
FRANCISCO NUÑEZ ARCOS, Bgda. MMA. Fotos del autor

Un avión T-10 Hércules del Ala 31 ha realizado, como una muestra más de sus enormes posibilidades operativas y de la polivalente preparación del personal del Ala, un singular transporte: en el interior de su cabina de carga, estrecha pero cómodamente, ha devuelto a su punto de origen, Getafe, y desde el aeropuerto Licenciado Benito Juárez, de la ciudad de Méjico, al avión CASA 101 que se encontraba por la zona realizando exhibiciones que pueden dar lugar a su comercialización en la América hispana.

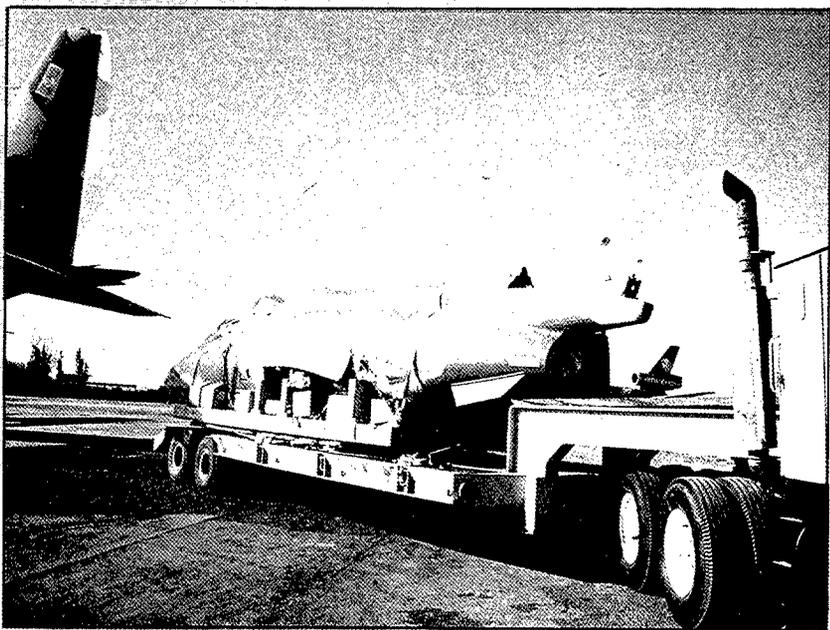
El retorno, efectuado apenas pasados cuarenta días del trayecto de ida en las mismas condiciones, se encuadra dentro de la colaboración prestada por el Ministerio de Defensa a través del Ejército del Aire y el Ala 31 del Mando de Transporte (MATRA) a otros ministerios u organismos civiles necesitados de este tipo de ayudas, que solamente pueden ser aportadas por una Unidad de las características del Ala de Transporte a que hacemos referencia.

Hay que transportar hasta Méjico un CASA 101 entero

La historia comienza cuando en la Sección de Operaciones del Grupo de Fuerzas Aéreas del Ala, y a través de los cauces normales, se recibe la orden de enviar a C.A.S.A., Getafe, un equipo de Supervisores de Carga con el fin de estudiar y planear, en su caso, la carga y posterior transporte de un avión CASA 101 en uno de nuestros aviones. Una vez realizado el estudio y aprobada su viabilidad, se procedió a confeccionar una ficha técnica del aerotransporte a realizar, verificándose los



Sobre el vehículo plataforma



Maniobras de aproximación

noticiario noticiario noticiario

pesos, volúmenes, centros de gravedad y características de los elementos a transportar; al avión CASA 101 le fueron desmontados ambos planos, los estabilizadores horizontal y vertical, y el rádome; el motor y el resto de las instalaciones permanecieron intactas en el módulo principal. Fue necesario construir en CASA, con asesoramiento de los Supervisores del Ala 31, sendas cu-

nas para el fuselaje-cuerpo principal y ambos planos, que formaban un conjunto único; ambos elementos con sus correspondientes anclajes fueron izados, colocados en sus cunas y posteriormente depositados en dos "pallets" (plataformas) unidos entre sí por elementos apropiados. Al carecer la terminal militar del aeropuerto de medios adecuados para su carga, fue necesario recurrir al

alquiler de un vehículo-plataforma, que merced a unas pequeñas dosis de ingenio de personal del Ala 31, fue transformado en porta-pallets procediéndose al acoplamiento en su piso de varias secciones de los rodillos del propio avión T-10.

