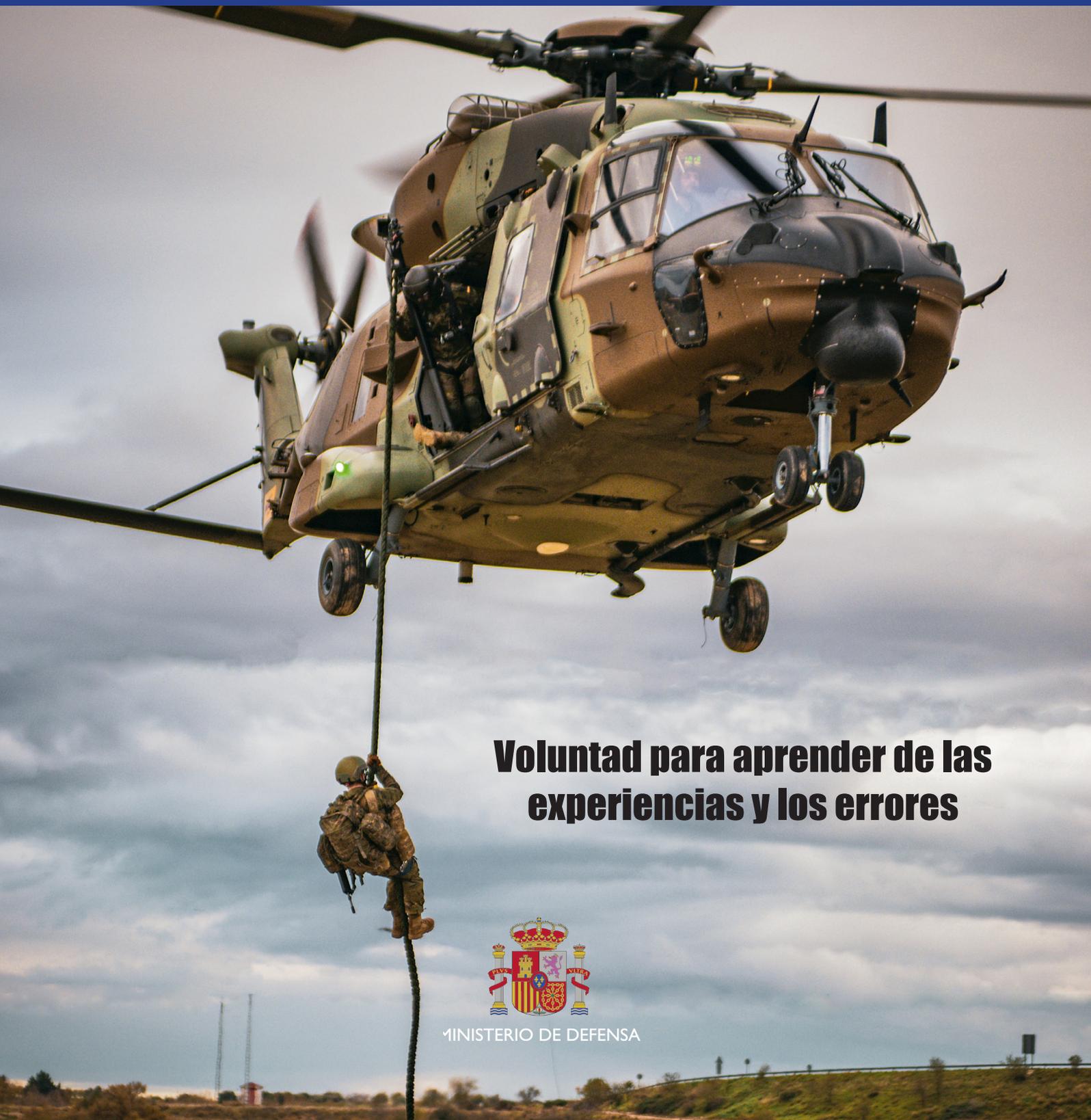


# SEGURIDAD DE VUELO

BOLETÍN

# EJÉRCITO DE TIERRA

2.ª Época  
N.º 3 • Año 2024



**Voluntad para aprender de las  
experiencias y los errores**



MINISTERIO DE DEFENSA



Fast rope desde NH-90  
Autor: soldado Iván Morán Rogado  
BHELMA III

# SUMARIO

## ARTÍCULOS

### PRÓLOGO

<i>General de brigada Pablo Muñoz Bermudo</i>	1
---	---

### EDITORIAL

<i>In memoriam</i>	3
<i>Reconociendo la excelencia: Premio de Seguridad de Vuelo 2023</i>	5
<i>Ingeniería predictiva: un modelo para la seguridad de vuelo</i>	6

### ORGANIZACIÓN

<i>La seguridad de vuelo en unidades dotadas de RPAS Clase I</i>	12
<i>The dirty dozen: la complacencia como factor de riesgo</i>	14
<i>El porqué de la seguridad de vuelo en unidades sin aeronaves en dotación</i>	17
<i>La creciente relevancia de la seguridad de vuelo</i>	24

### PREPARACIÓN

<i>Performance Based Navigation (PBN): el futuro de la navegación ya está aquí</i>	27
<i>Seguridad de vuelo en operaciones de patrullaje aéreo: lecciones del accidente del helicóptero del Servicio de Vigilancia de Aduanas (SVA) en 2021</i>	32

### OPERACIONES

<i>Toma de decisiones durante el vuelo</i>	39
--	----

### PROCEDIMIENTOS

<i>Accidentes en el mar del Norte: lecciones aprendidas</i>	43
<i>La inspección prevuelo en los sistemas RPAS</i>	49
<i>Comunica bien, vuela seguro</i>	54

### MEDICINA Y SALUD

<i>Beneficios de la preparación física para la seguridad de vuelo</i>	61
<i>Bebidas energéticas y sus efectos en las tripulaciones</i>	66

### MATERIAL Y EQUIPOS DE APOYO

<i>Seguridad en tierra. Trabajos en altura</i>	69
<i>Cargas externas desde buques</i>	72
<i>Dispositivos electrónicos portátiles a bordo</i>	77
<i>Balizaje y señalización de helisuperficies</i>	84
<i>Vestuario específico para el vuelo: operadores de a bordo</i>	89

Los números editados se pueden consultar en formato electrónico en:  
<https://publicaciones.defensa.gob.es/revistas>

APP Revistas Defensa: disponible en tienda Google Play <http://play.google.com/store> para dispositivos Android, y en App Store para iPhones y iPads, <http://store.apple.com/es>

Edita:



Paseo de la Castellana 109, 28046 Madrid

#### JEFE DEL ÓRGANO DE DIRECCIÓN

General jefe de la Seguridad de Vuelo del ET

#### RESPONSABLE DE LA PUBLICACIÓN

Jefe del Servicio de Seguridad de Vuelo

#### ÓRGANO DE DIRECCIÓN

Jefes de UCO del Servicio de Seguridad de Vuelo

#### RESPONSABLE DE LA EDICIÓN

Jefe de la Sección de Seguridad de Vuelo

#### PUBLICACIÓN

Seguridad de Vuelo del Ejército de Tierra

Teléfonos:

91 846 5417 / 817 5417 (RCT)

Correo electrónico:  
CGFAMET\_JHEL\_SV

Distribución: Centro de Publicaciones

C/ Camino de Ingenieros n.º 6—28047 (Madrid)

Telf: 91 364 7421

Correo electrónico:  
suscripciones@oc.mde.es.

Edita:

Paseo de la Castellana, 109 28046 Madrid

NIPO: 083-22-163-8 (edición en línea)

ISSN 2990-2339 (edición en línea)

NIPO: 083-22-159-9 (edición impresa)

ISSN 2990-2304 (edición impresa)

Depósito Legal M-18959-2023

Edición gráfica y maquetación: Imprenta Ministerio de Defensa

Catálogo General de Publicaciones de la Administración General del Estado  
<https://epage.mpr.gob.es>

Catálogo de Publicaciones de Defensa  
<https://publicaciones.defensa.gob.es>



EJÉRCITO DE TIERRA

# Prólogo



«Con diferencia, la mayor parte de los accidentes aéreos se produce precisamente por las mismas causas que han motivado accidentes anteriores. Una característica preocupante de estos accidentes es que evidencian la falta de voluntad o la incapacidad de muchos pilotos para aprovechar las experiencias y los errores de otros.»

Comienzo este prólogo con una esclarecedora frase recogida en la obra *Flying: some practical experiences*, coescrita por los británicos Gustav Hamel y Charles C. Turner a principios del siglo XX, una época en la que la aviación estaba en sus albores y los accidentes eran excesivamente frecuentes. Curiosamente, esa frase ya recogía los fundamentos de la seguridad de vuelo en un momento en el que el concepto todavía no se había acuñado formalmente: reiteración de accidentes similares, necesidad de aprovechar las experiencias y los errores de los demás... Esa obra trataba, entre otros aspectos, de los accidentes aéreos y de su prevención, constituyendo probablemente el primer tratado en abordar, de forma directa, los conceptos básicos de la seguridad de vuelo. Lamentablemente, Gustav Hamel desapareció en 1914, mientras cruzaba el Canal de la Mancha pilotando un monoplano. Tenía 24 años, pero sus experiencias aeronáuticas, recogidas en esa obra póstuma, probablemente salvaron las vidas de otros pioneros de la aviación.



General jefe de Seguridad de Vuelo del ET

Desde entonces, y si nos atenemos a las estadísticas, muchas cosas han cambiado en la seguridad de las operaciones aéreas. En los años 60, en la aviación comercial estadounidense, fallecían seis personas por cada 100.000 horas de vuelo. En la actualidad, esa cifra se ha dividido por cuatro, pese a que el tráfico aéreo se haya duplicado, lo que obviamente incrementa el riesgo de las operaciones.

Buena parte de este éxito está directamente ligado a la integración de la seguridad de vuelo en nuestros procedimientos y, sobre todo, en nuestra mentalidad. Éxito que es, por tanto, un logro colectivo de cuantos nos movemos en este mundo.

Este nuevo número del Boletín de Seguridad de Vuelo que tienes en tus manos incluye veinte artículos en los que compañeros nuestros comparten de forma altruista sus experiencias y conocimientos para reforzar la cultura de seguridad de vuelo que impera en nuestras unidades aéreas. El tiempo que le dediques a su lectura puede salvar tu vida o la de tus compañeros. Confío en que aquella falta de voluntad que lamentaba Gustav Hamel no vuelva a hacer mella en nuestras filas. La decisión es tuya.

General de brigada Pablo Muñoz Bermudo

## *A los caídos de la AVIET*

TCOL	INF	JERÓNIMO CRESPO RUÍZ
CAP	INF	JUAN MIRÓ SANTOS
SGTO	ESP	ANTONIO CABAS CABAS
TTE	INF	ALEJO VALÍA LAUREIRO
TTE	INF	JOSÉ FERNÁNDEZ CASTILLO
TTE	ING	FRANSISCO ENAMONETA LÓPEZ
COR	ING	ÁNGEL MATÉ SÁNCHEZ
CAP	ING	JOSÉ LUIS MARTÍNEZ ABADÍA
CAP	ING	CASIMIRO LORENTE SOLANA
TTE	ESP	JOSÉ LOZANO LÓPEZ
CAP	ART	ALFREDO LORENZO HERNÁNDEZ
TTE	INF	LUIS VALLE ÁLVAREZ
TTE	INF	DEOGRÁCIAS HURTADO CHINCHILLA
TTE	ART	JOSÉ RIAÑO GALÁN
SGTO	ESP	JOSÉ PÉREZ FÉRRIZ
SDO	INF	ÁNGEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ
SDO	INF	JOSÉ EIRO DACAL
SDO	INF	FRANCISCO ALCALDE SÁNCHEZ
SGTO	ING	JOSÉ LUIS ESTEBAN MIÑANO
TCOL	ART	IGNACIO TOPETE DE GRASSA
CTE	ART	JESÚS PONCE VILLENA
TTE	SAN	ANDRÉS BARRERA CASTRO
TTE	ESP	JOSÉ LUIS RUIZ TALAVERA
CBO	INF	LUIS TALAVERA BAHAMONDE
SDO	INF	ALFREDO FREILE FERNÁNDEZ
SDO	INF	SALVADOR GARCÍA-ROJO NAVARRO
SDO	INF	ADOLFO GARCÍA ANTÓN
SDO	INF	RAFAEL ESPINOSA PESO
SDO	INF	AITOR IGLESIA CARRERO
CTE	INF	CARLOS ROCHA Y CASTILLA
SGTO 1.º	INF	RAMÓN MENCHÓN PELLICER
SGTO	ESP	JOSÉ MARÍA PLAZA MARTÍN-ALBÓ
SGTO 1.º	INF	MANUEL MORENO ROJAS
TTE	INF	JUAN MILÁNS DEL BOSCH Y JORDÁN DE URRIES
BG	ART	CARLOS CAMINO NÚÑEZ
CBO	ESP	HIGINIO CANELLA CALVO
SBMY	INF	RAMÓN LEDESMA MEDIAVILLA
TTE	INF	JUAN JOSÉ TIRANTE GARCÍA
SGTO	ESP	MARTÍN ZAZO LEÓN
CAP	INF	MIGUEL GÓMEZ-CASERO GÓMEZ-CASERO
TTE	ING	MIGUEL CARLOS MESA SALAMANCA
TTE	INF	JUAN MIGUEL DEL RÍO MORENO
CBO	ESP	ISABAE VANESSA ÁLVAREZ MUÑOZ
SGTO 1.º	CAB	FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ SANTOS
SGTO	INF	LUIS RUIZ DE LOS PAÑOS PIEDRAS
CTE	ART	DAVID GUITARD FERNÁNDEZ
STTE	CAB	JUAN MORALES PARRA
SGTO 1.º	ESP	ALFREDO FRANCISCO JOGA
CBO	LOG	PEDRO FAJARDO CABEZA
CBO	LOG	JOSÉ MANUEL MORENO ENRÍQUEZ
SGTO 1.º	ESP	ÁNGEL MANUEL ESTRÁVIZ CÓRDOBA
CBO	TRS	ANDRÉS AVENDAÑO GÓMEZ
SGTO 1.º	ART	DOMINGO JOSÉ HERNANDO TORRES
CAP	INF	SANTIAGO HORMIGO LEDESMA
SGTO 1.º	INF	JOAQUÍN LÓPEZ MORENO



## IN MEMORIAM

### Sección de Seguridad de Vuelo del Ejército de Tierra



**P**odemos iniciar la reseña enunciando varios de los principales peligros para la operación de helicópteros: vuelo con gafas de visión nocturna, a muy baja cota y en una zona con numerosas líneas de alta tensión; algo muy frecuente hoy en día, pero dentro de los niveles de riesgo aceptables. Si a esto le añadimos la dificultad de ser pioneros en aplicar una técnica de vuelo hasta el momento prácticamente desconocida, no nos equivocaremos si afirmamos que la matriz de riesgo obtenida para la sesión no será verde.

Desde el año 1976, aprovechando los avances tecnológicos del momento, en las unidades de helicópteros del Ejército de Tierra se venía explorando la posibilidad de volar durante el arco nocturno con el fin de aportar una mayor ventaja a la operación aeromóvil. Las gafas de visión nocturna de la época permitían el vuelo a muy baja cota sin luz ambiental, al convertir los rayos infrarrojos emitidos por los objetos en luz visible, que de algún modo los hacía reconocibles.

A pesar de su empleo en carros de combate y fusiles ya durante la Segunda Guerra

Mundial, en el ámbito aeronáutico de nuestro ejército su desarrollo no comenzó hasta casi diez años después de la creación de la primera unidad de helicópteros.

El veinte de abril de 1977 fue la fecha elegida para la tercera prueba de los equipos que iban suministrando los diferentes proveedores internacionales. Hasta la fecha se habían evaluado sistemas estadounidenses y holandeses, y para esta ocasión la procedencia era francesa.

La tarea de probar estos dispositivos no era fácil, requería una tripulación experimentada



Helicóptero UH-1H

que pudiera extraer unas conclusiones válidas del vuelo y mantener el riesgo dentro un margen asumible. Para ello se contó con dos experimentados instructores de vuelo del Centro de Enseñanza de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (CEFAMET), los capitanes Abadía y Lorente. En el UH-1H (ET-241) les acompañarían esa noche cinco personas más: el jefe de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra, el agregado militar francés, y tres técnicos civiles, uno español y dos franceses.



*Torre de tendido eléctrico próximo a la base*

En las pruebas precedentes no se habían podido emplear muchas horas de vuelo, por lo que la experiencia en este tipo de misiones era limitada. A pesar de ello, había conciencia de los inconvenientes que presentaba el empleo de las gafas de visión nocturna: la necesidad de un vuelo cercano al suelo para evitar perder referencias, la dificultad para identificar los cables, la apreciación de distancias, el limitado arco de visión disponible, etc. En cierta medida, estas trabas al vuelo a día de hoy siguen existiendo; la principal diferencia es que las miles de horas voladas desde entonces han permitido desarrollar procedimientos y técnicas adecuadas para mitigar el riesgo que sigue presente.

Aquella fatídica noche ni la preparación del vuelo, ni el reconocimiento del recorrido a realizar, o la rápida actuación de los servicios de emergencia disponibles en ese momento, pudieron evitar el trágico desenlace. Apenas unos segundos después de despegar de la base de Los Remedios de Colmenar Viejo, el helicóptero impactó en viento en cola de la pista 22 contra el tendido eléctrico, provocando el fallecimiento de todos sus ocupantes.

Hay quien mantiene que uno de los factores que más ha favorecido el descenso de

la accidentalidad aérea en los últimos años es la mejora tecnológica de los sistemas aéreos; sin duda el accidente que con esta reseña recordamos es un claro ejemplo de ello. No son comparables los sistemas probados en aquel momento con los equipos que hoy mantenemos en dotación, pero no por ello debemos olvidar lo ocurrido y dejar de ser conscientes de los peligros que entrañan este tipo de vuelos. Ello nos ayudará a establecer las mejores medidas para mantener el riesgo en los márgenes que nos debemos mover.

Nuestro recuerdo siempre estará con quienes dieron sus vidas en acto de servicio, y en esta ocasión con las víctimas del accidente de helicóptero del veinte de abril de 1977:

- Coronel Ángel Maté Sánchez
- Capitán José Martínez Abadía
- Capitán Casimiro Lorente Solana
- Teniente coronel Michel Force (agregado militar francés)
- José Luis Palomo Hernández (técnico español)
- Patrick Etienne Truchet (técnico francés)
- Jean-Louis Huc (técnico francés)

# RECONOCIENDO LA EXCELENCIA: PREMIO DE SEGURIDAD DE VUELO 2023

## Sección de Seguridad de Vuelo del Ejército de Tierra



El Premio de Seguridad de Vuelo reconoce el trabajo, dedicación y compromiso con la prevención de accidentes aéreos de miembros del Ejército de Tierra; pretende servir de estímulo a sus componentes para colaborar en el ámbito de la seguridad de vuelo.

Desde dos mil siete, su concesión distingue cada año a componentes de las unidades de la estructura del Servicio de Seguridad de Vuelo de nuestro ejército que, con su quehacer diario, han contribuido a preservar la máxima operatividad de las unidades de vuelo y de apoyo al mismo.

Cada veintitrés de junio su entrega ocupa un espacio destacado en el marco de los actos desarrollados con motivo de la festividad de Nuestra Señora de los Ángeles, Patrona de la Aviación del Ejército de Tierra,

y conmemorativos del aniversario de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra.

En esta última edición, previa deliberación de la Junta de Seguridad de Vuelo del Ejército de Tierra, el premio fue otorgado al siguiente personal:

- Comandante Daniel García Izquierdo, del Batallón de Cuartel General de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (BCG FAMET), por el compromiso y desempeño extraordinario de sus cometidos como oficial de Seguridad de Vuelo de su unidad y de las estructuras operativas en las que ha participado en diferentes etapas desde 2008, destacando la constante e incansable preocupación por el fomento de las buenas prácticas en prevención y por el cumplimiento de los procedimientos.



# INGENIERÍA PREDICTIVA: UN MODELO PARA LA SEGURIDAD DE VUELO

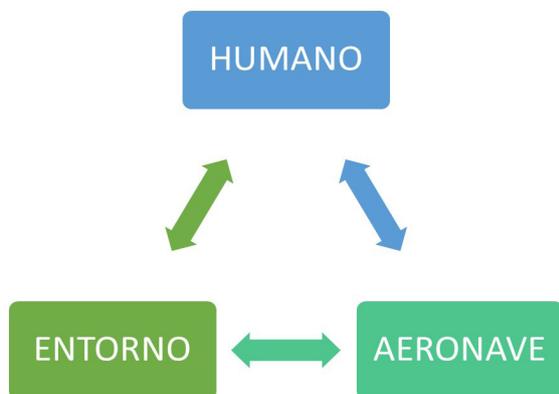
**Teniente Andrés Cenjor Cabrera**  
Piloto de helicópteros del BHELTRA V



La aviación ha experimentado una transformación significativa a lo largo de toda su historia. Toda su evolución se ha basado en lograr un amplio abanico de objetivos. Desde conseguir un vuelo controlado sin un propósito concreto, hasta lograr formar una red global de conectividad aérea que acerque a lugares y personas, pasando por descubrir sus aplicaciones militares como las aeronaves de combate o los bombarderos estratégicos. Si bien todos estos gozan de gran importancia, toda la historia del desarrollo de la aviación podría resumirse en el avance hacia la capacidad de hacer el vuelo más eficiente, pero, sobre todo, más seguro.

A pesar de la gran transformación tecnológica de esta industria y las continuas mejoras que se producen en este ámbito, la seguridad de vuelo se mantiene como uno de los pilares más críticos. Esta se extiende tanto a la aviación civil como a la militar, diferenciando el objetivo final económico de la una, con el cumplimiento de la misión de la otra. Hoy en día, incluso va más allá, involucrando también a aquellas aeronaves no tripuladas operadas desde una serie de estaciones en tierra.

Así, la seguridad de vuelo ha de tratarse desde un enfoque holístico, que contemple tanto el entorno, como la aeronave y el ser humano, todos relacionados entre sí y fundamentales para comprender la prevención de accidentes.



Enfoque holístico de la Seguridad de Vuelo

Uno de los elementos más desafiantes y complejos en la seguridad de vuelo es la interacción de factores humanos. La aviación es un campo altamente especializado en el que la toma de decisiones, la comunicación efectiva y la gestión del estrés son fundamentales para prevenir incidentes y accidentes. Los errores humanos, que a menudo son variados y difíciles de prever, pueden dar lugar a situaciones críticas que amenazan la seguridad de pasajeros y tripulación.

En respuesta a esta creciente necesidad de abordar los factores humanos en la seguridad de vuelo, los modelos predictivos se han convertido en una herramienta esencial. Estos modelos utilizan datos históricos, análisis avanzados y técnicas de aprendizaje automático para prever situaciones de riesgo y prevenir accidentes antes de que ocurran. Este estudio se centra en la creación de modelos predictivos capaces de relacionar con precisión los errores humanos con la seguridad de vuelo y que tengan como objetivo predecir y mitigar futuros accidentes aéreos.

## Error humano en la aviación

Para comenzar, es necesario tener en mente que los peligros aéreos son imposibles de



eliminar. Por ello, debemos focalizar el trabajo de la seguridad de vuelo en minimizar la probabilidad de que estos ocurran, o bien, en establecer una serie de barreras que nos permitan detectar los errores impidiendo así que estos generen un riesgo para el vuelo. Es decir, algo parecido a una «alerta temprana».