Como un rompecabezas

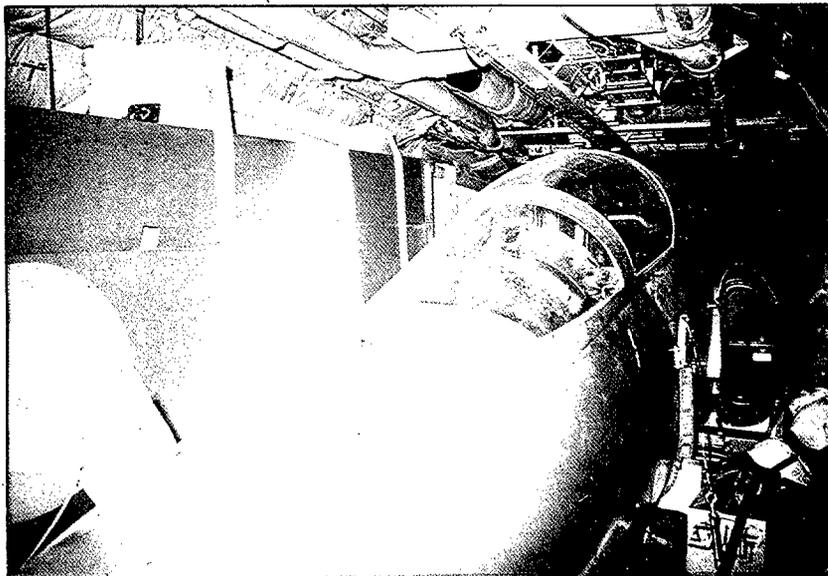
Una vez en el interior la carga principal, se procedió a "encajar", cual si de un rompecabezas se tratase, las distintas piezas embaladas o no (estabilizadores horizontal y vertical, pods, ruedas, barras de arrastre, eslingas de izado, etc.), según las previsiones de la ficha técnica, hasta que todas ellas quedaron depositadas en la amplia pero limitada cabina de carga del Hércules, todo ello en poco más de 7 horas de trabajo ininterrumpido. Fue muy de agradecer la voluntad de ayuda de los miembros que la Fuerza Aérea Mexicana puso a nuestra disposición para la realización de ésta carga, aunque al no contar esta Fuerza Aérea con aviones de transporte como el T-10, los medios técnicos disponibles estaban lejos de ser los ideales, como ya hemos reflejado en otro lugar de esta reseña.

Salto sin escalas Langley-Getafe: 12 horas de vuelo

Tras toda la noche de vuelo, y una vez en contacto con Madrid, un pequeño sobresalto: Getafe con mucha niebla y reducida visibilidad, Talavera bajo mínimos, Morón con bastantes nubes... y el cálculo de combustible de nuestro navegante el justo para aterrizar con las 6.000 libras estipuladas por limitaciones a la toma, sin hacer muchos minutos de vuelo extras. Todo se quedó en sobresalto, aprovechando un hueco en la niebla pudimos tomar en Getafe sin novedad; una vez más, el Ala 31 podía dejar constancia de su preparación y entrega: MISION CUMPLIDA. ■



Entrando



Estrecho pero cómodo

la aviación en el cine

VICTOR MARINERO

SIGUIENDO LA PISTA A LOS "OSCAR" (1972-75)

En las reuniones de la Academia de Hollywood de los años 72 y 73, el aire no se comió una "rosca" (por cierto, anagrama de "Oscar"). En el 74, no es que se diera un banquete; pero por lo menos logró algunas estatuillas mediante la intervención de los helicópteros en "El coloso en llamas" (**The Towing Inferno**). Como recordarán los lectores, ya que esta película fue repuesta recientemente en TVE, comienza por un largo recorrido en uno de estos aparatos sobre los rascacielos de la gran ciudad. Hasta que aterriza (o "aterraza", ya que lo hace en la azotea) en el más alto, el día en que va a ser inaugurado como reto a la arquitectura, la lógica, y casi al cielo. No tiene tanta suerte otro que intenta el salvamento de los invitados a punto de achicharrarse y sólo consigue explotar, víctima de las llamaradas que vomita el monstruo.

Por la perfecta cinematografía del filme en general, ganaría un "Oscar" el director de "cámaras" Fred Koenekamp. Harold y Carl Kress serían premiados por el montaje. Mientras que entre el amplio reparto de estrellas resucitadas (y lamentablemente aventajadas) sólo Fred Astaire fue nominado.