En este contexto, el ser humano es uno de los protagonistas. Los errores ocurren, y nuestra imperfección es la culpable de que hasta en un 85% de los accidentes el factor humano haya sido el máximo (que no único) responsable.

*Dentro de este se engloban pilotos, operadores, controladores, personal de mantenimiento y de apoyo en tierra, etc., en definitiva, todo el personal que tenga algún tipo de relación con la aeronave*

Este dato no ha pasado desapercibido a los expertos en la materia. Es importante destacar que, a lo largo del tiempo, la industria de la aviación ha realizado esfuerzos significativos para reducir los errores humanos y mejorar la seguridad. Se han implementado medidas como la capacitación de pilotos y personal de mantenimiento, sistemas de gestión de seguridad, regulaciones más estrictas y tecnología avanzada para mitigar los errores humanos; las cuales se ha podido comprobar que han tenido un impacto positivo en la prevención de accidentes.

Sin embargo, la subjetividad de la implicación del factor humano en los errores de la aviación hace que su estudio y análisis se vuelvan procesos más complejos. Para ello, se han diseñado algunas aproximaciones a partir de teorías de la psicología que facilitan su comprensión para su posterior análisis. Dos de los modelos más extendidos en este campo son el modelo de *Reason* y el *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS).

## Análisis del factor humano

El primero es un modelo más teórico, pero fundamental para comprender el gran impacto que puede tener una simple acción humana en un accidente fatal. Desarrollado por *James Reason*, esta es una teoría ampliamente reconocida en el campo de la seguridad y gestión de riesgos, y es especialmente relevante en el ámbito de la seguridad de vuelo. Este modelo se enfoca en los errores y fallos humanos que pueden contribuir a incidentes y accidentes, y destaca la importancia de establecer múltiples «barreras» o defensas para mitigar los riesgos y prevenir desastres. El modelo se conoce comúnmente como el «modelo del queso suizo» debido a su representación gráfica de múltiples capas de defensas que, cuando se alinean adecuadamente, previenen que un evento no deseado pase a través de ellas.

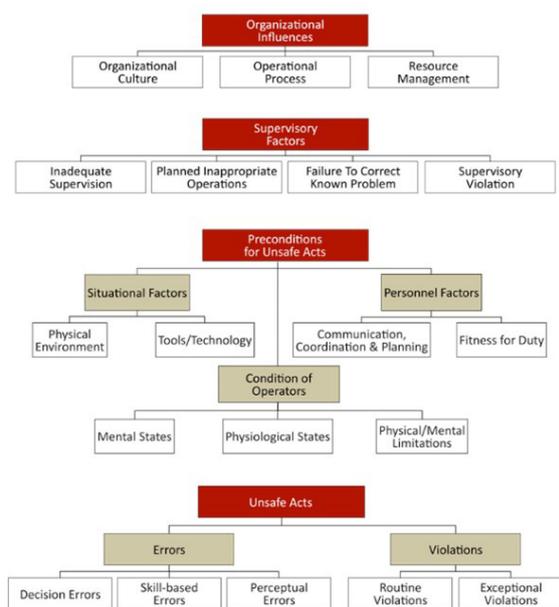
El segundo, el modelo HFACS, es un enfoque utilizado en el ámbito de la seguridad de vuelo para analizar y clasificar los factores humanos que contribuyen a los incidentes y accidentes aéreos. Este modelo se basa en la premisa de que muchos incidentes y accidentes tienen causas relacionadas con errores humanos y que comprender estos factores es fundamental para mejorar la seguridad de vuelo. Así, este modelo nos permite identificar y clasificar todos estos factores de una manera sistemática para posteriormente facilitar su análisis.

El HFACS se divide en varias categorías jerárquicas que permiten una descomposición gradual y detallada de los factores humanos que contribuyen a un incidente o accidente. Estos niveles son:

1. *Actos inseguros*: Acciones inseguras realizadas por personas en la aviación, como errores de pilotaje y decisiones equivocadas.
2. *Precondiciones*: Condiciones y circunstancias que predisponen a las personas a cometer actos inseguros, como presiones de tiempo y fatiga.
3. *Supervisión*: Decisiones y acciones de supervisores y gerentes que pueden influir

en la seguridad, como una supervisión deficiente.

4. **Influencia organizacional:** Factores más amplios relacionados con la organización, como políticas inadecuadas y cultura organizacional, que pueden afectar la seguridad de vuelo.



Modelo HFACS

## Gestión de la prevención de accidentes

Dentro de la seguridad de vuelo, se pueden encontrar tres tipos de gestión. La gestión reactiva, la proactiva y la predictiva.

- **Gestión reactiva:** Este enfoque se centra en la respuesta a incidentes y accidentes después de que hayan ocurrido. El objetivo es investigar las causas de los eventos pasados, identificar errores y tomar medidas correctivas para prevenir que se repitan en el futuro. La gestión reactiva se basa en el análisis de incidentes pasados y puede incluir investigaciones de accidentes, informes posteriores al evento y correcciones de procedimientos o equipos.
- **Gestión proactiva:** Este enfoque se orienta hacia la prevención de incidentes y accidentes antes de que ocurran. Se basa en la identificación proactiva de riesgos y amenazas potenciales y la implementación de

medidas para mitigarlos. Esto puede incluir auditorías de seguridad, programas de formación y sensibilización, revisiones de procedimientos y la mejora continua de la cultura de seguridad en la organización.

- **Gestión predictiva o preventiva:** Este enfoque va un paso más allá de la gestión proactiva y se centra en la identificación y mitigación de riesgos antes de que se conviertan en amenazas reales. Utiliza modelos predictivos y análisis de datos para anticipar posibles problemas y tomar medidas para evitarlos. Se basa en la recopilación y análisis de datos en tiempo real, así como en la implementación de sistemas de alerta temprana.

Si bien las dos primeras están ampliamente extendidas en el mundo de la aviación, la última, la predictiva, va abriéndose paso poco a poco, aunque todavía lejos de contar con una integración total en nuestras estructuras de seguridad de vuelo.

Por ello, el presente artículo tiene el objeto de introducir, de forma breve, la ingeniería predictiva adaptada a un modelo de gestión de seguridad aeronáutica. La ingeniería predictiva es una disciplina que combina modelos matemáticos, el uso de bases de datos y determinadas técnicas de análisis para anticipar, y así poder mitigar, determinados eventos considerados peligrosos antes de que ocurran. El propósito de su aplicación es proporcionar un pilar sólido para soportar la toma de decisiones y dotar de la capacidad de desarrollar estrategias de mitigación de riesgos; todo esto enfocado a mantener la operatividad de las unidades aéreas y reducir el coste humano que implica el vuelo.

Como se puede observar, este tipo de modelo puede aplicarse a una infinidad de campos, tanto dentro como fuera de la seguridad de vuelo. Dentro de esta última, por ejemplo, puede emplearse en el diseño de estrategias de mantenimiento y producción; en el desarrollo de planes de instrucción de tripulaciones; o en la planificación de rutas de vuelo en función de diversos factores como la orografía o meteorología. En este caso, el modelo que



se introduce se centra en el factor humano dentro de la prevención de accidentes.

Cabe destacar que la gestión predictiva que se expone en este artículo no pretende, por su extensión, diseñar un modelo predictivo completo sino más bien, sentar las bases necesarias para trabajar sobre él, con la firme intención de lograr su implementación en un futuro, en nuestras Fuerzas Aeromóviles.

## Modelaje predictivo

A la hora de desarrollar un modelo predictivo es fundamental, en primer lugar, contar con una base de datos amplia y sólida que proporcione una representación completa y precisa de los datos relevantes para el problema en cuestión.

*Esta base de datos debe ser de calidad, lo que implica que los datos estén limpios, sean consistentes y estén bien organizados*

Además, es esencial que los datos sean relevantes y estén actualizados, ya que un modelo predictivo se basa en la información histórica para hacer pronósticos futuros. Cuanta más información se tenga y cuanta más variabilidad se capture en los datos, mejor será la capacidad del modelo para realizar predicciones precisas.

En este caso es imperativo que este modelo no se nutra únicamente de información extraída de accidentes aeronáuticos, sino que serán de vital importancia aquellos relacionados con los incidentes. De estos datos dependerá en gran medida la efectividad del modelo, ya que permitirán abordar un mayor rango de riesgos que, en caso de centrarse solo en accidentes, serían imposibles de valorar. Así, teniendo en cuenta los errores reportados sobre los incidentes aéreos, que son los

que más probabilidad tienen de mantenerse latentes hasta que un accidente de mayor gravedad ocurre, nos estaremos asegurando de obtener una predicción mucho más eficaz.

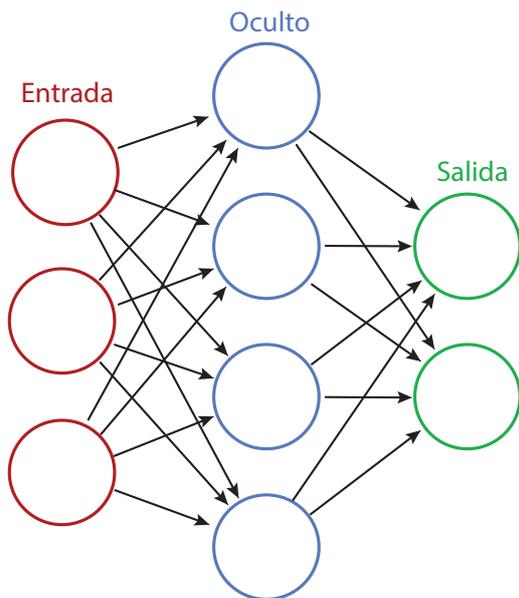
Un ejemplo de esto se puede observar en un análisis de los registros de vuelo. Algunos de los grandes accidentes de la historia de la aviación han contado en su cadena de sucesos con simples errores de comunicaciones que han sido claves en el desarrollo de los hechos catastróficos. Además, el estudio de estos ha llevado a implementar nuevas normas en materia de comunicación aérea que, sin duda alguna, han surtido efecto. Sin embargo, cuando un fallo de comunicación no llega nada más lejos que una simple corrección al mensaje radio, raramente acabará constando como incidente aéreo en notificaciones y bases de datos, lo que hace imposible su representación en un análisis predictivo. Así, la ingeniería predictiva puede utilizarse para analizar registros de vuelo y datos de comunicaciones en busca de señales de errores humanos o malentendidos; estos, posteriormente, servirán de ayuda para identificar áreas donde la capacitación y los procedimientos tengan cabida a mejora y trabajar sobre ellos antes de sufrir pérdidas.

Como se observa, gran parte del peso de un buen modelo se sustenta en su base de datos. Sin embargo, tan importante como esta es el análisis de los datos que se incluyan en ella. En este caso, y como se ha comentado anteriormente, la interacción humana es difícilmente plasmable en registros que nos puedan ser de utilidad. Para ello, una opción es utilizar el modelo HFACS, expuesto anteriormente<sup>1</sup>.

*Un claro ejemplo de la utilidad de este modelo es la U.S. Navy, que al emplearlo identificó que casi un 33% de los accidentes sufridos por sus aeronaves podían asociarse a violaciones rutinarias (ver Imagen 2. Modelo HFACS)*

<sup>1</sup> Otra opción sería el empleo de un modelo HFACS-ML (*Machine Learning*), que sería muy similar al HFACS tradicional pero su categorización se orientaría a su comprensión por parte de determinada inteligencia artificial.

Así bien, una vez se tiene una base de datos suficientemente amplia y ordenada según la clasificación explicada, es turno de seleccionar un enfoque matemático y de aprendizaje automático que nos permita trabajar sobre esta y realizar un análisis lo más preciso posible. Dos de los más extendidos son la regresión logística, por un lado, y las redes neuronales artificiales (RNA), por otro.



Ejemplo simplificado de un sistema de Redes Neuronales Artificiales

Existen modelos más básicos y sencillos de utilizar, y su elección dependerá de la información que se quiera obtener, así como del alcance que se pretenda lograr. Debido a la evolución que han experimentado los sistemas de procesamiento de datos, el estado del arte actual permite contar con potentes sistemas de modelado apoyados por inteligencia artificial, otorgando así unos mejores resultados. Sin embargo, pese a las diferencias de la formulación matemática que puedan tener, la forma de proceder será similar en todos.

De forma general, se establecen capas o conjuntos de datos (empleando un modelo HFACS en este caso) que se interrelacionan entre ellas y que, en la práctica, son las que determinan cómo y qué factores humanos inciden en la seguridad: esta es la arquitectura del modelo. La elección de la arquitectura depende de la complejidad del problema

y de los datos que se introduzcan. Tras esto, se selecciona una variable objetivo, que es la que refleja el aspecto concreto que se quiere predecir. Esta variable puede ser, por ejemplo, la tasa de incidentes por fatiga, la tasa de errores de procedimiento o la tasa de incidentes de comunicación de la tripulación.

Una vez definido el diseño de la red neuronal (en el caso de emplear un modelo RNA) se comienza con el entrenamiento y evaluación del modelo. Para ello, se dividen los datos históricos en dos conjuntos: uno para el entrenamiento del modelo y otro para la evaluación (entrenamiento y prueba). Un enfoque común es usar aproximadamente el 80% de los datos para entrenamiento y el 20% restante para prueba. Durante el entrenamiento, el modelo se ajusta a los datos de entrenamiento, lo que implica que los parámetros se modifican iterativamente para minimizar la discrepancia entre las predicciones que realiza y los valores reales, lo que lleva al aprendizaje de patrones y relaciones en los datos. Esta fase de entrenamiento puede requerir de múltiples ciclos. La elección del número de ciclos es un hiperparámetro importante que debe ajustarse cuidadosamente ya que, en función de cuantos se hagan, el modelo podría quedar subajustado o sobreajustado, no siendo válido para su empleo con datos reales.

En segundo lugar, con el 20% de datos no implicados en el entrenamiento se realiza la fase de prueba. El conjunto de prueba se utiliza para evaluar el rendimiento del modelo una vez que ya ha sido entrenado. Aquí, se calculan algunas métricas de evaluación, como la precisión (en qué porcentaje de acierto se encuentra el sistema con todas las predicciones que hace), para determinar cómo funciona el modelo con datos no vistos. Si el modelo se desempeña de manera satisfactoria en el conjunto de prueba, se considera listo para su implementación en la organización o en las unidades, donde puede realizar predicciones en tiempo real y contribuir a la mejora de la seguridad en la aviación.

$$\text{Precisión} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True positive} + \text{False Positive}}$$



Una vez implementado, el modelo requerirá de un mantenimiento continuo que asegure y mejore su capacidad predictiva. En este caso, la retroalimentación manual es esencial, por un lado, y la actualización y ampliación de su base de datos son cruciales, por otro. Además, apoyado por la inteligencia artificial, el sistema también es capaz de realizar constantes monitorizaciones para evaluar su rendimiento.

## Conclusión

A lo largo de la historia de la aviación, hemos sido testigos de una constante búsqueda de la eficiencia y, sobre todo, la seguridad en los vuelos. A pesar de las transformaciones tecnológicas y los avances en la industria, la seguridad sigue siendo un pilar crítico tanto en la aviación civil como en la militar. Esta evolución ha sido tan significativa que hoy en día, incluso las aeronaves no tripuladas forman parte de este desafío de seguridad.

Uno de los desafíos más complejos en la seguridad de vuelo es la interacción de factores humanos. En la aviación, un campo altamente especializado, la toma de decisiones, la comunicación efectiva y la gestión del estrés son fundamentales para prevenir incidentes y accidentes. Además, los errores humanos representan una parte significativa de los incidentes y accidentes aéreos, por lo que comprender y abordar estos factores se ha vuelto esencial.

*En este contexto, la ingeniería predictiva se presenta como una herramienta crucial en la gestión de la seguridad aérea*

Utilizando modelos matemáticos, datos históricos y técnicas de aprendizaje automático, esta disciplina permite prever situaciones de riesgo y prevenir accidentes antes de que ocurran. Se trata de un enfoque que va más allá de la gestión reactiva y proactiva, anticipando amenazas y tomando medidas para evitarlas.

Los modelos predictivos se basan en bases de datos sólidas y relevantes que representan datos históricos, lo que permite realizar

análisis precisos. Además, los modelos se ajustan y entrenan utilizando conjuntos de datos reales, permitiendo probarlos para garantizar su eficacia. La elección de una arquitectura de modelo y la selección de variables objetivo son pasos críticos en el proceso.

**E**n última instancia, la implementación de modelos predictivos basados en inteligencia artificial contribuye a una toma de decisiones más sólida y a la mejora continua de la seguridad en la aviación. Estos modelos permitirán a las organizaciones aéreas, como las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra, identificar áreas de mejora y mitigar riesgos antes de que se conviertan en amenazas reales. La seguridad de vuelo es un viaje en constante evolución, y los enfoques predictivos representan un paso adelante hacia un futuro con operaciones más seguras que nunca. La ingeniería predictiva se ha convertido en una herramienta indispensable para garantizar que la aviación siga siendo segura y eficiente en el siglo XXI.

## Bibliografía

- Schmidt, J.; Schmorow, D.; Hardee, M. A preliminary human factors analysis of naval aviation maintenance related mishap. *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.* **2000**, *44*, 775–778.
- Shappell, S.A.; Wiegmann, D.A. *The Human Factors Analysis and Classification System—HFACS*; Civil Aeromedical Institute: Oklahoma City, OK, USA, **2000**.
- Madeira, T.; Melício, R.; Valério, D.; Santos, L. Machine Learning and Natural Language Processing for Prediction of Human Factors in Aviation Incident Reports. *Aerospace* **2021**, *8*, 47.
- Nogueira, R.P.R.; Melício, R.; Valério, D.; Santos, L.F.F.M. Learning Methods and Predictive Modeling to Identify Failure by Human Factors in the Aviation Industry. *Appl. Sci.* **2023**, *13*, 4069.

# LA SEGURIDAD DE VUELO EN UNIDADES DOTADAS DE RPAS CLASE I

**Comandante Juan Ignacio Fernández González**  
Oficial de Seguridad de Vuelo del GROSA 1/IV

**Sargento primero Miguel Vasallo Ledo**  
Auxiliar de la Unidad de Vuelo del GROSA IV/1



El Ejército de Tierra (ET) es el mayor usuario de RPAS<sup>1</sup> de las Fuerzas Armadas (FAS), estando la mayoría de ellos incluidos en la Clase I, que agrupa los sistemas cuyo MTOW<sup>2</sup> es inferior a 150 kg. Así, el ET cuenta en su inventario con varios modelos en dotación. Existen además otros RPAS operando en algunas unidades del ET bajo diversas fórmulas de colaboración con empresas y/u organismos gubernamentales, como el Proyecto RAPAZ de la DGAM<sup>3</sup> o encomiendas de gestión con el INTA<sup>4</sup>.



Operador prepara vuelo de Black Hornet II

En los últimos diez años ha habido un aumento significativo del número de ejercicios de instrucción y adiestramiento, así como operaciones en el exterior en los que participan los RPAS de manera activa. Hoy

en día no se contempla la actuación de cualquier unidad del ET sin el concurso de estos sistemas.

Uno de los principales riesgos asociados a la operación de los RPAS de Clase I tiene que ver con la relación existente entre la reducida autonomía de este tipo de aeronaves y la necesidad de instruir a los operadores de vuelo (DUO<sup>5</sup>) con la realización de un número determinado de horas de vuelo. La necesidad de repostar durante la realización de estas sesiones, obliga a repetir en numerosas ocasiones las fases más críticas del vuelo: los despegues y aterrizajes.

*Otro riesgo detectado es la automatización de procesos*

En la mayoría de RPAS, las maniobras de aterrizaje y despegue son realizados de forma automática por los sistemas de navegación, guiado y control de la aeronave. Esta circunstancia, que a priori podría parecer una ventaja, puede tornarse en una amenaza a la seguridad cuando el operador fía todos los procesos a la máquina y deja de supervisar la ejecución de las tareas del *software*, el programa o la aplicación. En este caso, el exceso de confianza o la mala praxis justificada en la monotonía y la tediosa repetición de procesos de supervisión pueden suponer una vulnerabilidad.

1 RPAS: del inglés *Remotely Piloted Aircraft System*.

2 MTOW: del inglés *Maximum Takeoff Weight*.

3 DGAM: Dirección General de Armamento y Material.

4 INTA: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.

5 DUO: del inglés *Designated UAV Operator*.



Lanzamiento de un Raven en Zona de Operaciones

Por otro lado, a diferencia de las tripulaciones de RPAS de Clase II, que desarrollan todas las operaciones de vuelo y apoyo al vuelo en *shelters* e instalaciones aeronáuticas permanentes o semipermanentes, los DUO de RPAS de Clase I suelen integrarse físicamente en las unidades de maniobra a las que apoyan, teniendo en ocasiones que asumir tareas de combatiente ajenas a la operación aeronáutica en sí. Esto supone que el DUO no se encuentra en las condiciones óptimas para prestar una atención integral a los parámetros del vuelo.

Los sistemas de Clase I son relativamente sencillos de operar y suelen tener procedimientos más simples y abreviados que otros sistemas de mayor tamaño. Sin embargo, son aeronaves que ocupan un espacio físico en el medio aéreo, independientemente del peso o la envergadura que tengan, y por lo tanto son susceptibles de interacción con el resto de usuarios de ese medio. Por este motivo, a pesar de que el ámbito de aplicación de la normativa en vigor de seguridad de vuelo no incorpora a estos sistemas, sus principios sí son aplicables a cualquier tipo de aeronave.

*Efectivamente, «todo accidente es previsible y por lo tanto evitable» y por otro lado «la seguridad de vuelo es parte integrante de la misión»*

Abundando en esta idea, cabe mencionar que los RPAS de Clase I cuyo MTOW es inferior a los 150 kg, pero están próximos a ese peso

(conocidos como SMALL), han experimentado un incremento sustancial de sus capacidades, superando significativamente los límites operacionales que se atribuían a los RPAS de Clase II cuando se desarrolló la normativa en vigor. En este sentido, la CITAAM<sup>6</sup>, que tiene establecido el mismo límite de MTOW (150 kg) para incoar la investigación de un accidente, ha decidido incluir también a los RPAS SMALL. De hecho, la Comisión ha llevado a cabo la investigación de sendos siniestros en zona de operaciones.

Por lo tanto, cabe inferir de lo anterior que la prevención, y por ende la educación en materia de seguridad de vuelo, deben ser introducidas en las unidades del ET dotadas de RPAS de Clase I. El beneficio que aportaría es obvio, y la experiencia en las unidades RPAS de Clase II desde que se integraron en la estructura de seguridad de vuelo del ET, así lo ha demostrado ampliamente en el GROSA IV/1, no habiéndose registrado ningún siniestro desde su creación en 2015.



Técnicos preparan un vuelo de un Orbiter 3B en Zona de Operaciones

**S**erá materia de estudio en profundidad la forma en la que se produce la inclusión de las unidades usuarias de RPAS de Clase I en la estructura de seguridad de vuelo, así como los límites de aplicación, relaciones de la cadena orgánica y funcional, y dependencias de los mandos y las unidades, pero la necesidad está identificada y la redacción de la nueva normativa de seguridad de vuelo en el ET puede ser un buen punto de partida para sentar los cimientos de un servicio que ha de contar con todos los usuarios del espacio aéreo.

6 CITAAM: Comisión para la Investigación de Accidentes de Aeronaves Militares.

## THE DIRTY DOZEN: LA COMPLACENCIA COMO FACTOR DE RIESGO

**Capitán Fermín Díaz Pardo**

Oficial de Seguridad de Vuelo del BHELMA IV



**T**im Lancaster: el piloto succionado al desprenderse el parabrisas a 15000 ft de altitud. Veintidós minutos a temperaturas de -17°C. ¡Sobrevivió!

*¿Qué sucedió?:* el servicio de mantenimiento realizó la sustitución del parabrisas y al colocar el nuevo, se utilizaron tornillos diferentes a los especificados por el fabricante para ese modelo de aeronave. *¿Por qué?:* era de madrugada, hacía frío en el taller y estaba oscuro. El mecánico se conformó con los tornillos equivocados dando más importancia a terminar la tarea pronto sin tener en cuenta las consecuencias que más adelante tendría su error.

Diferentes estudios de este incidente conducen a la consideración de la complacencia como factor fundamental detrás del error del mecánico. Y, ¿por qué citamos en el título: «*The Dirty Dozen*»?

Esta expresión nombra a la lista desarrollada en 1993 por Gordon Dupont, mientras

trabajaba para *Transport Canada*. Se refiere a doce de las condiciones previas de error humano más comunes, o condiciones que pueden actuar como precursoras de incidentes o accidentes. Según la circular OACI 240-AN/144 existen más de trescientos precursores del error humano, por lo que podemos hacernos una idea de la importancia que adquieren estos doce:

1. La falta de comunicación.
2. La presión.
3. Las distracciones.
4. La falta de conocimientos.
5. La falta de trabajo en equipo.
6. La falta de recursos.
7. *La complacencia.*
8. La fatiga.
9. La falta de confianza.
10. El estrés.
11. La falta de concienciación.
12. Los malos hábitos.

Como vemos, la complacencia es un factor de riesgo al que hacer frente en aras de aumentar el nivel de seguridad de las operaciones aéreas. No solamente está detrás del accidente mencionado anteriormente para captar la atención del lector, sino que ha sido el factor desencadenante de numerosos accidentes fatales que se han llevado consigo vidas humanas de la forma más injusta. Por lo tanto, aunque el desarrollo de cada uno de los factores incluidos en la «*The Dirty Dozen*» daría contenido suficiente para llevar a cabo



Tomando tierra



HT27

una publicación específica sobre el tema, en este artículo vamos a focalizar la atención en desgranar los aspectos más notables de la complacencia.

En el ámbito de la seguridad de vuelo podríamos definir este factor como una actitud de autosatisfacción o excesiva confianza por parte de las tripulaciones, que puede conducir a cometer negligencias respecto a los procedimientos de seguridad establecidos. Este comportamiento sutil, inconsciente e imperceptible del ser humano puede acumularse gradualmente, suponiendo un peligro latente para la integridad de las tripulaciones de vuelo.

*La complacencia está estrechamente ligada a la experiencia de las tripulaciones*

De este modo, tripulaciones con dilatada experiencia de vuelo pueden caer de forma inconsciente en la complacencia al asumir que situaciones familiares siempre se

resolverán sin incidentes. Sin embargo, también se puede presentar por la carencia de novedades en el desarrollo de las operaciones. El empleo de zonas de instrucción, rutas y procedimientos de forma rutinaria pueden desembocar en la monotonía de las tripulaciones, disminuyendo la atención y aumentando exponencialmente la probabilidad de cometer errores. No se puede dejar de mencionar las presiones a las que las tripulaciones tienen que hacer frente. En ocasiones, cumplir con horarios ajustados puede incentivar a las mismas a tomar atajos o pasar por alto procedimientos críticos para el desarrollo seguro de la misión.

Como podemos ver, la complacencia constituye un factor de riesgo cuya prevención no representa una tarea sencilla, aunque, como ante cualquier fuente de riesgo, se pueden introducir medidas de mitigación para minimizar sus efectos:

- *Entrenamiento constante.* Las diferentes unidades de helicópteros de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra realizan



HU21

la instrucción de sus tripulaciones basándose en programas de instrucción específicos que incluyen las técnicas y procedimientos del vuelo diurno y nocturno, así como en el empleo de los simuladores de vuelo de los diferentes modelos de helicópteros.

- *Diseño de ejercicios.* Como parte fundamental del entrenamiento, las tripulaciones desarrollan ejercicios y maniobras en las que se ponen en práctica las habilidades adquiridas en las unidades. Es vital mantener la inquietud de nuestros pilotos tratando de proponer ejercicios que exijan la aplicación exhaustiva de procedimientos de vuelo que engloben un amplio abanico de posibilidades, evitando la rutina y la falsa sensación de tener todas las situaciones bajo control. Para ello se programan vuelos en montaña, vuelos en zonas desérticas, colaboraciones con otros ejércitos, operaciones especiales y un largo etcétera de actividades con el fin último de romper con la monotonía y salir de la zona de confort de los pilotos.
- *Cultura de seguridad.* Existen numerosos estudios (p.ej. modelo de *Shell*) que

concluyen en una misma premisa: «la seguridad de una organización está directamente relacionada con la cultura de seguridad de la misma». Por lo tanto, es fundamental y deber prioritario de las oficinas de seguridad de vuelo de las unidades, fomentar un entorno donde la comunicación abierta sobre errores sea alentada, evitando la ocultación de los mismos por temor a represalias.

- *Conciencia tecnológica.* El desarrollo constante de los equipos aeronáuticos nos brinda un sinfín de ventajas pudiendo contribuir a la alerta temprana de desviaciones en la aplicación de procedimientos. Esto hace que las tripulaciones tengan que mostrar una preocupación constante en el conocimiento de todas las posibilidades que ofrecen los equipos de los que disponen.

**F**inalmente, si has llegado a este punto, es necesario que hagas reflexión de tu actitud respecto al grado en el que la complacencia afecta en tus tareas diarias relacionadas con el vuelo. ¿Existe algún momento en el que dejas que las cosas sucedan por azar? ¿Existen situaciones en las que sientes que las cosas no están bajo control? Si no es así, me alegro, de lo contrario, ¡toma medidas!

«El hombre inteligente aprende de sus errores; el hombre sabio aprende de los errores ajenos» G. Maure.

## Bibliografía

- La sorprendente historia de Tim Lancaster, el piloto que fue succionado fuera del avión tras la caída de su ventana y sobrevivió porque lo agarraron de los pies - *BBC News Mundo*.
- *The Human Factors «Dirty Dozen»* | *SKYbrary Aviation Safety*.

# EL PORQUÉ DE LA SEGURIDAD DE VUELO EN UNIDADES SIN AERONAVES EN DOTACIÓN

**Teniente José Emilio Fernández García**  
Oficial de Seguridad de Vuelo del GLFAMET



Cuando se habla de seguridad de vuelo, instintivamente se piensa, de manera acertada, en aeronaves, bien sean de ala fija, ala rotatoria, no tripuladas, civiles o militares. Sin embargo, existen unidades que no disponen de aeronaves, pero sí requieren de la seguridad de vuelo, algo que, a priori, carece de sentido.

Para poder comprenderlo, se debe partir de la base, es decir, entender lo que es la seguridad de vuelo, qué engloba y el alcance que tiene.

La seguridad de vuelo se refiere a las prácticas, procedimientos y medidas implementadas para prevenir accidentes y asegurar la seguridad de las operaciones aéreas. Esto implica la protección de la vida y el material, incluyendo tripulaciones, pasajeros, personal en tierra y el público en general, contra los riesgos asociados con las operaciones de aeronaves. Incorpora una serie de aspectos, como el mantenimiento adecuado de las aeronaves, la formación continua del personal, la implementación de procedimientos operativos, el cumplimiento de regulaciones y normativas, la gestión proactiva de riesgos y el uso, cada vez mayor, de tecnologías para prevenir accidentes y mejorar la seguridad en todas las fases del vuelo. El objetivo principal es prevenir accidentes y minimizar los riesgos asociados con las operaciones aéreas, garantizando así un entorno seguro y confiable para la aviación, manteniendo la máxima operatividad posible.

Atendiendo a esta explicación, todavía no se termina de advertir la relación entre esta y una unidad sin aeronaves, por lo que hablaremos

de la seguridad en tierra, un concepto englobado en la seguridad de vuelo.

La seguridad en tierra implica medidas para garantizar la seguridad de las operaciones relacionadas con la actividad aérea pero ajenas al momento del vuelo de la aeronave. Entre ellas se incluyen el mantenimiento y reparación de aeronaves, la gestión del tráfico en tierra, el abastecimiento de combustible, la carga y descarga de pasajeros y mercancías y la seguridad de los trabajadores y el público en áreas cercanas a las pistas y plataformas de estacionamiento de aeronaves. Estas medidas pueden incluir prácticas de gestión de riesgos, cumplimiento de regulaciones y normativas de seguridad, capacitación adecuada del personal, mantenimiento regular de equipos en infraestructuras, así como la implementación de tecnologías avanzadas para monitorear y mejorar la seguridad de las operaciones terrestres.

*El objetivo es prevenir accidentes y proteger a las personas y las propiedades durante todas las actividades relacionadas con la aviación en tierra*

## Relación entre la seguridad de vuelo y en tierra

La seguridad de vuelo y la seguridad en tierra están íntimamente relacionadas en el campo de la aviación. Ambos aspectos son componentes esenciales para garantizar un sistema de transporte aéreo seguro y eficiente. A continuación, se detallan algunas claves de esta relación:

1. Seguridad operativa integral: ambas son partes integrales de la seguridad operativa de una base o unidad que opere con aeronaves. Deben gestionarse de manera efectiva para garantizar operaciones aéreas seguras desde el momento del despegue hasta el aterrizaje y viceversa.
2. Coordinación durante las operaciones: durante el proceso de aterrizaje y despegue hay una coordinación crítica entre las tripulaciones y el personal en tierra. Esto incluye la gestión de la llegada y salida de aeronaves, carga y descarga de pasajeros y mercancías, reabastecimiento de combustible y equipo contra incendios. La comunicación clara y eficaz es esencial para prevenir conflictos y evitar accidentes.
3. Gestión de riesgos compartidos: implican la gestión de riesgos relacionados con las operaciones aéreas. La seguridad de vuelo se centra en los riesgos durante el vuelo mismo, como condiciones meteorológicas adversas o problemas técnicos en la aeronave. La seguridad en tierra se ocupa de los riesgos asociados con las operaciones en las áreas terrestres, como colisiones en tierra, incendios o errores humanos durante el mantenimiento u operaciones de aeronaves en tierra.
4. Mantenimiento e inspección: el mantenimiento y las inspecciones regulares son vitales para la seguridad de vuelo, mientras que el mantenimiento y la inspección de equipos terrestres, como vehículos de remolcado y plataformas de trabajo, son fundamentales para la seguridad en tierra. La negligencia en cualquiera de estas áreas puede comprometer la seguridad general de las operaciones.
5. Cultura de seguridad general: una cultura de seguridad sólida debe prevalecer tanto en el entorno de vuelo como en el entorno

terrestre. Esto implica una mentalidad proactiva hacia la seguridad, fomentando la comunicación abierta sobre problemas de seguridad y promoviendo una actitud de vigilancia continua para identificar y abordar posibles riesgos.

6. Cumplimiento de Normativas y Regulaciones: tanto la seguridad de vuelo como la seguridad en tierra están sujetas a normativas y regulaciones estrictas. Las bases y unidades deben cumplir con estas normativas para asegurar operaciones seguras.

En resumen, la seguridad de vuelo y la seguridad en tierra están estrechamente interconectadas y deben ser consideradas de manera integral en todos los aspectos de las operaciones aéreas. La colaboración efectiva y la comunicación entre las tripulaciones y el personal en tierra son esenciales para prevenir incidentes y accidentes y garantizar un vuelo seguro y sin problemas.

### Caso práctico: Grupo Logístico de las FAMET

Una vez comprendido qué es la seguridad de vuelo, la seguridad en tierra y la relación entre ambas, se puede ver más claramente qué implica la seguridad de vuelo en unidades sin aeronaves, aunque es cierto que, en ambas, se hace más referencia a operaciones directas con aeronaves, por lo que, a modo de ejemplo, se usará el Grupo Logístico de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (GLFAMET), para ver más claramente la necesidad de la seguridad de vuelo en una unidad que no dispone de aeronaves.

El GLFAMET es el encargado de prestar la logística específica de las unidades de helicópteros en las funciones de abastecimiento y mantenimiento durante el desarrollo de todas las actividades que estas unidades realizan tanto cotidianas, como en las diferentes maniobras, así como en las operaciones que se realizan fuera de nuestras fronteras. Hablamos de que esta unidad es la encargada del abastecimiento táctico, del vestuario específico y del transporte y guarnicionería y

como órgano de alta especialización, también se encarga del mantenimiento y reparación de los sistemas de combustible aeronáutico, de los equipos contraincendios, de las gafas de visión nocturna, y del material de salvamento y supervivencia de todas las unidades de helicópteros del Ejército de Tierra.

Como grupo logístico está estructurado en tres compañías. En el caso de la compañía de abastecimiento, su sección de combustibles está encargada de abastecer a las unidades y de mantener el riguroso control que requieren los carburantes mediante los controles que se realizan en su laboratorio. Otra de sus secciones, la de contraincendios, se encarga de prestar este servicio a la base donde se ubica, así como de prestar este apoyo al resto de batallones cuando así lo requieren.

Por otro lado, la compañía de mantenimiento se encarga, entre otros cometidos, de realizar y gestionar el mantenimiento a nivel de cuarto escalón en los campos de combustibles, contraincendios, optrónica y material de salvamento y supervivencia.

Como se puede ver, el GLFAMET no dispone de aeronaves, sin embargo, su función está orientada al apoyo a las operaciones aéreas, bien sea prestando servicios aeronáuticos, como el mantenimiento para garantizar la operatividad de estos equipos, así como de investigar, adquirir y mantener los equipos necesarios para las tripulaciones (gafas de visión nocturna, chalecos de supervivencia, balsas de supervivencia, etc.) para llevar a cabo la misión con la mayor seguridad.

La manera más directa de relacionar la seguridad de vuelo con el GLFAMET es mediante sus secciones de contraincendios y combustibles, puesto que se trata de apoyo directo a las operaciones aéreas. No obstante, aunque de una manera más indirecta, los talleres de cuarto escalón de mantenimiento también están englobados en la seguridad en vuelo, puesto que son los encargados de mantener los medios y equipos para poder prestar los servicios aeronáuticos en todas las bases, así como de los equipos necesarios para las tripulaciones.

A continuación, se expone cómo afecta la seguridad de vuelo a cada uno de los campos anteriormente descritos:

## Combustibles

La seguridad de vuelo en el equipo de repostaje es fundamental para garantizar operaciones aéreas seguras y eficientes. El proceso de repostaje de aeronaves implica riesgos significativos y, por lo tanto, requiere medidas de seguridad rigurosas. Aquí se detallan algunas de las consideraciones clave para garantizar la seguridad de vuelo en el equipo de repostaje:

1. Formación y certificación: el personal que opera el equipo de repostaje debe recibir una formación adecuada para realizar estas operaciones. Esto incluye conocimientos sobre el tipo de combustible utilizado, procedimientos de seguridad y cómo manejar situaciones de emergencia.
2. Inspecciones y mantenimiento: el equipo de repostaje debe ser inspeccionado regularmente para asegurar que esté en buenas condiciones. Las conexiones, mangueras y válvulas deben ser revisadas para detectar posibles fugas o daños que puedan comprometer la seguridad.

*El mantenimiento adecuado es esencial para prevenir fallos durante el proceso de repostaje*

3. Procedimientos estandarizados: es esencial tener procedimientos operativos bien definidos para el proceso de repostaje. Todos los miembros del equipo deben seguir los mismos pasos para minimizar errores y malentendidos que puedan conducir a situaciones peligrosas.
4. Control de calidad del combustible: se deben establecer sistemas para verificar la calidad del combustible que se está utilizando a través del análisis del mismo en el laboratorio del GLFAMET según marca la normativa, puesto que la contaminación del combustible puede causar problemas graves en los motores de las aeronaves. Los procedimientos de filtrado y pruebas regulares del combustible son esenciales.



Unidad de repostaje

5. Gestión de riesgos y evaluación de seguridad: realizar evaluaciones de riesgos periódicas y análisis de seguridad para identificar posibles peligros y mitigarlos proactivamente. Estos análisis deben considerar factores como la ubicación del equipo de repostaje, la iluminación, la proximidad a otras operaciones, etc.
6. Comunicación clara y coordinación: la comunicación clara entre el personal de tierra y la tripulación de vuelo es esencial durante todo el proceso de repostaje. La coordinación adecuada asegura que todos estén al tanto del estado del repostaje y pueda interrumpirse en caso de cualquier problema.
7. Formación sobre emergencias: el personal debe recibir información específica sobre cómo manejar situaciones de emergencia, como fugas de combustible o incendios. Saber cómo utilizar equipos de extinción de incendios y procedimientos para evacuar el área son vitales.

La seguridad de vuelo en el equipo de repostaje no solo se trata de seguir procedimientos estándar, sino también de estar preparados para enfrentar situaciones inusuales o de emergencia. Al implementar medidas de seguridad robustas y proporcionar formación adecuada, las operaciones de repostaje pueden llevarse a cabo de manera segura, contribuyendo así a la seguridad general de vuelo de las aeronaves.

## Contraincendios

La seguridad de vuelo en equipos contraincendios es esencial para prevenir y manejar situaciones de incendio en el entorno

aeronáutico. Los equipos contraincendios juegan un papel crítico en la seguridad operativa de las bases y otras instalaciones aeronáuticas. Se destacan las siguientes consideraciones clave para garantizar la seguridad de vuelo de estos equipos:

1. Formación y capacitación: el personal que trabaja en equipos contraincendios debe recibir información y capacitación especializada en técnicas de extinción de incendios, manejo de equipo de lucha contraincendios y procedimientos de rescate. La formación continua es esencial para mantener las habilidades y el conocimiento actualizados.
2. Equipamiento adecuado: los equipos contraincendios deben estar equipados con vehículos de extinción de incendios adecuados que cumplan con las normativas y regulaciones vigentes. Estos vehículos deben contar con sistemas de extinción de incendios avanzados y equipos de seguridad personal para los bomberos.
3. Procedimientos estandarizados: establecer procedimientos operativos claros y detallados es crucial. Estos procedimientos deben cubrir diversas situaciones, desde incendios en aeronaves hasta derrames de combustible y garantizar una respuesta rápida y coordinada.
4. Evaluación y simulacros: se deben realizar evaluaciones periódicas y simulacros para evaluar la preparación y la respuesta del equipo contraincendios ante situaciones de emergencia. Estos ejercicios ayudan a identificar áreas de mejora y a familiarizar al personal con los procedimientos de emergencia.
5. Equipamiento de protección personal: el personal de los equipos contraincendios debe contar con equipo de protección personal adecuado, que incluye trajes ignífugos, cascos, guantes y máscaras de respiración.

*La seguridad del personal es crucial para una respuesta efectiva contra posibles incendios*

6. Mantenimiento: los vehículos y el equipo de lucha contraincendios deben someterse

a mantenimiento preventivo regular para asegurar su funcionamiento adecuado en todo momento y, en especial, en caso de emergencia. Las inspecciones periódicas y el mantenimiento adecuado son esenciales para prevenir fallos durante el trabajo de estos equipos.

7. Evaluación y mejora continua: después de cada incidente, se debe llevar a cabo una investigación y posterior evaluación para analizar la respuesta y aprender de la experiencia. La retroalimentación recibida después de los incidentes debe utilizarse para mejorar los procedimientos y la capacitación.

La seguridad de vuelo en equipos contraincendios es un aspecto crítico de la seguridad operativa en las bases de la Aviación del ET. La capacitación adecuada, los procedimientos claros, la calidad del equipo y la coordinación efectiva son pilares fundamentales para garantizar una respuesta rápida y efectiva en situaciones de incendio, protegiendo así a las aeronaves y sobre todo al personal, tripulaciones, pasajeros y personal en tierra.



Vehículo Contraincendios

## Optrónica

La seguridad de vuelo en el contexto de la optrónica (tecnología óptica y electrónica) se refiere a las medidas y prácticas implementadas para garantizar operaciones aéreas seguras y eficientes con el uso de estos sistemas. La optrónica se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones aeronáuticas, y dentro del ámbito militar, especialmente en lo relativo a gafas de visión nocturna. Se destacan los siguientes aspectos clave:

1. Diseño y fiabilidad del equipo: los sistemas optrónicos deben ser diseñados y

fabricados con los más altos estándares de calidad y fiabilidad. La durabilidad y la precisión son esenciales para garantizar el funcionamiento adecuado en todas las condiciones, incluyendo altitudes elevadas, temperaturas extremas y vibraciones durante el vuelo.

2. Calibración y mantenimiento: los sistemas optrónicos deben ser calibrados regularmente para asegurar funcionamientos precisos y resultados confiables. Además, el mantenimiento periódico es fundamental para garantizar que los equipos de visión nocturna funcionan correctamente y para prevenir posibles fallos durante el vuelo.
3. Interferencia electromagnética: los sistemas optrónicos pueden ser sensibles a la interferencia electromagnética. Por lo tanto, se deben tomar medidas para proteger estos sistemas contra interferencias, como las generadas por dispositivos electrónicos a bordo, para evitar el mal funcionamiento durante el vuelo.
4. Entrenamiento del personal: los operadores de sistemas de visión nocturna deben recibir un entrenamiento completo para entender cómo utilizar estos sistemas. El personal debe estar capacitado para realizar el mantenimiento de estos equipos con total garantía de éxito, siendo imposible que un equipo salga del taller con un mantenimiento defectuoso.
5. Protección contra amenazas externas: los sistemas de visión nocturna son vulnerables a amenazas externas como láseres dirigidos, que pueden interferir o dañar las ópticas de los equipos. Se deben implementar medidas de protección, como filtros adecuados y tecnologías de detección, para mitigar estos riesgos.
6. Evaluación de riesgos y análisis de seguridad: se deben llevar a cabo evaluaciones de riesgos y análisis de seguridad específicos para los sistemas optrónicos utilizados en aeronaves. Estos análisis ayudan a identificar posibles peligros y a implementar medidas para minimizar los riesgos asociados a estos sistemas.

En resumen, la seguridad de vuelo en optrónica se basa en el diseño confiable, la calibración



Gafas de visión nocturna sobre casco

adecuada, el mantenimiento regular, el entrenamiento del personal y la protección contra amenazas externas. Al asegurar que los equipos están en buenas condiciones y que el personal esté capacitado para utilizarlos correctamente, se contribuye significativamente a la seguridad durante las operaciones aéreas.

## Salvamento y supervivencia

La seguridad de vuelo en salvamento y supervivencia es un aspecto crítico en la aviación, ya que se refiere a los equipos y procedimientos diseñados para garantizar la seguridad y el bienestar de las tripulaciones en situaciones de emergencia, como accidentes aéreos o aterrizajes forzados. Se detallan los puntos claves:

1. Equipamiento de salvamento: las tripulaciones están equipadas con material de salvamento y supervivencia y, en el caso de sobrevolar por zonas de agua, chalecos salvavidas, respiradores autónomos y balsas salvavidas en el helicóptero.

*Es esencial que este equipo esté en perfecto estado de funcionamiento, bien almacenado y fácilmente accesible para la tripulación*

2. Entrenamiento del personal de vuelo: las tripulaciones de vuelo deben de estar instruidas en los procedimientos de evacuación, uso de equipos de salvamento y técnicas de supervivencia. Esta capacitación incluye la evacuación rápida y segura



Chaleco Air Warrior

del helicóptero, gestión de situaciones de pánico y administración de primeros auxilios básicos.