Era la época en que el cine quiso dar la batalla decisiva a la "tele", oponiendo a las reducidas dimensiones de "la caja ubícu" pantallas enormes, sonidos ensordecedores, cintas kilométricas y el referido rescate de figuras míticas. Y aunque "el Coloso" no lograra otros premios, al menos la crítica la consideró la mejor película catastrófica (sin ánimo despectivo sino laudatorio). Producida por Irwin Allen, que intervino asimismo en la dirección, esta se debe principalmente a John Guillermin, que en el 69 había realizado "El puente de Ramagen", en la

que destaca la fotografía aérea; y en el 76 llevó a cabo una nueva versión de "King Kong", el monstruo que cazaba aeroplanos como si se tratase de mosquitos. El plantel de primeras figuras (Newman, Dunaway, Jennifer Jones, Chamberlain, McQueen, Vaughn, Wagner, Holden, etc.) apenas tienen ocasión de lucir su arte.

Pero la partitura de John Williams (también nominado sin éxito), el compositor casi obligado de las superproducciones astronáuticas ("Encuentros en la tercera fase", "La Guerra de las Galaxias", y "Superman", con todas sus derivaciones) ayuda mucho a hacer digestible el "rollo" interminable.

En 1975, "Hindenburg", otra producción catastrofista con mezcla de documental, sabotaje y maraña de inter-relaciones de viajeros, al estilo de las series de "Aeropuertos", "grandes hoteles", alcanza muchas nominaciones; para ser finalmente derrotada por otra que no tiene de aéreo más que el título: "Alguien voló sobre el nido del cuco". Pero

se reconoció el mérito de los especialistas en efectos sonoros (Peter Berkos) y visuales (Albert Whitlock y Glen Robinson).

Ya hemos comentado en otras ocasiones la película o la catástrofe real: la explosión e incendio del dirigible al intentarse su amarre en Lakehurst (Nueva Jersey) en 1937, ocasionando la muerte de 35 de las 97 personas que viajaban en él. Parece ser que el motivo real del suceso fue el defectuoso desarrollo de la maniobra en un tiempo atmosférico poco favorable y con una sustentación del germano "Huidenburg", a base de hidrógeno en vez del inerte y no inflamable helio (entonces monopolizado por EE.UU.) El filme se basa en la suposición —muy difundida y empleada por Michael Mooney de que el hecho se debió a un sabotaje. El productor y director Robert Wise maneja bien los personajes y la intriga. No en vano ostenta en su palmarés "Ultimatum a la Tierra", "La amenaza de Andrómeda", "Star Trek" y otras obras de ambiente aeronáutico y cienciaficción espacial. Entre los actores, destaca George C. Scott como jefe de seguridad que se alía con el saboteador William Atherton. Anne Bancroft (condesa drogadicta), Gig Young (publicitario ex-espía), Burgess Meredith y René Auberjonois (pareja de jugadores de ventaja) y otros redondean la intriga. ■



bibliografía



NUESTRA GUERRA Y NUESTRA PAZ, por el Coronel don José Frías O'Valle. Un volumen de 334 págs. de 14 x 20 cms. Editado por el Servicio de Publicaciones del Estado Mayor del Ejército.

Esta obra subtitulada: Una Estrategia para la Paz, es el volumen núm. 11 de la Colección Adalid (Biblioteca de Pensamiento Militar), que edita el Servicio de Publicaciones del Estado Mayor del Ejército, y que ha dado a luz obras muy notables sobre temas militares, que ya han sido reseñadas en esta Revista.

Esta obra presenta unas ideas muy variadas y que aparentemente son independientes unas de otras, pero que consideradas en conjunto forman un verdadero tratado de Estrategia para la Paz. Esta estrategia es quizá la más difícil, ya que le están vedados ciertos procedimientos, pero es asimismo la más interesante en la actualidad, en la que conviene mantener una paz, que no por ser tan inestable es menos deseada. Naturalmente no se puede mantener la paz a cualquier precio.

El Autor, que posee unos conocimientos muy amplios sobre todos los temas que trata, intenta, con un estilo interesante y ameno, transmitirlos a los lectores. Estos encontrarán una gran riqueza de conceptos, datos y noticias sobre los que el Autor fundamenta sus temores respecto a los posibles peligros que amenazan a Nuestra Paz.

La personalidad del Autor destaca como militar y como escritor habiendo publicado numerosos trabajos y actualmente está destinado en el Servicio de Publicaciones del Estado Mayor del Ejército.