3. Señalización: los equipos de supervivencia incluyen dispositivos de señalización como bengalas, espejos de señalización y, dependiendo del modelo de helicóptero, balizas de posicionamiento para ayudar en la localización y el rescate. Estos dispositivos son esenciales para permitir que los equipos de rescate encuentren y asistan al personal en caso de accidente.
4. Evaluación y mejora continua: se deben llevar a cabo evaluaciones periódicas de los procedimientos de salvamento y supervivencia, así como de la efectividad del equipo proporcionado. Cualquier deficiencia identificada debe ser abordada y mejorada para garantizar la máxima seguridad en caso de emergencia.

La seguridad de vuelo en salvamento y supervivencia es esencial para proteger a los pasajeros y la tripulación en situaciones de emergencia. La capacitación, el mantenimiento adecuado del equipo, las prácticas de evacuación efectivas y la coordinación de la tripulación son cruciales para asegurar que el personal esté preparado y protegido en caso de situación de emergencia.

## Vestuario específico aeronáutico

En este caso la seguridad de vuelo se refiere a las medidas y prácticas implementadas para

asegurar que la ropa y el equipo utilizados por el personal aeronáutico (tripulaciones de vuelo, técnicos de mantenimiento, personal en tierra...) sean seguros y funcionales durante las operaciones aéreas. Aunque puede parecer un aspecto menor en comparación con otras áreas de seguridad de vuelo, el vestuario aeronáutico tiene un impacto significativo en la seguridad, la comodidad y el rendimiento del personal. Se destacan los siguientes puntos clave:

1. Resistencia al fuego: la ropa utilizada por el personal aeronáutico debe ser resistente al fuego para protegerlo en caso de un incendio a bordo.

*Esto es especialmente crítico para la tripulación, puesto que se encuentra en primera línea en el caso de un incendio a bordo*

2. Visibilidad y reflectividad: los chalecos y chaquetas utilizados por el personal en tierra y la tripulación de vuelo deben ser altamente visibles, especialmente durante las operaciones nocturnas o en condiciones de baja visibilidad. La visibilidad adecuada es esencial para evitar accidentes en áreas de alto tráfico en base.
3. Comodidad y movilidad: el vestuario debe ser cómodo y permitir una movilidad completa. Esto es esencial para el personal en tierra que realiza diversas tareas, así como para las tripulaciones de vuelo que necesitan moverse con facilidad en los espacios reducidos de la aeronave, como la cabina.
4. Protección contra condiciones ambientales: dependiendo de la ubicación y las condiciones climáticas, la ropa debe proporcionar protección contra el frío, el calor, el viento o la lluvia. La exposición prolongada a condiciones climáticas externas puede afectar a la salud y al rendimiento del personal.
5. Calzado adecuado: el calzado debe ser antideslizante y proporcionar un buen soporte para evitar lesiones por caídas, especialmente en áreas resbaladizas como las pistas de aterrizaje y las plataformas de estacionamiento de aeronaves.

6. Cumplimiento de normativas y regulaciones: la ropa y el equipo utilizados por el personal aeronáutico deben cumplir con las normativas y regulaciones de seguridad específicas de la industria de la aviación. Esto incluye estándares establecidos por organizaciones de aviación civil y reguladores de seguridad aérea, además de la correspondiente normativa militar.
7. Higiene y prevención de contaminación: la ropa debe ser fácilmente lavable y mantener altos estándares de higiene para prevenir la propagación de enfermedades y mantener un ambiente limpio en los helicópteros y otras instalaciones de las bases.
8. Capacitación sobre el uso correcto: el personal debe recibir capacitación sobre el uso correcto del vestuario y el equipo proporcionado, incluyendo cómo usar los dispositivos de flotación o los chalecos salvavidas en caso de una evacuación sobre agua.

En resumen, la seguridad de vuelo en el vestuario específico aeronáutico es esencial para garantizar que el personal esté protegido y pueda desempeñar sus funciones de manera segura y efectiva durante las operaciones aéreas. Un vestuario adecuado y funcional contribuye significativamente a la seguridad, el confort y el rendimiento del personal, lo que a su vez mejora la seguridad operativa en la aviación.

## Conclusión

La seguridad de vuelo en unidades sin aeronaves es esencial para el funcionamiento seguro y eficiente de las operaciones aéreas en todas las bases de Aviación del ET. Al implementar formación adecuada, procedimientos estandarizados, inspecciones regulares, coordinación efectiva y tecnologías avanzadas, se puede garantizar un entorno seguro en todas las etapas de las operaciones aéreas, incluso en las unidades que no disponen de aeronaves. La colaboración continua entre las distintas partes de las bases y un enfoque proactivo hacia la seguridad son clave para mantener los estándares más altos en la aviación.

## LA CRECIENTE RELEVANCIA DE LA SEGURIDAD DE VUELO

**Capitán Félix García Marín**  
Piloto de helicópteros del BHELA I



**E**s una realidad, el número de accidentes acaecidos en el mundo de la aviación sigue una tendencia descendente. Esta afirmación ha sido recientemente confirmada por los estudios estadísticos realizados por las principales compañías operadoras de aeronaves.

Este descenso podría hacernos pensar que el camino ya está hecho y que la relevancia de la seguridad de vuelo baja a la par que la siniestralidad, pero nada más lejos de la realidad. La complacencia no tiene cabida entre los miembros afectados por la actividad aeronáutica y la seguridad de vuelo, y por ello, siguiendo la actitud crítica que nos caracteriza, nos debe hacer plantearnos de una manera amplia y con perspectiva, cuáles son los verdaderos motivos subyacentes de esta reducción y valorar nuestro futuro, el cual ya adelante, es cada vez más relevante.

Esta circunstancia cobra mayor relieve en el momento en el que nos encontramos, con más de cuarenta millones de vuelos comerciales por año y con la previsión de superarlas ampliamente en un corto periodo de tiempo.

Si analizamos las estadísticas relativas a la siniestralidad, desde los primeros registros de la actividad aeronáutica hasta nuestros días, se observa una considerable reducción de los accidentes acaecidos. Entre todas las variables a considerar, la más llamativa en cuanto a resultados es la tecnología.

Atribuible a esta mejora tecnológica, con el salto de los modelos de aeronaves de 3<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> generación, se encuentra el descenso de hasta un 90 % en los accidentes relacionados con la pérdida de control de la aeronave o de hasta un 86 % en los vuelos controlados contra el terreno.

*Es innegable que los avances en el mundo de la aviación son más que notables y que estos han ayudado a reducir significativamente la incidencia de los accidentes*

Conceptos como el *glass cockpit*, los sistemas de navegación digitales, los sistemas de vuelo *fly-by-wire* y un largo etcétera de mejoras técnicas, han abordado las principales lecciones identificadas por la seguridad de vuelo a lo largo de los años, tratando de reducir riesgos y perpetuando al sector como el medio de transporte y operación más seguro del mundo.

Si bien esta reducción es esperanzadora, de ninguna manera podemos hablar de una pérdida progresiva de relevancia de la seguridad de vuelo, todo lo contrario, cada vez la hace cobrar un mayor peso en la prevención de un posible accidente.

¿Cómo es posible esta dualidad? La respuesta es muy sencilla: ante la menor tasa de accidentes de la historia atribuible a fallos en el funcionamiento normal de componentes, el ser humano es reemplazado en campos sencillos y rutinarios del funcionamiento de los sistemas.

Esta circunstancia desplaza el centro de gravedad hacia el ser humano, el cual ya no



Plataforma

se centra en campos repetitivos, sino que tiene que manejar una cantidad abrumadora de sistemas altamente especializados que requieren una elevada carga de trabajo, con cometidos trascendentales como la gestión de eventualidades o emergencias, y que hacen uso de sus capacidades insustituibles como respuesta.

Como muestra de esta realidad, cuando ocurre un accidente, vemos como en primera instancia el punto de mira se centra en el componente humano, considerándolo como la causa probable del mismo por la baja probabilidad de fallos o errores de funcionamiento de los equipos instalados. De ahí el protagonismo de la seguridad de vuelo, ya que el factor humano es su objetivo primordial como elemento sobre el que tiene mayor influencia.

*En base a esto, la seguridad de vuelo debe abarcar al completo la trayectoria profesional de nuestro sujeto dentro del mundo aeronáutico*

Como ejemplo, una posible guía de actuación sería la siguiente: el recorrido comienza con la inclusión de la seguridad de vuelo en todos los programas formativos. Si desde el primer día de la enseñanza de formación se aplica, la mentalización lograda tendrá una influencia notable y servirá de base para lograr la concienciación en seguridad que se pretende. Ese proyecto no puede flaquear por la falta de resultados tangibles o mensurables, se debe basar en la esperanza de que esas acciones, sin duda, salvarán vidas más adelante. Cabe

destacar que esto se consigue con el apoyo total de la cabeza visible de todas las organizaciones consideradas, las cuales deben abrazar y ser ejemplo de esta actitud segura.

Como complemento inseparable, no solo tendremos que concienciar a la organización y al sujeto. Como garantía de éxito se debe crear el mejor marco y el más efectivo: una cultura de seguridad de vuelo en todos los campos y miembros de nuestra organización e incluso en su vida privada, si se me permite. Esto será un recordatorio constante de cómo deben ser nuestros actos y nuestra actitud, y generará un entorno altamente demandante que nos obligará, en cierta manera, a ser mejores y más seguros siempre.

Siguiendo con nuestro recorrido, y en especial en esta época que nos ha tocado vivir, se debe ser muy cauteloso con la presión corporativa. En este momento en el que los resultados económicos, la eficiencia en el uso de recursos y por qué no, la posible urgencia o necesidad táctica de realizar nuestra misión, lo son prácticamente todo, existe una gran presión que podría llevar a la toma de decisiones poco seguras, a asumir riesgos mayores que los que se pueden gestionar o la excesiva carga de trabajo que nos lleve inexorablemente al error. Aquí la seguridad de vuelo vuelve a tener una exigente tarea, haciéndose notar y valer lo suficiente, como para no dejarse desplazar por esta presión y permaneciendo siempre en escena permitiendo un empleo seguro de nuestros medios y siempre con el cumplimiento de la misión en mente.

Precisamente en esta era de increíble desarrollo tecnológico (argumento de nuestra reflexión) podemos aumentar la presencia de la seguridad de vuelo en todas las etapas de nuestra vida y acompañarla con las tendencias actuales. Como ejemplos a citar en uso en otros ejércitos cabría destacar la implementación de herramientas colaborativas

que permitan un fácil acceso a los boletines de seguridad de vuelo o a las llamadas de seguridad, contribuyendo con ello a una mayor difusión y al aumento de la concienciación. Por otra parte, manteniendo presente la naturaleza humana, permitiría un control sobre la lectura de las mismas y un seguimiento por parte del mando de la realización de las medidas impuestas por la organización a su personal.

Por último, no podemos olvidar la también creciente importancia de la notificación de seguridad de vuelo. En un entorno en el que el número de operaciones de aeronaves crece de forma considerable y en el que existe la posibilidad de que cualquier incidente se repita, la experiencia compartida ayudará a no caer en la misma piedra. Aquí es donde la tecnología puede hacer accesible una información, que una vez analizada y aprobada para difusión, nos permitirá garantizar el éxito en materia de prevención.

**E**n conclusión, este artículo pretende concienciar a los lectores sobre lo necesario que es seguir en la brecha luchando, ya que al contrario del sentimiento general y de lo que la disminución de accidentes nos podría llevar a pensar, la seguridad de vuelo, está más vigente que nunca ya que muchos accidentes se han evitado y muchos otros se pueden evitar por la abnegada y continua acción de la seguridad de vuelo.

## Bibliografía

- Informe anual de la Comisión de investigación de accidentes e incidentes de la aviación civil para el año 2022.
- *Statistical-Analysis-of-Commercial-Aviation-Accidents-2023*.
- <https://www.nts.gov/safety/safety-studies/Pages/SafetyStudies.aspx>

# PERFORMANCE BASED NAVIGATION (PBN): EL FUTURO DE LA NAVEGACIÓN YA ESTÁ AQUÍ

**Comandante Rafael Bravo Jerez**  
Oficial de Seguridad de Vuelo de la ACAVIET



La navegación basada en rendimiento, (*Performance Based Navigation*, PBN) es un tipo de navegación aérea que emplea sistemas satélite de navegación global. Este concepto no se refiere sólo al empleo de dispositivos de navegación satélite, además, engloba los requisitos para certificar una aeronave y una tripulación para operar en estas condiciones y el desarrollo de procedimientos de gestión del espacio aéreo con usuarios que empleen este tipo de navegación.

En el año 2020 el Ministerio de Fomento publicó el documento: «Política y Marco Estratégico de Referencia para la Implantación en España de la Navegación Basada en Prestaciones (PBN)», impulsando la instauración de este tipo de navegación en nuestro país. En los últimos años los proveedores de servicios de navegación aérea, los gestores aeroportuarios y el resto de actores de la industria de aviación han acelerado el establecimiento de la navegación PBN. Esta alineación de intereses se debe a que la navegación PBN es una herramienta crucial para aumentar la rentabilidad del sector y también para reducir de una manera indirecta la contaminación producida.

La rentabilidad del empleo de este tipo de navegación se puede enfocar desde varias perspectivas, pero la más importante es que debido a su mayor precisión permite un mejor aprovechamiento del espacio aéreo. La reducción de la contaminación producida es una consecuencia de poder acortar las rutas y los tiempos de vuelos. Este factor no es trivial, ya que se reducen considerablemente las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la aviación comercial. Dentro del contexto de la lucha contra el cambio climático, esto podría ser

decisivo para facilitar las inversiones públicas necesarias para finalizar este proyecto, o bien porque fuese imperativo en el marco de la Unión Europea.

Por otro lado, las clásicas radioayudas a la navegación (VOR, VOR/DME o NDB) que supongan un gasto innecesario para el sector, es muy probable que desaparezcan. Quedarían sólo las asociadas a aproximaciones instrumentales a aeropuertos, lo que reduciría la utilidad de los equipos asociados a la radionavegación clásica.

Es muy relevante destacar que el número de fichas de procedimientos de navegación PBN del AIP se ha incrementado sustancialmente en los últimos años. También se ha observado, que los periodos en los que las radioayudas están inoperativas por mantenimiento, cada vez son más prolongados.

Pero disponer de helicópteros y tripulaciones que puedan operar en entornos PBN, no es sólo un capacitador para operar en espacio aéreos cada vez más saturados y más demandantes desde un punto de vista legislativo. También tiene beneficios en el campo de aplicación militar:

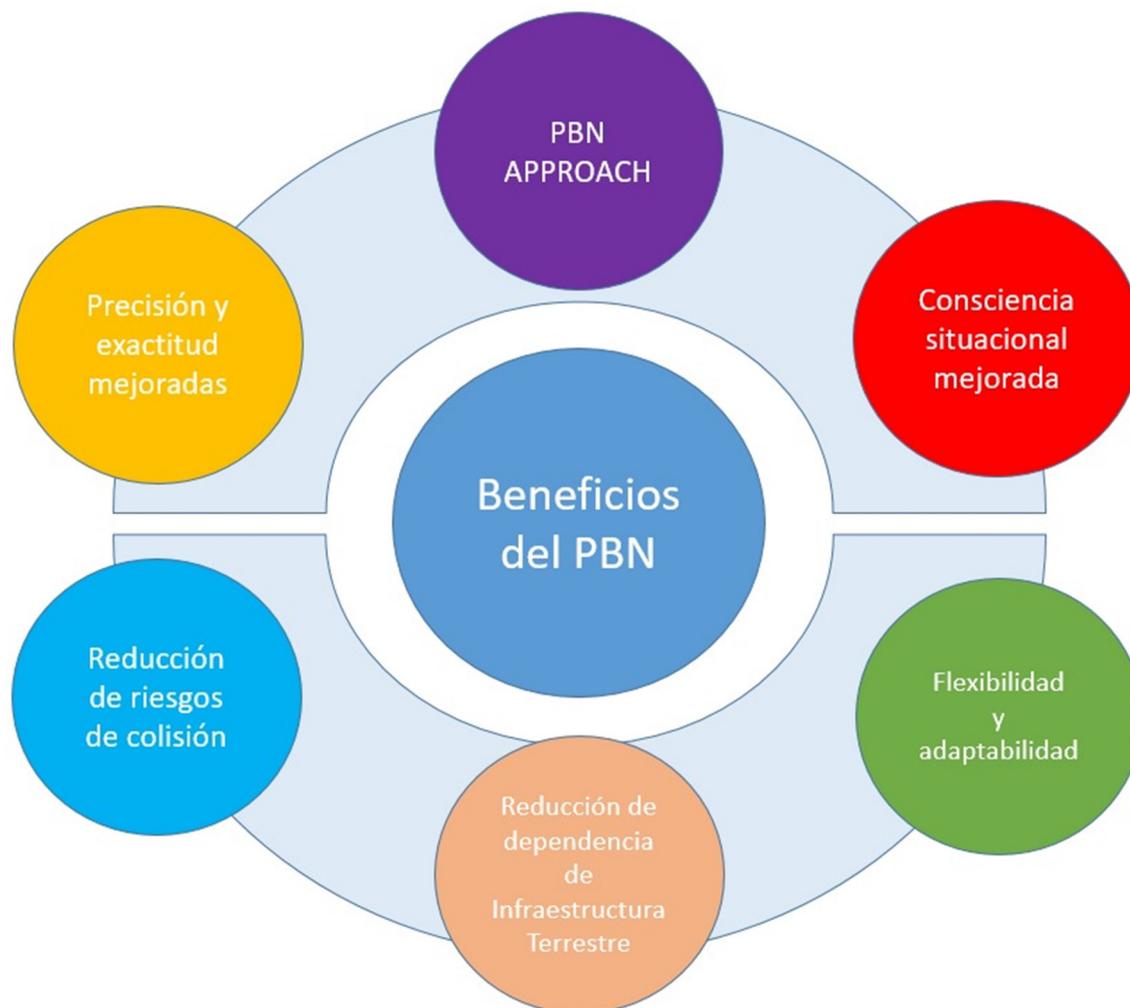
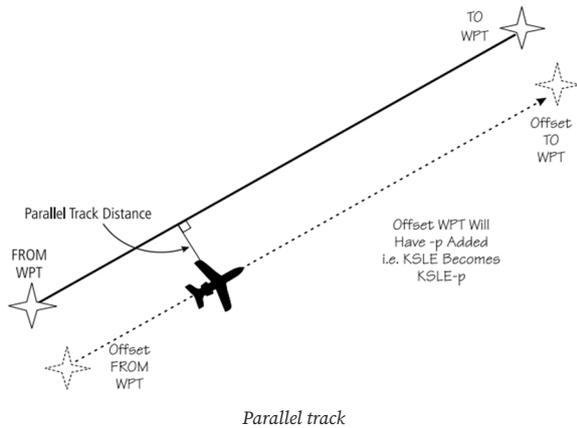


Diagrama beneficios PBN

1. *Precisión y exactitud mejoradas*: utiliza sistemas avanzados de navegación global para proporcionar una precisión y exactitud en la determinación de la posición y la trayectoria de la aeronave superiores a la radionavegación convencional. Esto permite reducir los márgenes de separación con el terreno y otras aeronaves en condiciones no visuales y es de gran utilidad para helicópteros.
2. No es habitual que los helicópteros tengan *sistemas de presurización*, por lo que sus altitudes de operación se limitan como norma general por debajo de los 10.000 ft. Esto supone una limitación importante en entornos montañosos, cuando se une a los márgenes de separación con el terreno que requieren la navegación instrumental convencional.
3. *Consciencia situacional mejorada*: no sólo ofrece una mayor precisión, la navegación PBN también aumenta la consciencia situacional de los pilotos al proporcionar una visión detallada y en tiempo real del entorno operativo. Esto es especialmente importante en operaciones donde las condiciones pueden cambiar rápidamente y donde la capacidad de adaptarse a situaciones dinámicas es esencial. Con una mayor consciencia situacional, los pilotos pueden tomar mejores decisiones y responder de

*La precisión de la navegación PBN permite reducir ese margen de separación haciendo posible operar en condiciones no visuales (IMC) más cerca de la superficie*

manera más efectiva a los cambios que puedan surgir durante una misión.



4. *Flexibilidad y adaptabilidad:* permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad en la planificación y ejecución de misiones militares. Las aeronaves equipadas con sistemas PBN pueden ajustar sus rutas y trayectorias de vuelo en tiempo real para evitar áreas de riesgo y optimizar la seguridad y la eficiencia operativa. Un ejemplo claro de estas virtudes es el concepto de ruta paralela, que permite separar aeronaves en la misma aerovía.
5. *Reducción de riesgos de colisión:* ayuda a reducir los riesgos de colisión y conflictos

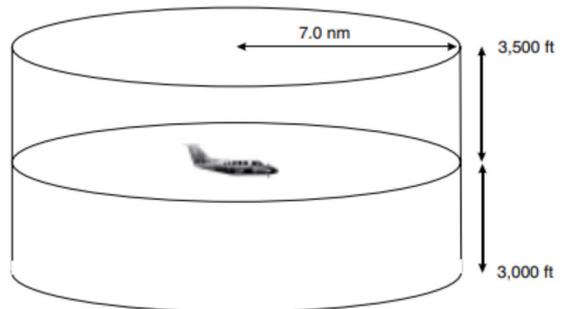
aéreos al proporcionar información precisa sobre la posición y el movimiento de las aeronaves en el espacio aéreo. Esto es crucial para evitar accidentes y garantizar la seguridad de las tripulaciones y las aeronaves durante las operaciones militares. Con los equipos adecuados y operando en un espacio aéreo que proporcione servicio de información de tráfico, el piloto es capaz de visualizar en la pantalla de su sistema de navegación las trazas de otras aeronaves que le pudiesen afectar.

6. *Reducción de dependencia de infraestructuras terrestres:* la navegación PBN reduce la dependencia de ayudas a la navegación terrestres, lo que garantiza la autonomía y la capacidad de operar en áreas remotas o en regiones donde las infraestructuras terrestres pueden ser limitadas o inexistentes.

*Esta característica podría ser muy útil en entornos en zona de operaciones, donde no existiesen radioayudas convencionales o estuviesen degradadas*



TIS Symbol	Description
	Non-Threat Traffic
	Traffic Advisory (TA)
	Traffic Advisory Off Scale



Presentación de trazas en dispositivo Garmin GTN 725\_750

7. Podrían emplearse *procedimientos de aproximación instrumental* basados en navegación PBN que no dependieran del estado de la infraestructura local. Esto aumentaría la capacidad operativa en caso de tener unas condiciones meteorológicas adversas. Asimismo, aumentarían de manera indirecta la seguridad en los vuelos con gafas de visión nocturna (GVN).
8. *Aproximaciones PBN*: al no ser necesario radioayudas para desarrollar procedimientos instrumentales de aproximación, se podrían implementar *ad hoc* para bases no permanentes en escenarios tácticos.

*La integración de la Navegación PBN en el ámbito de la Aviación del Ejército de Tierra (AVIET) no sólo mejoraría la eficiencia operativa, sino que también contribuiría a la seguridad de vuelo en el desarrollo de sus misiones*

procedimientos de aproximación a puntos en el espacio (*PINS APPROACH/DEPARTURE*), que permiten realizar una aproximación instrumental a un punto definido previamente, desde donde proceder ya en reglas de vuelo visual y en contacto con el terreno, al punto de toma final.

Este tipo de aproximaciones, están enfocadas a helicópteros, que habitualmente operan desde helipuertos o puntos de toma asociados a sus misiones (hospitales, helipuertos aislados, bases avanzadas, etc.) donde la ausencia de radioayudas y la meteorología tiene un impacto severo en las operaciones.

Igualmente, en lo que refiere a los posibles escenarios de despliegue de unidades de Aviación del Ejército de Tierra (AVIET). Sería un capacitador muy importante que mejoraría las condiciones de seguridad de vuelo en el desarrollo de las misiones asignadas, por sus ventajas en lo que refiere a conciencia situacional, integración con sistemas de mando y control o a la reducción de riesgos de colisión.

Referente a las misiones permanentes en territorio nacional, disponer de esta capacidad haría posible desarrollar procedimientos de aproximación/salida a/desde zonas remotas. Estos procedimientos reducirían el impacto de la meteorología en el desarrollo de estas misiones y sería posible desarrollando

El empleo de estos sistemas tiene un impacto muy positivo en la capacidad de gestión y en la fatiga de las tripulaciones. Son equipos que integran la gestión de la mayoría de los equipos a bordo (radios, transpondedor, navegación, etc.) y además están asociados a los sistemas de piloto automático.

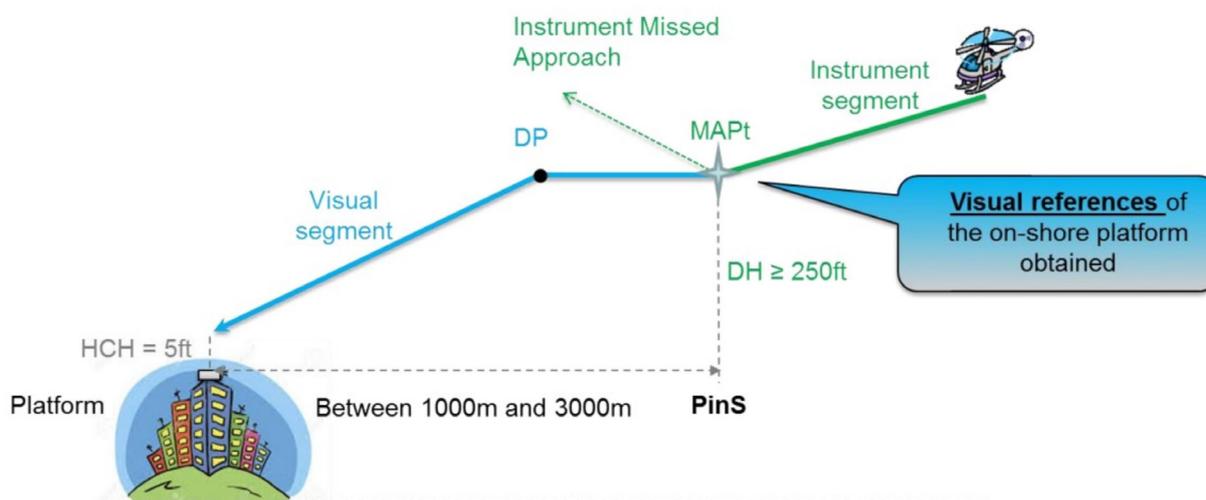


Diagrama pins approach Eurocontrol



Presentación de información en dispositivo Garmin GTN 725\_750

## Requisitos para poder utilizar PBN

En general, para poder utilizar PBN según las regulaciones de EASA, los operadores y pilotos deben cumplir lo siguiente:

- *Certificación de aeronave:* La aeronave debe estar certificada para realizar operaciones PBN. Esto implica que debe estar equipada con los sistemas de navegación y aviónica necesarios para cumplir con los estándares de precisión y seguridad requeridos.
- *Entrenamiento de pilotos:* Los pilotos deben recibir formación y estar certificados para realizar operaciones PBN. Esto implica capacitación en el uso de los sistemas de navegación por satélite y en las técnicas de vuelo necesarias para utilizar correctamente las rutas y procedimientos PBN.
- *Aprobación operativa:* Los operadores aéreos deben obtener la aprobación de la autoridad de aviación correspondiente para realizar operaciones PBN. Esto puede implicar la presentación de documentación técnica y demostraciones de conformidad con los requisitos de seguridad y capacidad de la aeronave.

- *Cumplimiento con las normativas:* Los operadores y pilotos deben cumplir con todas las regulaciones y normativas de la EASA relacionadas con las operaciones PBN, incluyendo los requisitos de mantenimiento de aeronaves, gestión de riesgos y procedimientos operativos.

Actualmente, la Academia de Aviación del ET está realizando un esfuerzo para que el alumnado egresado cuente con formación en navegación PBN, y para que el personal docente se actualice para estar en disposición de dar esta formación cuando se dispongan de los medios materiales requeridos.

Estas capacidades llegarán tarde o temprano al resto de las unidades de AVIET, bien porque la legislación vigente o los entornos operativos lo demanden, o bien por adelantarnos a los acontecimientos que ya se están produciendo. Es evidente, que es necesario asumir la necesidad de alcanzar y desarrollar la capacidad PBN para garantizar que las tripulaciones dispongan de las mejores herramientas que les permitan volar en condiciones más seguras y estar mejor preparadas para asumir los retos que se planteen en los posibles escenarios de despliegue.

## Bibliografía

- Política y Marco Estratégico de Referencia para la Implantación en España de la Navegación Basada en Prestaciones (PBN). Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
- *Doc. 9613 AN/937 Performance-based Navigation Manual.* OACI
- *Helicopter Point in Space Operations in controlled and Uncontrolled airspace. Generic Safety Case.* Eurocontrol.
- *Safety Innovation 8#: Approaching to land safely with 3D precision - thanks to satellite-based systems.* AIRBUS.
- *GTN 725/750 Pilot's Guide.* GARMIN

# SEGURIDAD DE VUELO EN OPERACIONES DE PATRULLAJE AÉREO: LECCIONES DEL ACCIDENTE DEL HELICÓPTERO DEL SERVICIO DE VIGILANCIA DE ADUANAS (SVA) EN 2021

**Teniente Luis María Mestre Buleo**  
*Piloto de helicópteros del BHELEME II*



Como sabemos, la seguridad en vuelo es un componente esencial para cualquier operación con medios aéreos que nunca debe obviarse. Esta debe estar en consonancia con la misión a ejecutar y en equilibrio con la operatividad, ya que puede suponer la diferencia entre el éxito y la tragedia en una operación.

En un sector en el que la aviación tiene un papel crucial, como es la vigilancia de aduanas, la atención a los protocolos de seguridad es de vital importancia. Un ejemplo de ello es el suceso relatado a continuación y que fue recogido íntegramente en el «Informe Técnico A-030/2021. Accidente ocurrido el día once de julio de 2021 al helicóptero AIRBUS HELICOPTER AS 365 N3 con matrícula EC-JDQ, operado por ELIANCE HELICOPTER GLOBAL SERVICES frente a la costa de Algeciras (Cádiz - España)» emitido por CIAIAC<sup>1</sup> (CIAIAC, 2022).

El accidente sufrido por el helicóptero de Vigilancia Aduanera operado por ELIANCE HELICOPTER GLOBAL SERVICES<sup>2</sup>, en el que un miembro de la tripulación perdió la vida, tuvo lugar el veintiuno de julio de 2021 en el mar de Alborán. Este hecho nos recuerda al resto de compañeros la importancia de la seguridad de vuelo, su carácter incuestionable en cualquier operación con medios aéreos y además, pone de manifiesto las amenazas

que las tripulaciones afrontan cuando se trata de mantener la seguridad operacional (como son la meteorología, la propia idiosincrasia de la misión que se está ejecutando o simples malas decisiones, entre otros) y las graves consecuencias que pueden darse cuando estos mismos factores nos desvían de los procedimientos y protocolos establecidos.

Con este objetivo, a continuación se exponen los eventos relacionados con el accidente y las recomendaciones emanadas de la investigación. Sirvan estas líneas para recordar a las tripulaciones y personal aeronáutico la importancia de una minuciosa seguridad en vuelo y en tierra en toda operación en la que se empleen aeronaves.

## Información previa al vuelo

Las estaciones meteorológicas de Tarifa y Ceuta destacaban que la situación general de la atmósfera esa noche era de un anticiclón

<sup>1</sup> Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Comercial.

<sup>2</sup> «Eliance es una operadora de servicios de aviación, con una amplia experiencia en el sector aeronáutico, y especializada en la prestación de servicios aéreos especializados de alto valor social [...] Las misiones de Eliance incluyen la lucha contra Incendios (LCI), el transporte aéreo medicalizado y servicios de protección civil con un poderoso equipo humano y tecnología de última generación.» (Eliance, n.d.)



en el Atlántico Norte y una borrasca localizada en el golfo de Cádiz, lo que daba lugar a viento de Levante en el Estrecho. Con ello, es reseñable el viento en la zona del mar de Alborán, lugar del accidente, pronosticado de 30 kt<sup>3</sup> con turbulencia moderada entre la superficie del mar y los 4.000 ft<sup>4</sup>. Además, las condiciones de humedad y temperatura dieron lugar a reducciones locales de visibilidad entre 1.000 m y 5.000 m, causadas por bancos de niebla.

Para el vuelo acontecido ese día por parte del SVA<sup>5</sup> la tripulación nombrada constaba del comandante de aeronave, copiloto y un agente de Vigilancia Aduanera.

El comandante, de 48 años de edad, tenía las licencias CPL(H)<sup>6</sup> y ATPL(H)<sup>7</sup>, expedidas en 1998 y 2008, respectivamente, y contaba con las habilitaciones de vuelo instrumental (IR) y habilitación para el vuelo con tripulación multipiloto (MP) en el tipo, así como una reconocida competencia lingüística en inglés y español.

*Su experiencia de vuelo era de casi 9.350 h, de las cuales había realizado 4.000 h en el modelo*

Además, había realizado el curso que estipula el apartado TAE.ORO.FC.SAR.230 del RD 750/2014 en 2020 (Fomento, 2014), impartido por SASEMAR<sup>8</sup> en el Centro de Seguridad Marítima Integral Jovellanos, es decir, entrenamiento en el uso de todos los equipos de emergencia y seguridad de a bordo.

El copiloto, de 52 años, por su parte estaba en posesión de las licencias CPL(H) y ATPL(H), expedidas por AESA en 1998 y 2002, respectivamente. Además, contaba con las

habilitaciones para los helicópteros AIRBUS HELICOPTER AS365 y EC135 de vuelo instrumental y habilitación para tripulación multipiloto.

Su experiencia en vuelo era de 5.935 h, de las que 1.450 h las había realizado en el modelo. Acumulaba 3.500 h como piloto al mando en helicópteros bimotor y 450 h en vuelo nocturno. También había trabajado realizando vuelos de emergencias sanitarias (HEMS) y en el servicio de búsqueda y rescate (SAR), acumulando un total de 2.500 h en el helicóptero SIKORSKY S76. Además de otras 3.200 h reconocidas en diferentes modelos.

En el vuelo que acontecía ejercía de copiloto, debido a su reciente llegada al SVA, hacía escasamente 2 meses.

Contaba, además, con el curso de entrenamiento para escape de helicópteros bajo el agua, HUET Pasajeros, realizado en 2020 en el Centro de Supervivencia de la Armada Española, válido hasta 2024.

El agente de Aduanas, que no contaba con licencia aeronáutica alguna, pero sí había realizado el Curso de Supervivencia en el Mar para Observadores Aéreos en tres ocasiones, siendo la última en 2013, en el Centro de Seguridad Marítima Integral Jovellanos de SASEMAR.

## Vuelo y descripción del accidente

El once de julio de 2022, el helicóptero Airbus AS 365 N3, matriculado como EC-JDQ y operado por ELIANCE HELICOPTER GLOBAL SERVICES para el SVA, se embarcó en una misión, en un primer momento rutinaria,

3 Nudos de Velocidad de Aire Indicada o *Indicated Air Speed* (IAS).

4 Pies de altitud o altura. La diferencia entre estos dos conceptos reside en que mientras la altura hace referencia a la distancia vertical entre la aeronave y el suelo, la altitud es con respecto al nivel medio del mar.

5 Servicio de Vigilancia Aduanera.

6 Piloto Comercial de Helicópteros.

7 Piloto de Transporte de Línea Aérea de Helicópteros.

8 Salvamento y Seguridad Marítima.

desde su base en Algeciras, Cádiz. Este vuelo tenía como objetivo localizar embarcaciones que presuntamente estaban involucradas en actividades aduaneras ilegales. Sin embargo, la situación se tornó más compleja de lo que en un primer instante la tripulación pudo sospechar.

Fue unos minutos después del despegue, cuando el helicóptero recibió la comunicación de una patrullera del servicio que se encontraba en persecución a unas 35 millas al este desde la posición en la que se encontraba la aeronave. Rápidamente, el comandante de aeronave ofreció el apoyo en persecución desde el aire y se dirigieron al lugar en el que se estaba desarrollando el suceso, notificándolo a control a las 01:40 a.m.

Al alcanzar el sur de Punta Europa y ubicarse cerca de las embarcaciones en cuestión, ascendieron progresivamente desde los 3.500 ft iniciales a 130 kt hasta que las localizaron (a pesar de que la altitud y velocidad indicadas para el rastreo normal es de 4500 ft y 110 kt). Así, durante este descenso, el PF<sup>9</sup>, en este caso el comandante, desplegó los faros de búsqueda y aterrizaje, a fin de tenerlos preparados cuando los requirieran en la persecución.

*La aproximación a la zona de trabajo se caracterizó por ser muy errática en cuanto altitud y sufrir regímenes de variómetro muy dispares con poco tiempo de diferencia*

En el momento en el que localizaron los rotativos de la patrullera del servicio, la tripulación los percibió muy difuminados debido a los bancos de niebla mencionados. En este momento, el agente de Aduanas usó el sistema

FLIR<sup>10</sup> para guiar a los pilotos hasta que se situaron a babor de la patrullera. A pesar de la idea inicial de alcanzar 500 ft, el descenso fue muy acusado y se llegó a una altura menor a 100 ft, llegando incluso a regímenes de variómetro superiores a 720 ft/min, lo cual fue confirmado posteriormente, no solo con los datos GPS obtenidos, sino también por el FLIR.

Cabe señalar que ambos pilotos tenían sus DH<sup>11</sup> caladas a 500 y 300 ft, por lo que la alarma acústica les notificó el momento en que descendían de las respectivas alturas. Además, la investigación reveló que el PNF<sup>12</sup> fue notificando la altitud que la aeronave iba alcanzando.

En dicho instante y con los condicionantes de niebla, humedad y de altitud muy inferior a la que deberían, decidieron encender las luces, lo cual, según afirmó el PF en la investigación, le hizo perder de vista a la patrullera por el deslumbramiento.

En este contexto, y manteniendo un régimen de descenso superior a 1.040 ft/min tan solo unos 20 segundos antes del impacto, el PNF notificó que se encontraban por debajo de 100 ft, y en un intento por recuperar la altitud, el comandante tiró hacia arriba de la palanca del colectivo y del cíclico hacia atrás sintiendo, inesperadamente, una sacudida debida al haber introducido parte del rotor de cola en el agua.

*Sin embargo, la rápida intervención del copiloto reduciendo colectivo evitó un giro incontrolado de guiñada, ya que hizo que el rotor de cola dañado no saliera del agua*

El sistema FLIR registró a las 01:44 a.m. cómo la cabina se introducía en el agua, pero

9 Pilot Flying o Piloto a los mandos.

10 Equipo de Imagen Infrarojo o Forward Looking InfraRed.

11 Altura de decisión o Decision Height. Se trata de una ayuda de indicación para los pilotos consistente en una alarma sonora que se activa cuando el radio-altímetro detecta la altura seleccionada.

12 Piloto no a los mandos o Pilot Not Flying. Se trata del piloto que no va a los mandos y cuyo cometido está más relacionado con las comunicaciones, la navegación y dirección y control de la misión que ejecuta la aeronave, entre otros cometidos.



Descripción gráfica de altura y recorrido de la aeronave (Informe Técnico A-030/2021, 2021)

los flotadores, activados rápidamente por la tripulación (habiendo sido previamente armados), permitieron a la aeronave quedarse flotando boca abajo. La patrullera notificó el accidente al Centro de Coordinación del SVA a las 01:45 a.m.

A continuación, los pilotos lograron salir de la aeronave y nadar hacia la superficie. Sin embargo, se cercioraron de que el agente de Aduanas no había salido a la superficie y, al notar que no respondía a su voz, se sumergieron para localizarlo.

Mientras tanto, la patrullera «Águila 4» abandonó la persecución y se dirigió hacia la aeronave accidentada para prestar ayuda, haciéndolo a una velocidad muy reducida por los posibles restos que pudieran quedar

flotando. Dos agentes de la patrullera se lanzaron al agua para auxiliar a la tripulación y tras varios intentos en los que tanto miembros del Servicio de Aduanas como los pilotos se sumergieron para socorrer al agente que aún se encontraba dentro de la aeronave, no fue hasta el tercer intento cuando lograron sacarlo y llevarlo hasta la patrullera. Se notificó el rescate a la 01:53 a.m.

Finalmente, fueron llevados al puerto deportivo de un complejo cercano, mientras al agente se le realizaba la RCP<sup>13</sup>. A pesar de lo cual, y de los posteriores esfuerzos practicados también por personal sanitario que acudió al lugar, no pudo ser reanimado y pasada una hora se declaró su fallecimiento.



Posición final de la aeronave en el mar

13 Reanimación Cardio Pulmonar

## Investigación posterior

El mismo veintiuno de julio, la aeronave fue recuperada del agua y se llevó a cabo el inicio de la investigación sobre las causas del accidente.

El análisis de los restos hallados tras la recuperación reveló que el rotor de cola, de tipo *Fenestron*<sup>14</sup>, estaba muy afectado, ya que tenía una importante pérdida de material en la zona inferior y cinco de las diez palas estaban arrancadas desde el encastre, lo que provocó que el rotor de cola perdiera eficacia a la entrada en el agua.

*No obstante, el fuselaje y puro de cola no sufrieron daños (a excepción de la aleta inferior del estabilizador horizontal de cola derecho), evidenciando así la versión de los pilotos al indicar que, gracias a la acción del copiloto de evitar la subida de colectivo, no se perdió completamente el rotor trasero, lo que hubiera supuesto un movimiento de guiñada incontrolable*

Del análisis de los fragmentos de la aeronave, en este caso de las puertas de cabina, se dedujo también que cumplieron su cometido correctamente y las salidas, accionadas por la tripulación, habían actuado de manera eficaz, a pesar, incluso, de que la derecha presentaba daños por impacto, pues la aeronave entró con cierto ángulo de alabeo al agua.

Además, al analizar el *cockpit*<sup>15</sup> se pudo afirmar que la tripulación, en este caso el copiloto, armó y activó correctamente en el momento del impacto los cuatro flotadores que constituyen el sistema de flotabilidad de la aeronave.

Atendiendo a cómo se ejecutó la evacuación de la aeronave una vez que estaba ya sumergida, cabe señalar el buen proceder de los pilotos, que contaban con la realización reciente de cursos de entrenamiento de escape de helicópteros bajo el agua (HUET). Sin embargo, y a pesar de que el agente de Aduanas también lo realizó, no contaba con la ventaja del resto de la tripulación de haberlo entrenado recientemente, si no que la última vez que realizó esta práctica fue en 2013. Este hecho fue muy útil posteriormente a la hora de emitir las lecciones identificadas del suceso, pues dejó en evidencia la importancia de su realización periódica y la necesidad de actualizar la normativa vigente hasta el momento, ya que mientras sí estaba regulada para pilotos, de manera generalizada, para el resto de tripulantes no venía recogido (informe técnico A-030/2021, 2021).

*Así pues, la conclusión principal extraída del análisis de las palas del rotor de cola y de la información de altura y altitud desprendida de los sistemas GPS y FLIR determinó que la realización de una maniobra no contemplada en el Manual de Operaciones del Servicio de Vigilancia Aduanera, con una brusquedad excesiva, a altura inferior a la estipulada de seguridad y con visibilidad reducida, fue la causa que condujo a la tragedia*

## Lecciones identificadas y conclusiones extraídas

Así mismo, habiendo analizado extensivamente el suceso ocurrido en base a entrevistas

<sup>14</sup> El rotor de cola tipo *Fenestron* es aquel en el que el rotor va embebido en una estructura del fuselaje que permite mayor protección del rotor y disipación del ruido que genera, con la contrapartida de que tiene mayor peso y requiere mayor potencia.

<sup>15</sup> Cabina en la que van alojados los pilotos.

al personal involucrado, las grabaciones de la sucesión de comunicaciones realizadas por los diferentes actores en la zona y los restos hallados de la aeronave, además de la revisión bibliográfica pertinente relativa al suceso, la CIAIAC emitió junto con el informe anteriormente citado una serie de recomendaciones, tanto para la empresa operadora que ofrece el servicio al SVA, como para la Dirección Adjunta del SVA<sup>16</sup>.

En esta línea, la CIAIAC instó a ELIANCE HELICOPTER GLOBAL SERVICES a actualizar su Manual de Operaciones para que recogiera todas las operaciones requeridas por el SVA, siguiendo el procedimiento correspondiente para la aprobación de estas maniobras, a la vez que alentaba a la Dirección Adjunta de Vigilancia Aduanera a que definiera las operaciones que son requeridas en las actividades de control de aduanas.

Además, ELIANCE era exhortada a establecer unos criterios para el entrenamiento necesario y competente que los agentes debieran superar previo a su incorporación al Servicio. Adicionalmente, emitía para la DAVA la recomendación de poner al alcance de las tripulaciones los medios necesarios para realizar este entrenamiento y todos aquellos que se requirieran para lograr un entrenamiento continuo y eficaz de escape de helicópteros bajo el agua, y a suspender las actividades realizadas para el SVA que no fueran recogidas en el Manual de Operaciones. De tal manera, y siguiendo esta línea de recomendaciones, la DAVA decretó que todos «sus agentes deberían realizar un entrenamiento específico» (Aviación digital, 2022).

Sin embargo, también es interesante considerar el vacío de regulación que tanto DAVA como la Agencia Española para la Seguridad Aérea (AESA) y la propia directiva de ELIANCE permitían, en un contexto en el que sus pilotos estaban ejecutando maniobras no

aprobadas; e incluso la ausencia de notificaciones por parte de los usuarios.

No obstante, y pese a los numerosos factores que se tratan en el análisis, no se llega a valorar la posibilidad de que el piloto a los mandos sufriera una desorientación espacial motivada por la complejidad del desarrollo de la misión. Pues, en un ambiente altamente complejo por las condiciones ambientales en las que se desarrolla (como son el vuelo nocturno, meteorología cambiante con factores peligrosos para el vuelo a baja cota...), sumado a la reducida experiencia del copiloto en este tipo de misiones, elevan la posibilidad de que esto se hubiera dado, provocando con ello una entrada en efecto túnel y el descuido de valores clave como la altura. Además, el informe en ningún momento alude a la posible fatiga acumulada que los pilotos pudieran haber sufrido la noche que se ejecutó el vuelo debido al haber estado de servicio de manera recurrente los días anteriores o a la normativa que regula la rotación de estos servicios.

Así pues, y haciendo referencia a los sistemas de identificación de causas de riesgo en accidentes e incidentes que tratan sobre los factores humanos, no es complejo relacionar vulnerabilidades como la falta de regulación en las maniobras, la ausencia de criterios para los agentes del SVA, la no identificación de vacíos en la normativa, las carencias en la cultura de notificación de condiciones de riesgo, etc.; con las clasificaciones que se establecen en el modelo HFACS<sup>17</sup>.