* * *

INDICE: Índice. Nota Editorial. Prólogo Cap. Primero. Introducción. Cap. II. Definición de la Guerra. Cap. III. Leyes y Principios del Arte de la Guerra. Cap. IV. La Estrategia, Definiciones y Concepto. Cap. V. Política y Conflicto. Cap. VI. El

Poder, Factores de Poder. Cap. VII. La Decisión Política. Cap. VIII. Estrategia de la Subversión. Cap. IX. Estrategia de la Contrasubversión. Cap. X. La Decisión en ambiente subversivo. Cap. XI. El pensamiento estratégico occidental. Cap. XII. El pensamiento estratégico oriental. Cap. XIII. Actualidad y permanencia del pensamiento de Sun-Tzu. Cap. XIV. La Estrategia hoy. Cap. XV. Un líder para hoy y para el año 2000. Cap. XVI. Conclusiones. Anexo I. Esquema de Método para la decisión política. Bibliografía.

LA ULTIMA GUERRA DE AFRICA, por Rafael Casas de la Vega. Un volumen de 568 págs. de 13 x 20 cms. Publicado por el Servicio de Publicaciones del Estado Mayor del Ejército.

Esta obra es el volumen 14 de la Colección

Adalid (Biblioteca del Pensamiento Militar). Y lleva como subtítulo Campaña de Ifni-Sahara. Es obra galardonada con el "Premio Ejército 1984". Asimismo es obra declarada de utilidad para el Ejército.

El autor, actualmente General de Brigada de Caballería, une a su brillante historial militar, grandes dotes literarias, habiendo publicado numerosas obras, todas ellas de carácter histórico, sobre nuestra Cruzada, tocando entre ellas un aspecto poco conocido y muy poco tratado, como es el de las Milicias Nacionales. También tiene una obra premiada con el "Premio Ejército de Poesía Coronel Cadalso".

En la obra que reseñamos aborda una guerra más moderna, la campaña de los años 1957-58, en Ifni y en nuestros antiguos territorios del Sahara. El autor, que fue destinado en el Sahara para realizar las prácticas de Estado Mayor, dos años después de esa campaña, tuvo ocasión de conocer aquellas tierras y a sus habitantes. Esto le dió la idea de recoger su experiencia personal en una obra. Esta está enri-

RELACION DE OBRAS INGRESADAS ULTIMAMENTE EN LA BIBLIOTECA GENERAL DEL CUARTEL GENERAL DEL AIRE

NORTH, Douglas C. Estructura y cambio en la historia económica. Versión española de María Dolores Dionis Trenos y Fernando Fernández Mendes de Andrés, Madrid. Alianza Editorial, S.A., 1984.

ORWELL, George. Seud. de Eric Arthur Blair. La hija del Reverendo (Traducción: Emilia Palomo de Valente. 2.^a ed.) Madrid, Alianza Editorial (1984).

PAPPAS, James L. Fundamentos de Economía y Administración. James L. Pappas... Eugene F. Brigham... Traducción: Jaime Gómez Mont Araiza... México, etc., Nueva Edit. Interamericana, 1984.

PARDOE, Geoffrey K.C. The future for Space Technology. London, etc., Frances Pinter (1984).

PINO PEREZ, F. Análisis de elementos-traza por Espectrofotometría de Absorción molecular Ultravioleta-visible. Córdoba, etc., Monte de Piedad y Cajas de Ahorros, etc., 1983.

POLITICA. Política económica de España... Planeado y coordinado por Luis Gámir. Prólogo de E. Fuentes Quintana. (4.^a ed. Madrid) Alianza Editorial (1980).

RAE, William H. Low-Speed Wind Tunnel Testing... William H. Rae... Alan Pope... 2nd ed. New York, etc., John Wiley & Sons (1984).

RAMOS PEREZ, Demetro. América en El Siglo XVII. Evolución de los reinos indios. (Coordinadores: Demetrio Ramos Pérez y Guillermo Lohmann Villena.) Madrid, Rialp (S.a.: 1984).

RECORD, Jeffrey. Revising U.S. Military Strategy. Tailoring Mians to Ends... Washington, etc., Pergamon-Brassey's (S.a.: 1984).

REDONDO DIAZ, Fernando. Historia del Ejército Español... Madrid, 1984.

REFORMA. La reforma de la Administración Pública en América Latina. Elementos para una evaluación. Alcalá de Henares, Instituto Nacional de Administración Pública, 1984.

RELACIONES. Las relaciones laborales y la reorganización del sistema productivo. Córdoba, Monte de Piedad y Caja de Ahorros, 1983.

REVIEW. Review of U.M. Research Development. 1984. Edited by Kosta Tshipis, Director and Penny Janeway, Editor... Washinton, etc., Pergamon-Brassey's (1984).

quecida con una investigación muy profunda y podríamos decir exhaustiva. Se conjuga una gran abundancia de datos con un tratamiento histórico riguroso, y además el tema es tratado con una gran objetividad. No hay duda de que cuando se quiere hablar de la campaña Ifni-Sahara habrá que mencionar la presente obra.

Se empieza el trabajo con una presentación del teatro y de los problemas existentes. A continuación se analizan las diferentes fases por las que pasó el conflicto y sus posibles complicaciones internacionales. En un Anexo se hace un recuento completo de las bajas habidas. En la obra se incluyen numerosos gráficos de gran interés.

* * *

INDICE: Nota Editorial. El autor de este libro. Índice de gráficos. Prólogo. 1. Antes del problema. 2. Las primeras infiltraciones en el Sahara. 3. Política de contención.



4. El relevo del General Pardo de Santaya. 5. El General Zamalloa, nuevo gobernador general. 6. Plan Madrid. 7. El duro verano de 1957 en el Sahara. 8. Primeras operaciones. 9. Relaciones con los franceses. 10. El ataque. 11. Operaciones de contención. 12. Socorro a los cercados. 13. Establecimiento defensivo inicial. 14. Agresiones en el Sahara. 15. Defensa activa. 16. Ocupación del Vértice Buyarifen. 17. La amarga experiencia sahariana. 18. Dos problemas, dos hombres. 19. El espacio vital de la defensa en Ifni. Operación Diana. 20. Directiva general para el Sahara. 21. Maniobra táctica y logística. 22. Reconocimiento del Mesti. Operación Siroco. 23. El combate por la Sagúa. 24. La limpieza del Norte del Sahara. 25. El salto de Ercunt. Operación Pegaso. 26. El último combate. 27. Consolidación en Ifni. 28. La frontera de Tarfaya. 29. Los prisioneros. ANEXO. Recuento general de bajas. 1.1. Relación por acciones y fechas. 1.2. Relación por unidades.

Y, además, hemos leído...

LUIS SAENZ DE PAZOS

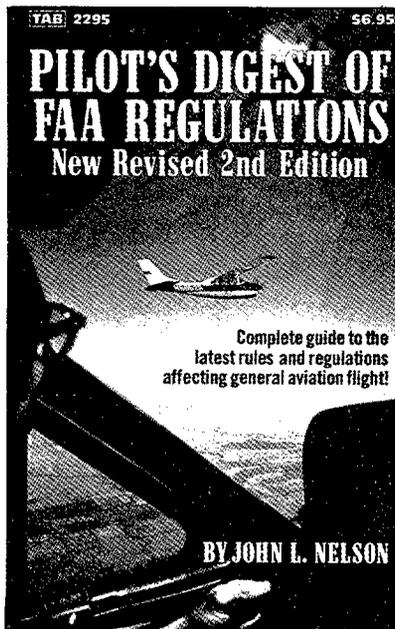
PILOT'S DIGEST OF FAA REGULATIONS, por John L. Nelson, 2ª edición revisada.

Los pilotos de líneas comerciales o privados, instructores de vuelo y alumnos agradecerán este compendio actualizado de los reglamentos de la Administración Federal de Aviación que afectan a la Aviación en general.

Se explica, en un inglés sencillo, todas las disposiciones de dicha Administración que deben conocer los pilotos para poder volar sin peligro por los espacios aéreos norteamericanos, facilitándose, al mismo tiempo, información detallada sobre las enmiendas introducidas en ellas, cómo lograr el título de instructor de vuelo y el de piloto, homologación de aeronaves, e incluso datos en torno a aerotaxis y aeronaves comerciales y de trabajos agrícolas.

Esta obra constituye un completo resumen de cómo funciona el sistema de reglamentación aeronáutica en los Estados Unidos (y el porqué de ello)

así como de las diversas maneras en que los pilotos de la aviación en gene-



ral pueden hacerse oír en la elaboración de nuevas disposiciones o en la derogación de las que hayan quedado anticuadas, así como detalles de los certificados de tipo, aeronavegabilidad y para aviones experimentales. Datos sobre planificación de prevuelo ilustran la importancia que tiene esta fase de operaciones.