En este se recogen inseguridades que abarcan desde los niveles que aluden a los propios errores o violaciones de procedimientos que conducen directamente a los incidentes y accidentes (nivel 1: actos inseguros); las condiciones del operador y de personal, en cuanto a la disposición de este (nivel 2: condiciones previas a los actos inseguros); hasta niveles que consideran la planificación

<sup>16</sup> DAVA: Dirección Adjunta de Vigilancia Aduanera.

<sup>17</sup> «El modelo HFACS (*Human Factors Analysis and Classification System*) es un enfoque sistémico utilizado para analizar y clasificar los factores humanos que contribuyen a los accidentes e incidentes en la industrias de alto riesgo.» (Abigail Di Julio, 2023)

inapropiada de las operaciones o su supervisión inadecuada, por no considerar una preparación y entrenamiento adecuado (nivel 3: supervisión insegura); o incluso a posibles influencias organizacionales, en tanto en cuanto a la ausencia de notificaciones de seguridad de vuelo por estos mismos factores anteriormente comentados (lo cual supondría un nivel 4: influencias organizacionales en la gestión de recursos y clima de la organización). Además, todas estas vulnerabilidades son ejemplos de aquellas que *Reason* en su modelo de las diferentes capas de seguridad recoge como agujeros en las líneas de defensa y que, en caso de solaparse, a través de los fallos en todas las capas, se dan situaciones con consecuencias evitables, como las que se han analizado.

**E**n conclusión, este relato pone de manifiesto la afirmación de que la seguridad de vuelo es un aspecto fundamental e ineludible en la aviación. Así, la prevención de accidentes aéreos y la protección de vidas humanas dependen en gran medida de protocolos rigurosos, formación constante y la aplicación de tecnología de vanguardia. Sin embargo, todos estos esfuerzos son en balde si no se considera la colaboración entre reguladores, operadores y pilotos a fin de garantizar el mantenimiento de los más altos estándares de seguridad. En este sentido, la gestión de todo tipo de riesgos en cualquier momento de la vida operativa del material, del personal aeronáutico y durante las operaciones, su seguimiento, y la adecuada formación

del personal son pilares clave en la prevención de accidentes. Así pues, en una sociedad en continuo desarrollo, en el que la aviación es un todo con el mundo que conocemos, la seguridad en vuelo y la seguridad en tierra siguen siendo la principal prioridad en la industria aeronáutica y en todo aquel sector que haga uso de estos medios, y por ello esforzarnos en su continua mejora es un compromiso inquebrantable para todos aquellos que somos personal aeronáutico.

## Bibliografía

- Fomento, M. De. (2014). *Real Decreto 750 / 2014, de 5 de septiembre, por el que se regulan las actividades aéreas de lucha contra incendios y búsqueda y salvamento y se establecen los requisitos en materia de aeronavegabilidad y licencias para otras actividades aeronáuticas*. 1–77.
- INFORME TÉCNICO A-030/2021, (2021).
- Aviación digital. (2022). *El SVA decreta que todos sus agentes deberán realizar un entrenamiento específico*. <https://aviaciondigital.com/el-sva-decreta-que-todos-sus-agentes-deberan-realizar-un-entrenamiento-especifico/>
- CIAIAC. (2022). *Informe Anual CIAIAC 2022*. 299.
- Eliance. (n.d.). *LinkedIn Eliance*.
- Abigail Di Julio. (2023). *Human Factors Analysis and Classification System*. LinkedIn. [https://es.linkedin.com/pulse/human-factors-analysis-classification-system-abigail-di-julio-#:~:text=El modelo HFACS \(Human Factors, las industrias de alto riesgo.](https://es.linkedin.com/pulse/human-factors-analysis-classification-system-abigail-di-julio-#:~:text=El%20modelo%20HFACS%20(Human%20Factors,las%20industrias%20de%20alto%20riesgo.)

# TOMA DE DECISIONES DURANTE EL VUELO

**Teniente Pablo Millán López Arcenegui**  
Oficial de Seguridad de Vuelo de ISPUHEL XVIII



La toma de decisiones efectiva es un componente esencial para la seguridad y el éxito de las misiones de vuelo. Esta responsabilidad recae en el comandante de aeronave (CA) y en el jefe de formación (AMC, por sus siglas en inglés), que son quienes deben evaluar situaciones dinámicas y tomar decisiones acertadas respaldándose en los procedimientos y competencia profesional. La designación del piloto al mando varía de acuerdo con las políticas y procedimientos específicos de cada nación y entidad militar, considerando diferentes criterios tales como la experiencia del piloto para una determinada misión, las horas de vuelo acumuladas o el empleo militar.

## La figura del CA y AMC

Tal y como se ha introducido, la importancia de la toma de decisiones efectiva en vuelo no puede subestimarse, ya que incide directamente en la seguridad y el éxito de las misiones, siendo la capacidad de los pilotos para evaluar situaciones dinámicas y tomar decisiones acertadas en tiempo real un componente crítico. Estas decisiones engloban desde la elección de rutas alternativas en respuesta a condiciones meteorológicas adversas, como las tormentas de arena o la disminución de la visibilidad por calima comunes en el clima desértico de Irak, hasta la gestión de emergencias. Asimismo, la destreza y el juicio de los pilotos, respaldados por unos conocimientos sólidos, la experiencia aeronáutica y procedimientos bien interiorizados, son determinantes en la prevención de incidentes y accidentes aéreos.

La responsabilidad de tomar estas decisiones recae en el CA, quien tiene la autoridad decisiva en todas las cuestiones relacionadas con la aeronave mientras esté al mando

de la misma. El CA es responsable de todas las decisiones relacionadas con la misión de vuelo, la gestión y la seguridad de la aeronave, incluyendo la evaluación y respuesta a desafíos que puedan surgir durante el vuelo. Además, debe coordinar a la tripulación de vuelo, mantener una comunicación efectiva y servir como un ejemplo permanente a sus subordinados, destacando por su competencia, liderazgo y profesionalidad.



Formación de dos helicópteros Cougar volando en ambiente de visibilidad reducida

*En los vuelos en formación,  
el AMC es la persona  
específicamente designada para  
ejercer el mando de la misma y  
es responsable de su operación y  
seguridad*

Dentro de una misma misión de vuelo el cargo de CA y el AMC pueden recaer sobre un mismo piloto o sobre personas diferentes, pudiendo llegar a darse el caso de que en una misma aeronave un piloto sea el CA y otro el AMC.

## La designación del mando

La designación del CA varía significativamente entre ejércitos y países, ya que depende de una serie de criterios y consideraciones específicas que se adaptan a sus necesidades y regulaciones. Estos criterios pueden incluir factores como la experiencia acumulada, las horas de vuelo, el rango militar, la formación

especializada, las habilidades de liderazgo y las evaluaciones de desempeño. En algunos casos, la elección se basa en la jerarquía, mientras que en otros, se prioriza la experiencia y las capacidades individuales, reflejando así las particularidades y prioridades de cada entidad militar.

En el contexto de nuestra Aviación del Ejército de Tierra, la designación del CA se basa en el «Reglamento de Circulación Aérea Operativa», que establece que el piloto de mayor empleo o antigüedad, con las calificaciones requeridas para la misión, será designado como CA. Las únicas excepciones son los vuelos de enseñanza o instrucción, donde el profesor o instructor actuará como CA, y los vuelos de prueba, para los cuales el CA debe tener la calificación de piloto de pruebas.

El contingente de ISPUHEL ha llevado a cabo numerosas misiones combinadas en las que se han observado diferencias significativas en la elección del CA y el AMC. En la Aviación



Vuelo en formación de un Cougar y un Black Hawk

del Ejército de Tierra estadounidense, su regulación propia establece que el CA debe ser un piloto cualificado para el puesto, con acceso a los controles de vuelo y designado para cada misión por el jefe de unidad con asesoramiento del encargado de seguridad de vuelo. El AMC es designado para cada misión en base a su experiencia aeronáutica, madurez, juicio, capacidad de conciencia situacional y comprensión de la intención del mando, sin que necesariamente se base en el empleo o antigüedad.

*Un análisis de accidentes de Aviación del Ejército de Tierra de los Estados Unidos reveló que un porcentaje significativo de accidentes aéreos se debía a errores de coordinación de la tripulación cometidos antes o durante el vuelo*

A menudo, un accidente resultaba de una secuencia de errores no detectados que se combinaban para producir un resultado catastrófico. Además, investigaciones adicionales demostraron que estos mismos errores podían afectar el rendimiento de la misión incluso cuando no resultaban en accidentes. Un análisis sistemático de estos patrones de error identificó áreas específicas donde la formación de la tripulación podría reducir la ocurrencia de tales errores humanos y evitar situaciones que conducen a accidentes y a un mal desempeño de la misión.

## Características del mando

Independientemente del criterio de designación, tanto el CA como el AMC desempeñan un papel esencial en la coordinación de la tripulación para garantizar que el planeamiento previo a la misión se realice de manera efectiva, y ya durante el vuelo se tomen decisiones adecuadas y se mantenga un ambiente de trabajo positivo y seguro en la aeronave.

*En cada fase del vuelo, el piloto al mando asume responsabilidades cruciales para garantizar la seguridad de la misión*

En la fase de planeamiento de la misión, el AMC y el CA deben fomentar activamente la comprensión compartida de la misión y la intención del mando, contribuyendo significativamente a una coordinación eficiente y a la mejora de la seguridad del vuelo. Este proceso también incluye un análisis minucioso de las medidas de coordinación aérea que afectan en la zona de vuelo, así como un estudio exhaustivo de la meteorología, la situación táctica y las capacidades específicas de la aeronave.

Durante el planeamiento el piloto al mando, además, se encarga de la conducción de la reunión prevuelo con las tripulaciones, donde se exponen los distintos procedimientos de vuelo requeridos, así como las posibles contingencias que podrían surgir durante la misión y se asignan tareas y responsabilidades específicas para la misión. Además, en las reuniones pre-vuelo de ISPUHEL se tratan algunas contingencias particulares de la zona de operaciones, como son los procedimientos a seguir en caso de ataque y el plan de evasión, en caso de que una aeronave se vea forzada a aterrizar fuera de una base segura, ya sea por fuego enemigo o emergencia mecánica.

*Durante la ejecución de la misión, el piloto al mando desempeña un papel crucial en la conducción de la operación*

Su responsabilidad es considerar toda la información disponible, apoyándose en los miembros de la tripulación, para tomar decisiones de forma efectiva. En esta fase es fundamental que el piloto al mando domine el inglés, por ser el idioma más empleado en las comunicaciones aeronáuticas de zonas de operaciones, se desenvuelva eficazmente empleando fraseología aeronáutica, así como



Formación de dos helicópteros Cougar durante una misión de transporte táctico

su habilidad para la toma de decisiones, incluso en situaciones de estrés y de alta demanda.

Durante toda la misión el CA y el AMC desempeñan un papel esencial al establecer y mantener el liderazgo en las tripulaciones y deben fomentar un ambiente de trabajo en el que los miembros puedan comunicarse abiertamente y plantear preguntas. Además, es imprescindible lograr una comunicación asertiva en cabina y que el piloto al mando tenga en cuenta la aportación del resto de la tripulación sin verse influenciado por el empleo militar o la experiencia aeronáutica, obteniendo retroalimentación cuando sea necesario para equilibrar la seguridad con el cumplimiento de la misión.

Después del vuelo, el piloto al mando también tiene responsabilidades clave. Debe llevar a cabo una sesión de análisis, revisión y crítica de las decisiones importantes, sus acciones y el desempeño de las tareas por parte de la tripulación. Esto incluye la identificación de opciones y factores que se pasaron por alto, así como la elaboración de estrategias para mejorar el rendimiento de la tripulación en futuras misiones. Es importante destacar que esta discusión y crítica debe mantener siempre un enfoque profesional, evitando señalar culpables y centrándose en la educación con el único propósito de mejorar el desempeño de la tripulación y el éxito de la misión.

## Conclusión

La toma de decisiones efectiva en vuelo por parte del CA y el AMC cumple un papel crítico para garantizar la seguridad de vuelo y el cumplimiento de la misión con éxito. Puesto que para ello es indispensable que el piloto al mando posea ciertas competencias y habilidades, en su designación debe prestarse especial atención, asegurando siempre la idoneidad del piloto al mando para liderar misiones de forma segura y efectiva. Tal y como hemos visto, la designación del líder varía según las políticas y procedimientos de cada nación y entidad militar, ajustándose a sus necesidades particulares, de forma que cada criterio de designación presenta sus propias ventajas e inconvenientes.

## Bibliografía

- Real Decreto 601/2016, de 2 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa.
- *Army Regulation 95-1*, del 22 de marzo de 2018, *Headquarters Department of the Army*.
- Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea.
- *Rule of the Air*, de julio de 2005, OACI.

# ACCIDENTES EN EL MAR DEL NORTE: LECCIONES APRENDIDAS

**Capitán Antonio Cordero Estal**  
Oficial de Seguridad de Vuelo del BHELMA VI



Dicen que las desgracias no ocurren solas; que se lo digan a las tripulaciones de los helicópteros que operan en el mar del Norte y que realizan vuelos a las plataformas *offshore*. En el año 2012, y con apenas medio año de diferencia, sufrieron dos accidentes de EC225 *Superpuma*.



EC225 *Superpuma* operando en plataformas *offshore*

Si algo bueno tuvieron estos accidentes, aparte de no tener que lamentar vidas humanas, son la mejora de la mecánica de las aeronaves en aras de la seguridad, y la concienciación de la importancia de la formación del piloto en tareas como son: la coordinación de las tripulaciones en cabina (CRM), el conocimiento y la aplicación de los procedimientos de emergencia y, específicamente, la instrucción de supervivencia en agua (HUET, de sus siglas en inglés, *Helicopter Underwater Escape Training*). Pone también de manifiesto la importancia de contar con la adecuada instalación de equipos en los helicópteros, lo que aumenta de manera significativa, sumado a lo mencionado anteriormente, nuestras posibilidades de supervivencia.

## Sinopsis de los accidentes. ¿Qué pasó?

Volando de día en el mar del Norte, las tripulaciones de los dos helicópteros experimentaron

una pérdida total de presión de aceite en la transmisión principal, lo que requiere activar el sistema de lubricación en emergencia (sistema explicado más adelante). Un breve momento después, el sistema indica fallo, por lo que las tripulaciones no tienen más remedio que *amerizar inmediatamente*.

En el mar, y justo antes del contacto con el agua, activan los flotadores y tanto las tripulaciones como los pasajeros evacuan las aeronaves siendo rescatados momentos después. Todos sobreviven ilesos.

La pérdida de presión de aceite en ambos helicópteros se debió a un fallo en el eje vertical del engranaje cónico de la caja de transmisión principal, que mueve las bombas de aceite. Sin entrar demasiado en detalles, en ambos casos los fallos se debieron a una grieta por la corrosión producida en dicho eje, debido a la humedad alojada en distintos recovecos y puntos de soldadura.

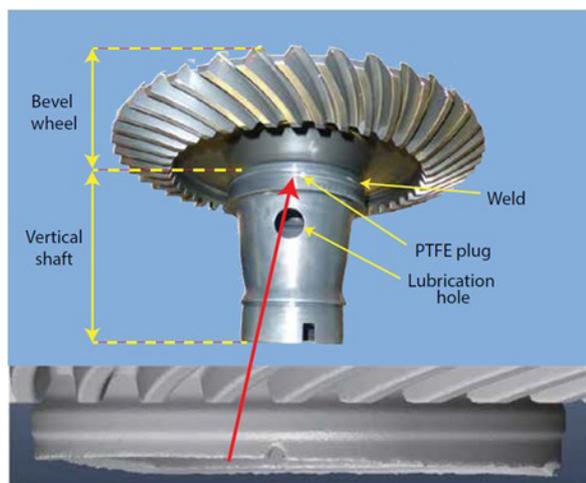
*La fatiga de los materiales donde se iniciaron las grietas resultó ser mayor de lo previsto durante su certificación*

El sistema de lubricación en emergencia, en ambos casos, dio un falso aviso de fallo. El sistema funcionaba perfectamente, pero la luz de *warning* se iluminó debido a una

incompatibilidad del cableado de los helicópteros y los interruptores (la luz de fallo del sistema siempre se iluminaría en caso de activación del mismo).

Por todo ello, se desprende que las causas de los amerizajes de los helicópteros fueron las siguientes:

- La presencia de corrosión dando lugar a una fatiga del material, fatiga subestimada por el fabricante.
- La incompatibilidad de los interruptores del sistema de lubricación de emergencia con el cableado del helicóptero.



Grieta producida en el eje vertical del engranaje cónico en el G-REDW

## La historia de los vuelos

*Eurocopter EC225 LP Superpuma G-REDW accidentado a 34 nm al este de Aberdeen (Escocia)*

10MAY12. El helicóptero matrícula G-REDW e indicativo Bond88, con 14 personas a bordo (2 pilotos y 12 pasajeros) y, como otro día más en la oficina, despegó a las 10:45 a.m.



Helicóptero EC 225 Superpuma con matrícula G-REDW

del aeropuerto de *Aberdeen* con destino a una plataforma en el mar del Norte situada a 150 nm al este.

Una vez en vuelo de crucero a 34nm de la costa, 3000 ft y 143 kt, la tripulación se ve sorprendida con la indicación de «pérdida total de presión de aceite en la transmisión principal» confirmada con su respectivo indicador. El comandante de aeronave (CA) (de 40 años de edad, con 2740 horas de vuelo (HV) del modelo y 3060 HV totales) inmediatamente asume el control de la aeronave, reduce a 80 kt, ordena al copiloto sacar la *checklist*, realiza una llamada PAN y desciende a 1500 ft. Un minuto después de la aparición de la emergencia y en condiciones IMC, con la base de nubes entre 600-700 ft, el CA da la vuelta de regreso a la costa.

El copiloto (28 años, 569 HV del modelo y 798 HV totales) mientras tanto, abre la *checklist* por la emergencia en cuestión y espera a tener la atención del CA para leer, realizar la comprobación cruzada con éste y ejecutar las acciones oportunas. Tras la activación del sistema de lubricación de emergencia, avisa al CA de que les queda un máximo de 30 min de vuelo para «*aterrizar tan pronto como sea posible*».

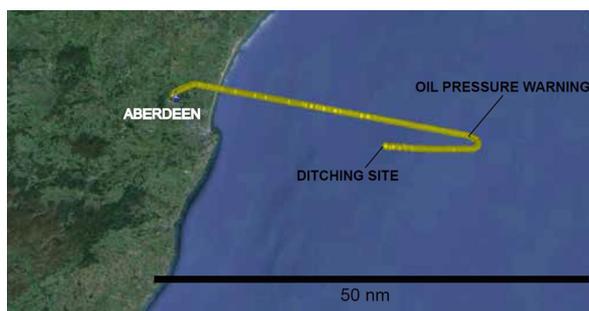
Inmediatamente, la luz de fallo del sistema de lubricación en emergencia de la transmisión principal se enciende. El copiloto avisa al CA de que ahora deben «*aterrizar inmediatamente*».

*Ante esta nueva situación, el copiloto realiza un briefing de emergencia a los pasajeros mientras que el CA desciende a 500 ft y avisa al controlador de tráfico aéreo (ATC) de la necesidad de amerizar*

Ante esta nueva comunicación, el ATC avisa a otros dos helicópteros que volaban en las inmediaciones y les indica a que se acerquen a la zona, solicitando también a otros tráficos que cambien de frecuencia.

El CA evalúa la situación y tras la insistencia del copiloto de la necesidad de aterrizar inmediatamente, decide realizar el amerizaje. Para ello, una vez más el copiloto utiliza la *checklist* para leer y ejecutar el procedimiento de «*amerizar con potencia*».

El CA repasa a los pasajeros el procedimiento a realizar después del amerizaje y realiza la llamada MAYDAY informando del mismo. El copiloto acciona los flotadores y finalmente entran en contacto con el agua.



Situación del EC 225 LP Superpuma con indicativo Bond 88

El sistema de flotación de emergencia del helicóptero mantiene la aeronave sobre la superficie del mar. Se cortan los motores y se para el rotor, una vez con motores cortados y rotor parado, los pasajeros y la tripulación evacuan el helicóptero accediendo a los botes salvavidas.



Bond 88, transcurridas 8 horas del amerizaje

Los helicópteros desviados a la zona logran establecer contacto visual con el helicóptero en el agua, pero no consiguen establecer comunicación. Finalmente, a la zona se desplazan dos helicópteros SAR, los cuales se encuentran a una hora de vuelo de la zona del accidente. Finalmente, las aeronaves realizan contacto visual y logran rescatar a todos sanos y salvos.

*Eurocopter EC225 LP Superpuma HKS24T accidentado a 32 nm al suroeste de Sumburgh (Shetland Islands).*

22OCT12 (5 meses después del anterior accidente). La aeronave con matrícula G-CHCN e indicativo HKS24T despegó, con 19 personas a bordo (2 pilotos y 17 pasajeros), del aeropuerto de Aberdeen a las 1322 con destino la plataforma *West Phoenix* a 226 nm al norte.

En este caso el vuelo se utiliza para reentrenamiento del copiloto, instructor de la compañía (60 años, 1334 HV del modelo, 15728 totales) por parte del CA (46 años, 933 HV del modelo, 11964 HV en total).

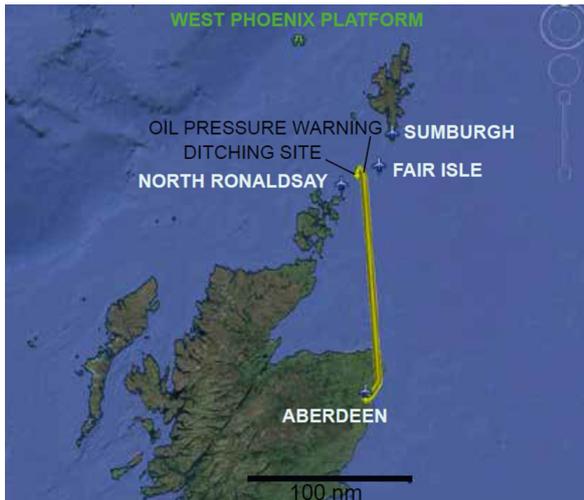
Después de una hora de vuelo recto y nivelado a 3000 ft y 140 kt, saltan todos los avisos de «*pérdida total de aceite en la transmisión principal*» confirmado con el indicador a cero. La tripulación, de manera inmediata aplica el procedimiento correspondiente; reducen a Vy y activan el sistema de lubricación en emergencia de la transmisión principal.



EC225 Superpuma matrícula G-CHCN en el aeropuerto de Aberdeen (Escocia)

Como en el caso anterior, el sistema de lubricación de la transmisión en emergencia falla, por lo que la tripulación, en consonancia con lo establecido en la *checklist*, se dispone a «*aterrizar inmediatamente*».

El CA, ahora sí realiza la llamada MAYDAY e inicia el descenso, entrando en IMC y saliendo de nubes a 300 ft. Continúan descendiendo hasta los 50 ft observando, en ese instante, un barco mercante delante de ellos, al cual se dirigen directos. Acto seguido consiguen contactar con el barco próximo a su posición.



Lugar de amerizaje del EC 225 LP Superpuma con indicativo HKS24T

Los pilotos realizan el amerizaje con potencia y, como en el caso anterior, evacúan la aeronave en las balsas. Los pasajeros y la tripulación, sanos y salvos, son rescatados por una lancha perteneciente al barco mercante.