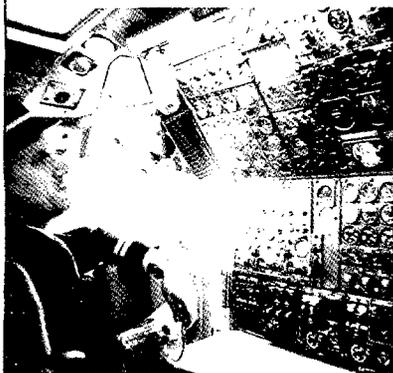
Asimismo, esta nueva edición revisada de esta excelente obra de consulta, describe la explotación comercial de las aeronaves y detalla el entrenamiento en vuelo y los requisitos básicos tanto para la enseñanza en tierra como para los instructores de vuelo, además de los requisitos selectivos para la obtención del título de mecánico de vuelo, facilitándose, además, información sobre los controladores aéreos y los técnicos de las estaciones de servicio de vuelo.

HOW TO BECOME A FLIGHT ENGINEER, por Jeff W. Griffin.

Los aspirantes a mecánicos de vue-

HOW TO BECOME A FLIGHT ENGINEER

All the facts and resources you need
to prepare for this professional flight rating!



BY JEFF W. GRIFFIN

lo y cualquiera que quiera conocer los requisitos y estudiar los medios de lograr este título aeronáutico, agradecerán este extenso y totalmente actualizado manual.

Aunque no existe ningún texto que pueda abarcar todo aquello que puede preguntarse en un examen, esta insuperable guía le enseña cómo abordar la preparación del suyo y lo que debe estudiar, incluyendo una valiosa lista de referencias y fuentes de datos, a la vez que proporciona un resumen de los requisitos que hay que cumplir, así como ejemplos de preguntas y respuestas.

Esta obra examina a fondo la propia prueba escrita que deben sufrir los aspirantes a mecánicos de vuelo y contiene una lista cuidadosamente ordenada de los materiales de estudio adicionales, así como los detalles de las disposiciones aplicables (normas de selección, requisitos para la obtención del título, causas de anulación y otras disposiciones de la FAA correspondientes al título de mecánico de vuelo), todo ello en preguntas de fácil comprensión y con múltiples respuestas.

Asimismo, contiene información sobre la teoría del vuelo, aerodinámica, meteorología, pesos y equilibrio, así como otros temas como el examen para técnicos de vuelo de los Boeing 727 (como ejemplo típico de los títulos que se conceden para ciertas aeronaves concretas), así como las fuentes de consulta para conocer los requisitos de titulación en otros modelos de aviones que utilizan las compañías aéreas más importantes.

En el caso del Boeing 727 se examina el sistema de combustible, el de propulsión (desde los mandos del motor y los indicadores hasta el encendido y empuje invertido), los sistemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos, e incluso contiene una amplia y valiosa información sobre antihielo y contra la lluvia, sistemas generales del avión, diversos cálculos de prestaciones y un capítulo entero acerca de cómo realizar la prueba.

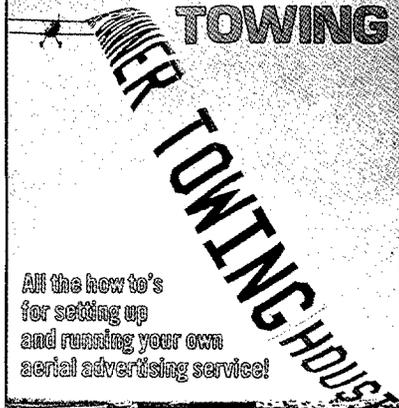
AERIAL BANNER TOWING, por Alan C. Taylor.

¿Está buscando el modo de combinar su interés por el vuelo con una ocupación parcial o total que le suponga un negocio de que Vd. sea propietario? La solución podría ser la publicidad aérea. Esta es una idea que podría resultar un lucrativo negocio, para el que sólo se requeriría una módica inversión inicial y que, además, le depararía la oportunidad de disfrutar de su afición favorita, el vuelo, a la vez que estaría trabajando.

He aquí, pues, por primera vez, una obra que le informa exactamente de cómo entrar en este fascinante campo de la publicidad aérea, desde el tipo de equipo que necesita hasta las operaciones que puede realizar y el equipo en sí.