PRO08. 24 horas después del amerizaje, el HKS24T todavía permanecía parcialmente a flote

## Un repaso a las acciones de los pilotos

En ambos casos vemos cómo las tripulaciones poseen cierta experiencia tanto en vuelo (el copiloto del segundo accidente, piloto instructor, acumulaba casi 12000 HV en el momento del suceso), como en el vuelo del helicóptero *Superpuma*. Si bien en el primer accidente, el Bond 88, el copiloto no cuenta con tanta experiencia como el resto, éste lo suple perfectamente con el cumplimiento escrupuloso de los procedimientos; saca la *checklist* para leer punto por punto los pasos a seguir, se espera a la confirmación del CA

para ejecutar las acciones correspondientes, avisa a los pasajeros de la situación y, por último, insiste al CA en la necesidad de no demorar el amerizaje.

La tripulación del segundo accidente, el HKS24T, era plenamente consciente de lo ocurrido al Bond 88. Tanto es así que el CA había avisado de que el sistema de lubricación de emergencia seguía apareciendo como operativo. Mientras que el copiloto de ese vuelo, instructor de la compañía, había utilizado el accidente anterior como escenario en el entrenamiento en el simulador a las tripulaciones de esa misma emergencia.

## Helicópteros preparados para volar sobre el mar

En ninguno de los accidentes se tuvo que lamentar la pérdida de vidas humanas. Esto se debió, no sólo a la preparación de los pilotos, también contribuyó a que los helicópteros estaban especialmente preparados para el vuelo sobre el mar, al ser ésta su misión principal.

Estos equipos específicos son: el sistema de flotabilidad de emergencia y el indicador de posición en caso de accidente (CPI, de sus siglas en inglés, *Crash Position Indicator*).

*Sistema de flotabilidad de emergencia:* las aeronaves llevan instalado el sistema de flotabilidad en emergencia. El sistema es capaz de mantener a flote el helicóptero el tiempo suficiente para la evacuación segura por parte de los pasajeros y la tripulación. Como se aprecia en la imagen anterior, el HKS24T llega a estar hasta 24 horas flotando sobre el mar, antes de ser recuperado.

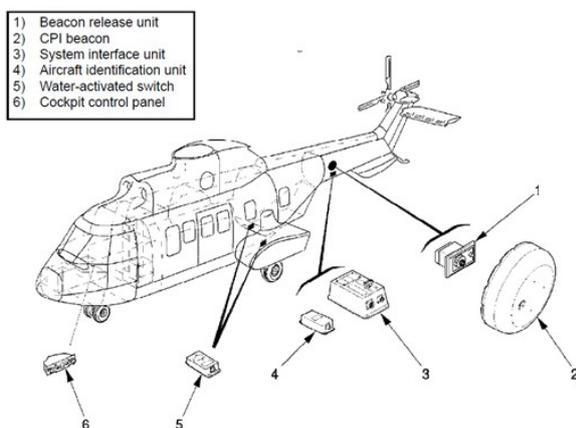
Este sistema se compone de dos flotadores en la parte delantera, además de dos flotadores en la parte posterior, junto con dos balsas salvavidas alojados, junto con el sistema automático de inflado, en las aletas de los helicópteros. Se activa manualmente desde la cabina por parte de los pilotos justo antes del amerizaje.



El G-REDW (Bond 88) recuperado, volvió a estar operativo

Por último, es de destacar que este sistema, utilizado de manera adecuada, no sólo es capaz de mantener a flote la aeronave, asegurando la evacuación de sus ocupantes, sino que permite la posibilidad de recuperación del aparato.

Su rápida recuperación es de vital importancia dado que permite, primero de todo y más importante, esclarecer los hechos del accidente, facilitando la investigación y el establecimiento de medidas correctoras; y como paso final, la puesta en servicio de nuevo del helicóptero con el ahorro de costes que supone, como en el caso del *Superpuma* matrícula G-REDW de la imagen anterior.



Configuración del sistema CPI en los helicópteros

*Sistema indicador de posición en caso de accidente* (CPI, de sus siglas en inglés, *Crash Position Indicator*): se compone, entre otros, de un conmutador (5) que, en caso de contacto con el agua, activa una baliza (2) la cual, tras el impacto, se desprende del helicóptero. Esta baliza quedaría flotando en el mar transmitiendo la correspondiente señal de auxilio.

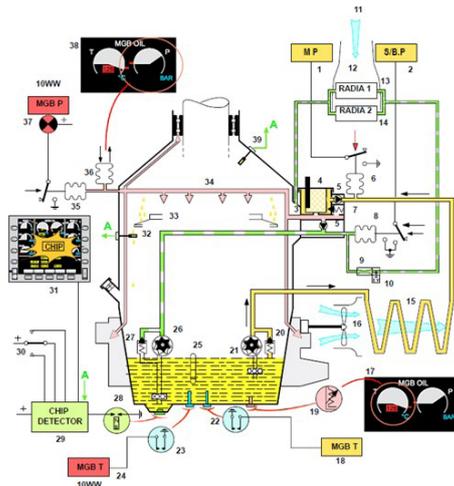
## Sistema de lubricación de emergencia

Pese a no ser un sistema específico de supervivencia en mar, el sistema de lubricación en emergencia (EMLUB, de sus siglas en inglés, *Emergency Lubrication*) es capaz de alargar el vuelo hasta un máximo de 30 min.

El sistema funciona introduciendo una mezcla de glicol y agua que enfría y lubrica la transmisión. Es accionado manualmente por parte de la tripulación.



Caja de control del sistema de lubricación en emergencia



Esquema del sistema de lubricación de aceite de la transmisión principal del EC 225 LP Superpuma

*Ambos aparatos estaban provistos de un sistema de lubricación de emergencia que, en caso de haber funcionado, la tripulación podría haber acercado el aparato a la costa lo suficiente, hasta el punto de aterrizar en tierra*

## Conclusiones

UTC	Event	Time from MGB low oil pressure warning
11:05:12	MGB oil pressure begins to reduce.	
11:05:13	MGB oil pressure low warning.	00:00
11:05:14	CWP main warning.	+00:01
11:05:15	MGB sump chip detected.	+00:02
11:05:54	"PAN PAN PAN PAN PAN PAN" radio call made.	+00:41
11:06:31	Helicopter descends from 3,000 ft amsl.	+01:18
11:07:03	Emergency lubrication system activated. (From CVFDR co-pilot states that the EMLUB activation light is "ILLUMINATED").	+01:50
11:07:37	CWP main warning corresponding to emergency lubrication system failure detection.	+02:24
11:08:24	Landing gear down selected.	+03:11
11:09:01	Peak MGB oil temperature of 127.5°C recorded.	+03:48
11:10:41	Epicyclical chip detected.	+05:28
11:12:44	Helicopter levelled off at 200 ft amsl.	+07:31
11:13:35	"MAYDAY" radio call made.	+08:22
11:14:08	Helicopter ditched.	+08:55
11:14:32	CVFDR stopped recording.	+09:19

Secuencia de acontecimientos recogido por el grabador de vuelo del G-REDW

Como vemos en la secuencia anterior, todo ocurre demasiado rápido, en apenas 10 min la tripulación pasa de un vuelo rutinario, recto y nivelado, a estar amerizando en medio del mar.

Ante esto, solo podemos realizar una preparación continua de la misión, preparar, no sólo la misión en sí, sino los posibles planes de contingencia; *What if*, con todo lo que pueda ocurrir. Realizar la instrucción repitiendo las veces que sea necesario hasta que quede automatizado, dividiendo los cometidos entre los miembros de la tripulación. 10 minutos no dan tiempo a la improvisación.

Por último, recalcar la importancia de llevar una instalación de equipos en los helicópteros que nos aumente las posibilidades de supervivencia ante una emergencia; las vidas humanas son irremplazables.

En caso de no llevar flotabilidad, el helicóptero se hubiera hundido casi inmediatamente, dificultando la evacuación de los pasajeros y la tripulación, además de la recuperación del helicóptero.

## Bibliografía

- *Report on the accidents to Eurocopter EC225 LP Super Puma G-REDW 34 nm east of Aberdeen, Scotland on 10 May 2012 and G-CHCN 32 nm southwest of Sumburgh, Shetland Islands on 22 October 2012: este es el informe completo del Air Accidents Investigation Branch (AAIB), publicado el 11 de junio de 2014. Se puede encontrar en internet; «Report on the accidents to Eurocopter EC225 LP Superpuma pdf».*



# LA INSPECCIÓN PREVUELO EN LOS SISTEMAS RPAS

**Teniente Daniel Martínez Arias**

Oficial de Seguridad de Vuelo del GAIL II/63

**Sargento Ángela Peña Pinela**

Auxiliar de Seguridad en Vuelo del GAIL II/63



**E**n la actual era tecnológica que estamos viviendo, las aeronaves no tripuladas prometen revolucionar el mundo tal y como lo conocemos; desde el transporte de materiales de manera autónoma, pasando por inspecciones técnicas o el transporte de personas. Dichos avances hacen que la tecnología con que cuentan los medios no tripulados pueda parecer suficiente para sustituir al ser humano en todas las fases de la actividad aérea; pero nada más lejos de la realidad.

La inspección humana resulta una parte fundamental, no solo en términos de seguridad de vuelo, sino en el nivel legal o jurídico, con las connotaciones y responsabilidades que ello conlleva. A este respecto, tanto en el entorno civil como en el militar, la realización inadecuada de las labores previas al vuelo puede incurrir en sanciones significativas, derivadas del alcance de las consecuencias del accidente o de la negligencia.

Entendemos por inspección prevuelo el proceso que implica una evaluación visual y funcional del estado general de la aeronave para confirmar que esta se encuentra en condiciones óptimas para el vuelo, sin olvidar la inspección documental, aspecto clave en términos legales. Resulta igualmente importante el planeamiento previo de la operación, con el análisis del entorno operativo, incluyendo la proximidad con otras aeronaves, vehículos y personas en la plataforma, objetos extraños en el campo de vuelo, las condiciones meteorológicas y cualquier otra circunstancia o elemento que pueda comprometer la seguridad.

En el ámbito militar, las aplicaciones de los medios RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*), aunque similares a los civiles, conllevan implicaciones distintas en lo que a

la seguridad de vuelo se refiere. El primer aspecto que cabe destacar es la capacidad con la que cuentan los RPAS militares de embarcar munición explosiva como carga útil. Dicha munición ha de contar con procedimientos específicos, enmarcados dentro de las labores prevuelo, que garanticen la mitigación de cualquier riesgo potencial.

*La inspección inicial, junto con la concienciación del conjunto de la cadena logística, hará que la probabilidad de accidente asociado al manejo y tratamiento de munición explosiva en RPAS sea casi inexistente*

Otro aspecto importante es que, en ocasiones, la realización de las labores pre-vuelo enmarcadas en el ambiente táctico de una operación de combate militar dista mucho de contar con las características propias de un entorno controlado, como pudiera ser un hangar aeronáutico en el ámbito civil. Es por ello que resulta imprescindible contar con una lista de comprobación o *check-list* exhaustiva que, por un lado, facilite al personal encargado la orientación necesaria en las mencionadas labores, y por otro, integre

los diferentes escenarios en los que la aeronave pudiera operar, tales como ambiente nocturno, desértico o NRBQ (nuclear, radiológico, biológico y químico).

Una vez se haya completado la fase de planeamiento, y como paso previo al vuelo operacional, el comandante de aeronave debe revisar que se han comprobado todos los factores que permitan cumplir la misión de forma segura. Un aspecto clave dentro de dicho proceso, dentro del procedimiento prevuelo, es el *briefing* aeronáutico, de obligada asistencia para el personal que tenga participación en la misión aérea. En dicha reunión se detallarán los objetivos a alcanzar, la misión, meteorología, ventanas horarias, NOTAM (*Notice To Airmen*), o cualquier otro aspecto relevante que pudiera afectar al cumplimiento de la misión, tales como el terreno, enemigo o munición. En esta primera etapa tienen que quedar perfectamente definidas las responsabilidades de todos los componentes de la tripulación designada y las acciones inmediatas ante situaciones de emergencia o accidente.

Como en toda operación militar, el nivel de detalle y la precisión del planeamiento son aspectos fundamentales para el desempeño de la misma. Ello no elimina la responsabilidad del comandante de aeronave de realizar una evaluación del área de operaciones para

contar con un espacio segregado acorde a la misión que va a desempeñar.

Asimismo, durante la fase de prevuelo, el comandante de la aeronave ha de prestar especial atención a la cobertura de los sistemas de enlace de datos y que estos garanticen que a las alturas previstas de vuelo el enlace de datos entre la GCS (*Ground Control Station*) y la aeronave son los adecuados, sin interferencias en la línea de visión del radioenlace de datos.

Paralelamente, las limitaciones derivadas de las condiciones ambientales y meteorológicas deben ser abordadas desde la misión para la que haya sido diseñado, así como las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante. Al igual que la segregación aérea, la evaluación de las condiciones meteorológicas debe abarcar el conjunto del área de operación y, en caso de que la configuración de escenario o la meteorología hagan exceder valores de operación recomendados por el fabricante, deberán ser evaluados los riesgos para mitigarlos si la importancia de la misión así lo requiere, o en última instancia, cancelar la operación.

Las condiciones meteorológicas deben ser analizadas utilizando todos los medios disponibles y priorizando en todo momento la información de fuentes oficiales. El estudio meteorológico es un punto crítico en la actividad



La comprobación física del sistema elimina la posibilidad de sufrir una incidencia o accidente aéreo



La gestión de recursos de cabina es un aspecto de vital importancia para el cumplimiento de la misión

aérea y al que el comandante de la aeronave ha de prestar mayor atención, especialmente en lo relativo a las intensidades y la dirección del viento en superficie durante el despegue y aterrizaje. La importancia de esta fase radica en el poco peso, mucha superficie alar y una potencia relativamente baja con que cuentan los medios RPAS y las consecuencias que las rachas de viento pueden provocar en la aeronave, con cambios abruptos en su velocidad y dirección, pérdida de estabilidad o incluso un contacto inadecuado y peligroso con el terreno que puede suponer un accidente.

El comandante de aeronave designará la tripulación que ejecutará la misión. Para ello deberá tener en cuenta el personal mínimo requerido que se adapte a la duración de la misión y los relevos correspondientes si fuesen necesarios. Se ha de verificar igualmente que todos los miembros de la tripulación poseen la calificación legal requerida para el desempeño de sus cometidos (tanto operadores de vuelo como de mantenimiento) y que, en la medida de lo posible, se han respetado los tiempos de descanso de las tripulaciones.

*Otro aspecto a tener en cuenta, y que en operaciones adquiere una importancia vital, es la gestión de recursos de cabina (CRM)*

El humano es el factor que más accidentes provoca según todas las estadísticas y estudios, y la designación correcta del mismo garantiza en gran medida el cumplimiento de la misión. Por todo ello el comandante de aeronave prestará atención a la compatibilidad entre los diferentes miembros de la tripulación designada, en especial a la compatibilidad entre el operador de la carga útil y el operador de vuelo a los mandos, con el objeto de cumplir la misión con las máximas garantías de éxito.

El comandante de aeronave deberá realizar un exhaustivo análisis del espectro radioeléctrico para garantizar que el sistema no se vea expuesto a perturbaciones que pudieran comprometer la seguridad de la aeronave y el éxito de la misión, así como cobertura DGPS (*Differential Global Positioning System*).



La conciencia situacional de todos los actores implicados en la misión es fundamental

Hay que tener en cuenta que el despliegue de radares, medios de transmisión, así como inhibidores, dispositivos de telefonía u otros sistemas en la zona de operaciones han de ser compatibles en el rango de frecuencias utilizado y en caso de no ser posible se deben establecer las medidas de coordinación oportunas que posibiliten su operación conjunta.

Para el uso de sistemas RPAS es fundamental garantizar la cobertura GPS (*Global Positioning System*) pues, aunque estos sistemas cuentan con sistemas de reserva alternativos como la navegación a la estima (*dead reckoning*<sup>1</sup>) o la navegación mediante línea de visión (*line of sight*<sup>2</sup>), estos no garantizan la precisión suficiente para asegurar el cumplimiento de la misión.

Otro punto fundamental en lo referente a las comunicaciones es la definición de los enlaces de comunicación internos entre el

personal de tierra, operaciones y vuelo, al igual que con las agencias de control del espacio aéreo, elementos de gestión de operaciones y comunicaciones tácticas con la unidad apoyada. Además, es fundamental contar con medios de redundancia para hacer frente a posibles contingencias durante el transcurso de la operación. A este respecto es crucial que el personal cuente con la suficiente instrucción para la operación efectiva de los medios de transmisiones con un lenguaje radio eficaz que evite equívocos y duplicidades, tanto en territorio nacional como en zona de operaciones.

El CONOPS (*Concept of Operations*) establece las condiciones bajo las cuales un operador de RPAS llevará a cabo sus operaciones, teniendo en cuenta las características específicas de la zona segregada a sobrevolar, el tipo de espacio aéreo a utilizar y los equipos y procedimientos asignados para la misión,

1 Procedimiento mediante el cual la aeronave estima la posición en base a la última posición conocida, el rumbo y la velocidad.

2 Navegación degradada mediante la cual es calculada la posición de la aeronave utilizando el apuntamiento de la antena y el tiempo entre la transmisión de la señal y su recepción.

teniendo que elaborar las correspondientes matrices de evaluación de riesgos para su mitigación. El piloto de la aeronave debe verificar que se han implementado todas las medidas de mitigación indicadas en la tabla de evaluación de riesgo operacional. Es esencial considerar las medidas de mitigación en tierra, como las zonas de recuperación seguras y de fácil acceso previstas para el paracaídas, las zonas seguras de suelta de munición, los equipos de recuperación y el equipo de seguridad que pueda tener que desplazarse hasta la zona. También es importante no descuidar las medidas de mitigación aéreas y tácticas, como la presentación del plan de vuelo correspondiente, la inclusión en los ciclos ATO (*Air Tasking Order*), el cumplimiento de la ACO (*Airspace Control Order*), la comunicación previa con la unidad apoyada y la comunicación previa con la torre de control.

Antes del vuelo, el comandante de la aeronave debe asegurarse de que el sistema está listo para operar, verificando en el libro de mantenimiento correspondiente que se han realizado todas las tareas periódicas requeridas. Además, es su responsabilidad comprobar que la aeronave cuenta físicamente en la estación de control de tierra con todos los certificados y licencias vigentes que pudieran afectar a la plataforma, como pueden ser los certificados de aeronavegabilidad experimental (CAE), certificados tipo (CT), estudios de viabilidad (EDV) aprobados para el área de operación, así como la declaración de aeronavegabilidad (AD) y estudios de compatibilidad radioeléctrica. Este requisito también se aplica a la documentación necesaria para la tripulación designada, que debe tener los certificados médicos correspondientes, licencias de vuelo y certificados de calificación acordes a la misión asignada. En caso de que el comandante de la aeronave determine que no se cuenta con las condiciones adecuadas requeridas para el vuelo, tanto la aeronave como el personal deberán ser reemplazados para continuar con el cumplimiento de la misión y de no ser posible, la misión deberá ser cancelada.

*La prisa y la confianza excesiva pueden ser perjudiciales para realizar una inspección adecuada de la aeronave, ya que pueden llevar a omitir detalles importantes durante la inspección*

Aunque los mecánicos juegan un papel vital en el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas, la responsabilidad de la inspección no debe recaer únicamente en ellos. El comandante de la aeronave tiene la responsabilidad final de asegurarse que la aeronave está en condiciones de realizar la misión con todas las garantías. Si una aeronave ha volado anteriormente, no se debe confiar ciegamente en la inspección posvuelo realizada previamente. Es necesario tener un conocimiento exhaustivo del funcionamiento de la aeronave, tanto de su comportamiento dinámico en vuelo como de sus componentes y sistemas asociados.

**E**n resumen, la inspección pre-vuelo es un proceso esencial que requiere atención, conocimiento y responsabilidad de todos los participantes en la actividad aérea. Este procedimiento meticuloso es la primera línea de defensa en la seguridad de vuelo, especialmente en la operación de drones militares. Todos debemos ser conscientes de la responsabilidad que conlleva realizar correctamente las tareas asignadas

## Bibliografía

- Manual de operaciones - Agencia estatal de seguridad aérea - UAS-OPR-P01-DT-01-F01. Ed.1
- Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) - Organización de Aviación Civil Internacional - Primera edición 2015
- Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) - A-DEA-GSMS

# COMUNICA BIEN, VUELA SEGURO

**Capitán Luis Aurelio Nieto Morales**  
Oficial de Seguridad de Vuelo del BHELMA III



## La comunicación aeronáutica

El ser humano, como animal comunicativo, es capaz de utilizar sonidos y gestos para transmitir una vasta cantidad de información. Sin embargo, cuando estamos volando, el medio prioritario para comunicarnos con los servicios de tránsito aéreo es nuestra voz a través de las radios. Dichas comunicaciones deben de realizarse de una manera sencilla y eficaz por la importancia de las mismas y porque tan malo es hablar poco por radio como hacerlo en exceso.

La comunicación efectiva es fundamental, una emergencia no tiene por qué acabar en un accidente, pero una mala comunicación o un malentendido puede tener consecuencias catastróficas. Los errores de comunicación en la radio, ya sea debido a la interferencia, la confusión lingüística o la mala calidad del equipo han sido responsables de numerosos accidentes aéreos a lo largo de la historia de la aviación, siendo uno de los casos

más famosos el accidente conocido como «El desastre de Los Rodeos» en el aeropuerto de Los Rodeos en Tenerife. Estos errores pueden ocurrir entre los pilotos y los controladores de tráfico aéreo o incluso dentro de la tripulación de vuelo y surgir debido a diversos factores, como el ruido de fondo en las frecuencias radio, la fatiga, las diferencias en los acentos y dialectos, o las malas condiciones meteorológicas.

## Factores que afectan a la comunicación

El 80 % de los accidentes aéreos vienen precedidos por un error humano y los errores con las comunicaciones radio son uno de ellos. Para evitar estos fallos lo primero es conocer qué factores afectan a las comunicaciones aeronáuticas:

- **La fatiga:** puede afectar la capacidad de concentración y claridad en las comunicaciones radio. Los pilotos y controladores de tráfico aéreo que están fatigados son propensos a cometer errores de pronunciación y a malinterpretar las instrucciones.
- **El estrés:** situaciones estresantes, como el tráfico aéreo intenso o condiciones meteorológicas adversas, pueden aumentar la



Noticia accidente de Los Rodeos



presión sobre los pilotos. El estrés puede dificultar la toma de decisiones y la capacidad para comunicarse de manera efectiva en situaciones críticas.

- *Carga de trabajo*: cuando es excesiva puede abrumar a los pilotos y controladores, lo que dificulta la gestión eficaz de las comunicaciones radio. En situación de alta demanda de atención, la capacidad para procesar la información y responder a las comunicaciones puede verse comprometida.
- *Diferencias culturales y lingüísticas*: en un entorno internacional, las diferencias en los acentos, estilos de comunicación y una mala comprensión del inglés puede llevar a malentendidos. La comunicación entre personas que hablan diferentes idiomas maternos puede resultar en errores de pronunciación y comprensión.
- *Interrupciones y distracciones*: las primeras, ya sea dentro de la cabina o en la torre de control, pueden causar errores en las comunicaciones radio.
- *Confianza excesiva*: puede hacer que los pilotos y los controladores pasen por alto ciertas comunicaciones o no presten suficiente atención a los detalles, llegando incluso a la falta de verificación y confirmación de las instrucciones recibidas o transmitidas.
- *Falta de conciencia situacional*: puede llevar a interpretaciones erróneas de la información proporcionada por otros pilotos o controladores. Estos deben tener una comprensión precisa de la situación actual para comunicarse eficazmente.