Escrita por el presidente de una empresa de publicidad aérea con sede en Houston, que lleva años en este campo de actividades le pone al corriente de todo lo que se necesita saber, el mejor modo de realizar un sondeo de mercado, cómo seleccio-

AERIAL BANNER TOWING



All the how to's
for setting up
and running your own
aerial advertising service!

BY ALAN C. TAYLOR

nar la avioneta adecuada y colgar de ella el cartel publicitario, los métodos de contabilidad, consejos prácticos sobre cómo llevar a cabo dicha publicidad, e incluso la forma de obtener los permisos y las autorizaciones pertinentes para efectuar las modificaciones en las aeronaves.

Empezando con un breve resumen del mercado de la publicidad aérea, este libro le aclara muchos puntos (si hay mercado para este servicio en su región) antes de que invierta un sólo céntimo).

Contiene también un estudio a fondo de los reglamentos de la FAA relativos a los pilotos, aeronaves, equipos, modificaciones y operaciones, un completo repaso del equipo que se necesita, consejos prácticos sobre cómo encontrar y entrenar a una persona para que le ayude desde tierra, y la realización de las comunicaciones aire-tierra mediante la radio y señales con banderas, incluyendo todos los trucos para tener éxito desde que despegas la avioneta hasta las técnicas más eficaces de despliegue del cartel y posterior desenganche de ésta una vez terminado el trabajo. ■

ultima pagina: pasatiempos

PROBLEMA DEL MES, por MIRUNI

El capitán de un navío desea premiar a tres marineros por su heroico comportamiento en la pasada tormenta. Para ello guardó cierta cantidad de monedas de oro (más de 200 y menos de 300) en una caja, para que al día siguiente, al desembarcar en el puerto, se las repartieran equitativamente entre los tres marineros.

Sin embargo, durante la noche, uno de los tres marineros se despertó y pensó: "Será mejor que retire mi parte, así no tendré que discutir con mis compañeros". Se levantó sigilosamente, llegó al lugar donde se encontraba la caja con las monedas y la abrió. Dividió las monedas en tres partes iguales, pero notó que la división no era exacta, pues sobraba una moneda. Como pensó que al día siguiente habría discusiones por dicha moneda la tiró al mar, cogió uno de los tres montones de mone-

das y dejó en la caja los otros dos, regresando a su camastro a dormir.

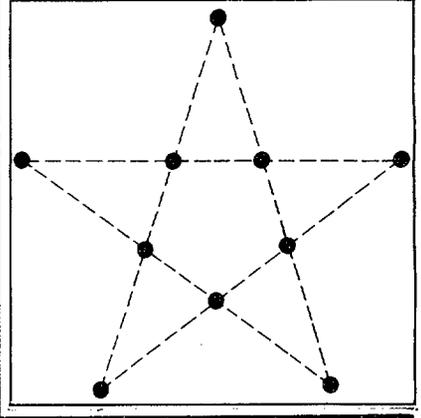
Poco después, el segundo marinero se despertó y tuvo la misma idea. Abrió la caja, hizo tres montones con las monedas que había y también le sobró una. La tiró al mar, cogió un montón de monedas y guardó el resto, retirándose a dormir.

Al rato, el tercer marinero también hizo lo mismo y como le sobró una moneda al hacer los tres montones, también la tiró al mar, cogió su parte y dejó el resto.

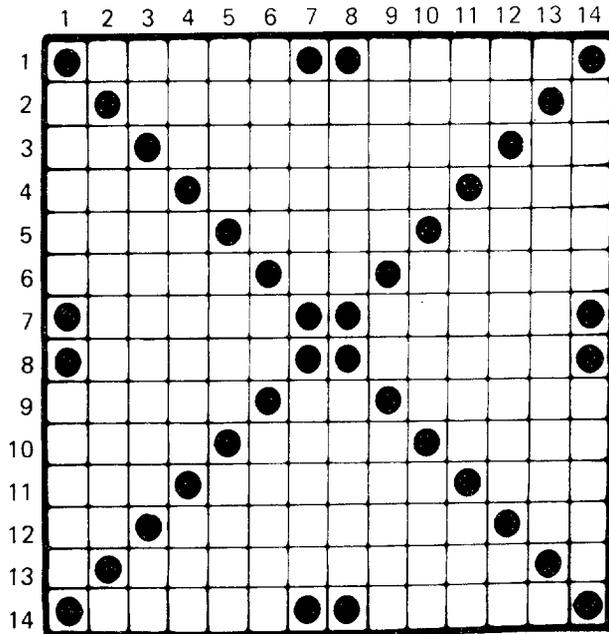
Al día siguiente, momentos antes de desembarcar, el segundo oficial procedió a hacer el reparto y como ninguno de los marineros dijo nada de lo que había hecho durante la noche, abrió la caja, hizo tres montones iguales de monedas, y como también le sobró una moneda, se la quedó para él, dando un montón de monedas a cada marinero.

¿Cuántas monedas había al principio? y ¿cuántas recibió cada marinero?

SOLUCION PROBLEMA ANTERIOR



CRUCIGRAMA 4/86, por EAA.



SOLUCION AL CRUCIGRAMA 3/86

HORIZONTALES: 1.—Aproa. 2.—H. Vildebeest. E.— 3.—AA.

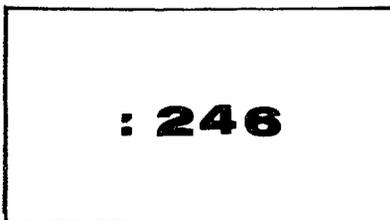
HORIZONTALES: 1.—Da voces lastimosas. Relativo al aire. 2.—Punto cardinal. Transporte Lockheed C.141. Matrícula. 3.—Conjunción latina. Entrenador Aero L.39. Nota musical. 4.—Cabeza de ganado. Cantar a coro. Cierta número. 5.—Actas. Alabanzas. Aspectos sucesivos de un fenómeno (pl). 6.—Sátélite de Urano. Matrícula. Al revés, amontona. 7.—Nombre de mujer (anglosajón). Al revés, sociedad minera española. 8.—Medida de longitud. Entregarse. 9.—Al revés, cambronerías (arbus-tos). Matrícula. Al revés, cornamentas. 10.—"Yate", ballado. Codificación NATO del AWACS soviético Tu.126. Sembrado. 11.—Pronombre. Zaguán, entrada. Al revés, codificación NATO del II.38. 12.—Consonantes. Tripulante español del "Cuatro Vientos". Matrícula. 13.—Punto cardinal. Precursor alemán de la Aviación. Símbolo químico. 14.—Hollar, conculcar. Pino mexicano muy resinoso.

VERTICALES: 1.—Grave, severa. Sagrado, inviolable. 2.—Número romano. Avión de más de tres motores. Matrícula. 3.—Consonantes de "alas". Pieza dramático-jocosa (pl). Número romano. 4.—Liga. AWACS Boeing E.3A. Prefijo. 5.—Al revés, codificación NATO del II.18. Moneda europea. Parte del remo. 6.—Planta de tronco leñoso y ramas. Río español. Parecer. 7.—Al revés, grupo de cantores. Bebe aspirando. 8.—Planta saxifragácea (pl). Sean. 9.—En Logroño, arce (pl). Preposición latina. Al revés, referirse a persona distinta de la que se habla. 10.—Al revés, rueda. Poner al fuego. Al revés, prenda femenina de abrigo. 11.—Preposición inseparable. Codificación OTAN del Yak-23 (pl). Nave. 12.—Terminación verbal. Nuevo sistema AWACS soviético, según OTAN. Consonantes. 13.—Punto cardinal. Con ánimo favorable (fem. pl.). Punto Cardinal. 14.—Mueve el rabo el animal. Al revés, archipiélago del Pacífico.

Aireaste. Mg.— 4.—Ver. Salita. Sea.— 5.—oroM. Pela Moss.— 6.—Codea. Pa. Penco. 7.—Persa. Panda. 8.—IacoF. Vital.— 9.—Casar. SA. Sores.— 10.—oneR. Seno. Raro.— 11.—Los. nesarA. Son.— 12.—Os. seramaIA. SA.— 13.—N. Dirigible. R.— 14.—Celta. Aa-ron.

JEROGLIFICO, por ESABAG

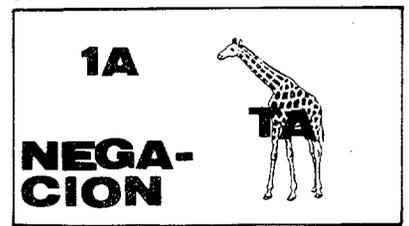
¿Qué tal es Juan?



¿Cómo es el terreno?



¿Qué traes en la mano?



SOLUCION A LOS ANTERIORES: —Mosca. —Tú solo. —No, apunté a dar.