## Cómo comunicar: buenas prácticas

Llegados a este punto conocemos la importancia que tiene hablar bien por la radio y además sabemos qué factores nos afectan negativamente. Lo siguiente es saber qué herramientas y buenas prácticas tenemos a nuestro alcance para evitar cometer un error cuando la fatiga comienza a notarse, la carga de trabajo hace que se mezclen las palabras al salir por la radio, o el estrés haga que

me equivoque de radio y salga por la malla equivocada.

*Empecemos por la supervivencia*. Si no comprendemos o no sabemos hacer algo: «roger» jamás debería ser la respuesta. Aseguremos que la aeronave va por donde tiene que ir, aunque por la radio estemos rompiendo en pedazos nuestro orgullo, será mejor para todos. Cualquiera de estas comunicaciones nos puede alejar de problemas:

- «repita para ...», «no estoy familiarizado con el aeropuerto», «solicito vectores», «say again», «unable due to...», «I don't understand», «tell me what you want me to do», etc;
- evite emitir sonidos en momentos de duda tales como «humm», «este/o...»;
- la transmisión de mensajes largos debe interrumpirse momentáneamente de vez en cuando para permitir que el operador que realiza la transmisión confirme si la frecuencia que se utiliza es clara.

Después de la supervivencia, viene la *comunicación básica*. Transmitamos siempre: quiénes somos, dónde estamos y qué intenciones tenemos.

Al igual que revisamos el combustible durante las distintas fases de vuelo, debemos revisar el ciclo de comunicación y siempre finalizarlo; si me salto un paso no lo estoy haciendo bien.

*El indicativo de llamada*: por lo general, precede a la comunicación cuando esta se inicia o se dan instrucciones y la cierra cuando esta se termina o se colacionan instrucciones (p.e. «IB3328 entrar y alinear pista 30», «entrar y alinear pista 30, IB3328»)

No se abrevia un indicativo hasta que el controlador lo hace primero. Y no se llama a una dependencia de control con el indicativo abreviado, aunque nos hayan transferido de otra de este modo.

*Solicitudes*: cualquier solicitud comienza por «indicativo + solicito/request + solicitud». Todas las fórmulas del tipo «si es posible»,



Anotando instrucciones radio

«me gustaría», «*permission to*», «*if it is possible*», están fuera de lugar en la mayoría de las situaciones.

La acción de la colación permite al personal ATS (*Air Traffic Service*) confirmar que la tripulación de vuelo ha acusado recibo correctamente de la autorización/instrucción y, si es necesario, corregir cualquier discrepancia. La colación debe ser clara, completa y en el mismo orden en el que la instrucción/autorización fue transmitida.

Las *Standardised European Rules of the Air* (SERA) 8015, apartado e, «colaciones de autorizaciones y de información relacionada con la seguridad» establecen que la tripulación de vuelo colacionará al

controlador de tránsito aéreo las partes relacionadas con la seguridad de las autorizaciones de control de tránsito aéreo (ATC) y las instrucciones que se transmitan por voz. Se colacionarán en todos los casos los siguientes elementos:

- Autorizaciones de ruta ATC.
- Autorizaciones e instrucciones para entrar, aterrizar, despegar, mantenerse en espera a distancia, cruzar, realizar el rodaje y retroceder en cualquier pista.
- Pista en uso, reglajes de altímetro, códigos SSR (*Secondary Surveillance Radar*), canales de comunicación recién asignados e instrucciones de nivel, rumbo y velocidad.
- Niveles de transición, emitidos por el controlador o bien incluidos en las emisiones

ATIS (*Automatic Terminal Information Service*).

- Otras autorizaciones o instrucciones, incluidas las autorizaciones condicionales e instrucciones de rodaje, serán colacionadas o se acusará recibo de las mismas de forma que se indique claramente que se han comprendido y que se obedecerán.

Asimismo, la «Guía de Referencia para Fraseología Estándar de OACI» (Organización de Aviación Civil Internacional) indica que las siguientes instrucciones/autorizaciones deberían ser siempre colacionadas:

- Instrucciones de rodaje.
- Instrucciones de nivel, rumbo, velocidad y ruta.
- Autorizaciones de aproximación.
- Pista en uso.
- Todas las autorizaciones que afecten a cualquier pista.
- Instrucciones SSR.
- Información VDF.
- Tipo de servicio radar.
- Niveles de transición.
- Cambios de frecuencia.

Cuando vamos a realizar la puesta en marcha, el doc. 9432 de la OACI, establece que «cuando no se proporcione ATIS el piloto puede pedir información de aeródromo actualizada antes de solicitar autorización para la puesta en marcha de los motores».

La primera llamada a ATC, después de una salida, deberá contener los elementos siguientes:

- La designación de la estación a la que se llama.
- El distintivo de llamada y, para aeronaves de la categoría de estela turbulenta pesada, la palabra «pesada».
- SID (*standard instrumental departure*).
- El nivel, incluidos los niveles de paso y autorizado si no se mantiene.

La llamada inicial a una dependencia ATC después de un cambio del canal de comunicación oral aire-tierra deberá contener los elementos siguientes:

- La designación de la estación a la que se llama.
- El distintivo de llamada y, para aeronaves de la categoría de estela turbulenta pesada, la palabra «pesada».
- El nivel, incluidos los niveles de paso y autorizado si no se mantiene el nivel autorizado.
- La velocidad, si la asignó el ATC.
- Los elementos adicionales que requieran la autoridad ATS competente.

Teniendo clara la comunicación básica mejoraremos nuestros mensajes radio, sin embargo, hay condicionantes externos que influyen en la calidad de las comunicaciones, como son: la cantidad de tráfico aéreo, las interferencias, las malas condiciones meteorológicas o encendido de luces de emergencia.

Ante estas situaciones intentaremos mantener siempre una buena disciplina radio y emplear los siguientes consejos:

- La tripulación debería anotar las autorizaciones/instrucciones largas o complejas. Además de estas, se considera buena práctica anotar las frecuencias asignadas.
- Siempre colacionar las autorizaciones/instrucciones en su totalidad.
- La colación completa nunca debería ser sustituida por términos como «Roger»/«Recibido», «Copied»/«Copiado» o «WILCO»/«Comprendido».
- Al margen de la correcta colación por parte del PM (*pilot monitoring*) y la correcta identificación de los modos activos de vuelo por parte del PF (*pilot flying*), sería recomendable como última barrera de seguridad, que el PF confirmara verbalmente con el PM la instrucción antes de ser seleccionada en el respectivo panel.
- No cambiar inmediatamente de frecuencia después de la colación de la instrucción, dejar margen (unos segundos) para que el personal ATS pueda corregir la colación si es necesario.
- Evitar pausas excesivamente largas, entre partes de un mensaje, manteniendo pulsado el «ptt».

En el caso de encontrarnos con interferencias o si han pisado un mensaje para nosotros *y no entendemos la comunicación*:

- Si un mensaje recibido (o parte del mismo) es ilegible o confuso y/o se tienen dudas con respecto a la autorización/instrucción recibida, solicitar al personal ATS que confirme/aclare toda o parte de la autorización/instrucción, en lugar de repetir lo que se cree que se ha escuchado.
- Prestar especial atención a los distintivos de llamada. Si es confuso, solicitar confirmación. Asegurarse de que no se toman para sí autorizaciones/instrucciones previstas para otras aeronaves.
- En caso de recibir autorizaciones/instrucciones no esperadas, en cualquier fase de vuelo, solicitar confirmación haciendo hincapié en el distintivo de llamada, puesto que puede ocurrir que no sea el destinatario previsto de las mismas.
- Si se considera que las interferencias afectan a la seguridad de las operaciones, solicitar un cambio de frecuencia. Si resulta imposible comunicar con la dependencia asignada para solicitar este cambio de frecuencia, solicitar instrucciones a otra dependencia de las previstas (anterior o siguiente).

Si tengo un *fallo radio o pierdo las comunicaciones*:

- Utilizar a otra aeronave para transmitir los mensajes (relé) cuando se opera en el límite de cobertura de una frecuencia o existen malas condiciones de propagación.
- Registrar siempre las incidencias de pérdida de comunicación en el parte de vuelo. De esta manera, se proporciona datos útiles que aseguran su evaluación y reparación.
- Repasar los procedimientos de pérdida de comunicaciones locales de aeródromos o bien, poder localizarlos rápidamente.

En general para aplicar *durante el rodaje y despegue*:

- Cualquier instrucción de mantener, mantener posición o mantener corto de (*hold*,

*hold position or hold short of*) se colocará en su totalidad usando la frase apropiada (manteniendo o mantener corto de/ *holding or hold short of*).

- Las autorizaciones/instrucciones condicionales deben ser colacionadas completamente siendo muy importante que se realice también en el mismo orden en el que fue transmitida.
- La información de la secuencia de salida (por ejemplo, «es número 5 para salir/ *number 5 to depart*» o «espere salida en/ *expect departue in*») no es una autorización para despegar.
- «Después de la salida/*after departure*» o «siga/*follow*» no es una autorización para despegar.

Si vemos que se produce una *confusión de indicativos*:

- Usar el distintivo de llamada completo para el establecimiento de las comunicaciones. En comunicaciones subsiguientes, utilizar el distintivo de llamada completo a menos que la abreviación haya sido iniciada por los servicios ATS.
- Avisar a ATS si se produce cualquiera de las siguientes situaciones: dos o más aeronaves tienen distintivos de llamada similares en la misma frecuencia; sospecha que una aeronave ha tomado para sí una autorización/instrucción de la que no es destinataria; o sospecha que otra aeronave ha malinterpretado una autorización/instrucción.

Ante *situaciones anómalas o de emergencia*:

- No retrasar la declaración de emergencia. Si la situación no lo justifica, se puede cancelar este estado más adelante.
- La tripulación debe tender a priorizar las acciones siguiendo un orden concreto: volar; navegar; comunicar.
- El procedimiento estándar internacional para comunicar esta situación es utilizar el prefijo «*MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY*» o «*PAN-PAN, PAN-PAN, PAN-PAN*», según se trate de un peligro o de una urgencia. Se considera que un peligro es cualquier



Chinook

condición en la que se está amenazado por un riesgo serio o inminente y que requiere ayuda inmediata. Se considera que una urgencia es toda aquella condición que afecta a la seguridad de una aeronave o de otro vehículo, o de alguna persona a bordo o que esté al alcance de la vista, pero que no exige ayuda inmediata.

- «*Fuel emergency*» o «*fuel priority*» no son términos reconocidos. En caso de corto de combustible, los pilotos deben declarar «PAN» o «MAYDAY» para asegurarse de que se les otorga la prioridad adecuada.
- Según el Doc. 9432, punto 9.2.1.1, los mensajes de socorro deberían contener el mayor número posible de los siguientes elementos y, de ser posible, en el mismo orden: el nombre de la estación llamada; la identificación de la aeronave; la naturaleza de la condición de peligro; la intención de la persona al mando; posición, nivel y rumbo de la aeronave; y cualquier otra información útil.
- Aquellas aeronaves en situación de emergencia que ya estén siendo atendidas por ATS deben conservar el código transpondedor asignado inicialmente. Aquellas aeronaves en situación de emergencia que no estén siendo atendidas por ATS deben establecer el código transpondedor de emergencia (7700) como parte de las acciones iniciales.

Si tenemos claros estos conceptos y los aplicamos durante nuestra vida aeronáutica, seguro que disfrutaremos incluso más si

cabe nuestros vuelos, a la vez que evitaremos tener un incidente o lo que es peor, un accidente.

## Al otro lado del Atlántico

Para finalizar siempre hay que levantar la cabeza y echar un vistazo al mundo exterior para ver cómo se procede en otros países o en otros ejércitos.

*Las misiones en las que las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra han participado durante los últimos años nos han enseñado que nuestros amigos estadounidenses tienen algunas diferencias que pueden confundirnos, ya que ellos tienen expresiones desconocidas para nosotros, pero comunes en un entorno FAA (Federal Aviation Administration)*

Aquí van algunas que nos pueden afectar:

- El término americano «*position and hold*» en una comunicación radio mientras ruedas hacia la pista para despegar, a un europeo le podría sonar a «*hold position*», «mantener» o «mantener corto de pista»

cuando en realidad significa «*line up and wait*».

- El término europeo «*taxi to holding position*», a un americano mientras rueda hacia la pista para despegar, le podría sonar a «*taxi to position and hold*», «entrar y alinear», lo cual es bastante más grave. Por este motivo, la OACI modificó la expresión «*taxi to holding position*» por «*taxi to holding point*» y, la FAA, siguiendo recomendaciones de la OACI, también se adaptó a la fraseología «*line up and wait*».
- Esto se regularizó el treinta de septiembre de 2010, por lo que no es de extrañar que a algún controlador, todavía se le escape «*position and hold*». Al menos, en nuestro caso, solo nos retrasaría el despegue.
- A la pista en uso se pueden referir como «*active*». Es decir, para notificar que han salido de la pista, comunican «*active vacated*».
- «*Frequency change approved*»: los cambios de dependencia de control de un espacio aéreo, al menos clase D, a inferior, suelen hacerlos sin indicar la frecuencia a la que cambiar. Así mismo, según el AIM (*Aeronautical Information Manual*), al abandonar ese espacio aéreo, no hay que solicitar el cambio de frecuencia.
- «*Ground.7*»: también en España la mayoría de frecuencias de rodadura son 121.7 121.8 121.9; así que, en lugar de decirte los números se puede oír un «*ground.7*» o «*ground.8*».
- «*Land long*»: podemos oírlo en final, cuando vamos a abandonar pista por una taxiway alejada de la cabecera en uso. «*Cleared to land, long landing approved*» que en europeo se traduciría como que nos autorizan a proceder directos a la intersección que nos interesa.
- De la misma manera un «*direct to the numbers*» lo escucharemos cuando el controlador quiere acelerar nuestra maniobra, acortando los tramos de base y final. Al escuchar ese mensaje, desde donde nos encontremos, el morro directo a los números de la pista.
- En inglés existe el problema de confundir *to/for* con los números 2/4. Por ello, se

procura eliminar las preposiciones en las transmisiones «*Merican57 leaving four thousand, climbing six thousand*».

- «*Words twice*» es una de las maneras que tienen de pedirnos que repitamos dos veces cada transmisión debido a dificultades en la comunicación.

## Conclusiones

Como reflexión y auto crítica me gustaría añadir que en ocasiones cuando realizamos sesiones de emergencias en los diferentes simuladores centramos la sesión únicamente en la resolución de la emergencia, en realizar los pasos de memoria correctamente, un uso correcto de la lista de procedimientos, CRM entre pilotos, etc, y a veces nos olvidamos de practicar y recordar cómo comunicarnos con los controladores aéreos y con los demás aparatos con los que compartimos espacio aéreo.

Un buen piloto es aquel que no solo vuela bien, sino que además se comunica bien. Todas estas recomendaciones nos pueden ser de gran ayuda cuando nos encontremos volando por el mundo. Además de estas, podemos encontrar muchas más en la «Guía de Buenas Prácticas en Fraseología y Comunicaciones emitida por AESA», en la que también contiene apartados para personal ATS.

Espero que este artículo sea de utilidad y nos ayude a todos a entendernos y comunicarnos mejor. ¡Mucha suerte y buenos vuelos!

## Bibliografía

- Guía de buenas prácticas en fraseología y comunicaciones, AESA.
- Doc. 9432 Manual de radiotelefonía, OACI.
- *Standardised European Rules of the Air* (SERA).
- «*Say again, please*», Bob Gardner.

## BENEFICIOS DE LA PREPARACIÓN FÍSICA PARA LA SEGURIDAD DE VUELO

**Sargento primero Libertad de la Antonia Fernández-Medina**  
Auxiliar de Seguridad en Vuelo del BHELA I



El medio aeronáutico nos expone a alteraciones en nuestro organismo que ponen en riesgo su desempeño normal, y por tanto la seguridad de vuelo se puede ver afectada. El error humano, la fatiga, el estrés, las perturbaciones del sueño y los riesgos psicosociales son factores inherentes al mundo aeronáutico y a todo el personal implicado en él. El riesgo está ahí, pero ¿cómo podríamos llegar a reducirlo y qué métodos aplicar para mitigarlo? La respuesta podría ser: «con ayuda de la preparación de la condición física».

Mantener una buena condición física ayuda a mejorar la resistencia, la fuerza muscular, la flexibilidad y la agilidad, lo que es esencial para realizar tareas físicas exigentes durante los vuelos o las operaciones aeronáuticas. También promueve una mejor salud cardiovascular y fortalece el sistema inmunológico, lo que permite mantener un alto nivel de energía y resistencia durante situaciones prolongadas.

Para comprenderlo mejor podemos analizar la relación de la condición física con la pericia y la toma de decisiones en situaciones de emergencia, y cómo esto nos puede ayudar a mejorar nuestra respuesta:

- **Rendimiento cognitivo:** la preparación física también está relacionada con el rendimiento cognitivo. El ejercicio regular puede mejorar la función cerebral, incluida la toma de decisiones, la concentración y la memoria, lo que es esencial en situaciones de combate.
- **Resistencia y fatiga:** las misiones de combate pueden ser largas y extenuantes. Una preparación física adecuada mejora la resistencia y permite mantenerse en alerta y enfocados durante todo el vuelo, lo que es esencial para realizar maniobras precisas y tomar decisiones críticas.
- **Agilidad y coordinación:** son esenciales en las maniobras aéreas y en la operación de sistemas de armas avanzados. Un entrenamiento físico que incluye ejercicios de

agilidad y coordinación nos ayudará a maniobrar de manera efectiva y con precisión.

- **Resiliencia:** la preparación física también contribuye a la resiliencia física y mental. En situaciones de combate, nos podemos enfrentar a estrés y situaciones peligrosas. Una buena forma física ayuda a lidiar mejor con el estrés y a recuperarse más rápidamente después de misiones extenuantes.

### El entrenamiento aeróbico y las funciones cognitivas

Las funciones cognitivas son los procesos mentales que nos permiten recibir, procesar y elaborar la información. Es decir, permiten al sujeto tener un papel activo en los procesos de interacción, percepción y comprensión del entorno lo que le permite desenvolverse en el mundo que le rodea.

*Entre actividad física y funcionamiento cognitivo hay una serie de nexos que han quedado demostrados durante más de tres décadas de investigación que relacionan los beneficios del ejercicio físico con el funcionamiento cognitivo en diferentes niveles*

Las funciones ejecutivas se ven facilitadas por el entrenamiento aeróbico, que además influye en la capacidad que tiene el cerebro para ir adaptándose a nuevos entornos y nuevas condiciones. Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades cognitivas que incluyen la planificación, la toma de decisiones, el control de impulsos, la memoria de trabajo y la flexibilidad mental, entre otras. Estas habilidades son esenciales para la resolución de problemas y la adaptación a situaciones cambiantes. Algunas formas en las que el entrenamiento aeróbico beneficia las funciones ejecutivas y la adaptación del cerebro son:

- *Mejora de la circulación sanguínea cerebral:* el entrenamiento aeróbico aumenta el flujo sanguíneo al cerebro, lo que proporciona a las células cerebrales un mayor suministro de oxígeno y nutrientes. Esto mejora la función cognitiva en general y facilita la ejecución de tareas que requieren funciones ejecutivas.
- *Estimulación del crecimiento de nuevas neuronas:* el ejercicio aeróbico ha sido asociado con la neurogénesis, el proceso de crecimiento de nuevas neuronas en el cerebro. Esto puede ayudar a fortalecer las conexiones neuronales en áreas del cerebro relacionadas con las funciones ejecutivas.
- *Reducción del estrés y la ansiedad:* el ejercicio aeróbico libera endorfinas, que pueden reducir el estrés y la ansiedad. Esto puede ayudar a mejorar la concentración y la toma de decisiones, lo que es fundamental para la adaptación a nuevos entornos.
- *Mejora de la atención y la memoria de trabajo:* el entrenamiento aeróbico ha demostrado mejorar la atención y la memoria de trabajo, que son componentes clave de las funciones ejecutivas.
- *Mayor plasticidad cerebral:* referida a la capacidad del cerebro para adaptarse y cambiar en respuesta a nuevas experiencias. El ejercicio aeróbico puede promover la plasticidad cerebral, lo que facilita la adaptación a nuevos entornos y condiciones.
- *Mejora de la función cognitiva general:* el entrenamiento aeróbico puede mejorar la función cognitiva en general, lo que incluye

la capacidad de adaptarse a nuevos entornos y aprender nuevas habilidades.

## ¿Qué ejercicios físicos mejoran tus funciones cognitivas?

*El ejercicio aeróbico y la neuroplasticidad.* El ejercicio aeróbico sostenido, como caminar, correr, montar en bicicleta o nadar, puede aumentar los niveles de BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro), lo que promueve la neuroplasticidad. La neuroplasticidad se refiere a la capacidad del cerebro para formar nuevas conexiones neuronales, lo que a su vez mejora la capacidad de aprendizaje, concentración y memoria.

### *Dentro del ejercicio aeróbico cabe destacar la natación*

Cada vez son más las investigaciones que sugieren que la natación puede ser el mejor aliado para la salud del cerebro. Se ha demostrado que la natación regular mejora la memoria y la función cognitiva, la respuesta inmunitaria y el estado de ánimo, gracias al aumento de las endorfinas. Y no sólo eso, también puede ayudar a reparar los daños causados por el estrés y a crear nuevas conexiones neuronales en el cerebro al aumentar el tamaño del hipocampo. La natación más que otros deportes.

*Yoga y la reducción del estrés.* Otro enfoque de ejercicio que ha demostrado beneficios en la plasticidad cerebral. La práctica del yoga puede reducir los niveles de cortisol (hormona del estrés) en la sangre y aumentar los niveles de BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro).

*Bailar y la función cerebral.* Es una actividad que tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo en la función cerebral. Se ha observado que el baile influye en las redes sensorio-motoras del cerebro, lo que mejora las habilidades motoras y de imitación. Algunos estudios sugieren que el baile podría utilizarse en

rehabilitación neuropsicológica debido a sus efectos en la percepción, la memoria y las emociones.

*El entrenamiento de resistencia*, que implica el levantamiento de pesas u otros tipos de resistencia muscular, es beneficioso no solo para la fuerza física sino también para la salud cerebral, especialmente en adultos mayores. El hipocampo es una parte del cerebro importante para la memoria y el aprendizaje. El estudio publicado en la revista *NeuroImage Clinical* encontró que seis meses de entrenamiento de resistencia pueden ayudar a evitar la reducción del tamaño del hipocampo en adultos mayores. Esto es significativo porque el encogimiento del hipocampo se asocia comúnmente con el envejecimiento y se ha vinculado con la disminución de la función cognitiva. El estudio que comparó los efectos del entrenamiento de equilibrio y tonificación con el entrenamiento de resistencia en mujeres de 65 a 75 años descubrió que el entrenamiento de resistencia produjo los mejores resultados en términos de memoria y otras métricas cognitivas. Esto sugiere que el entrenamiento de resistencia no solo es beneficioso para la fuerza muscular, sino también para la función cerebral.

*El taichí* es una práctica antigua china que combina movimientos suaves y fluidos con la concentración mental. Su práctica regular mejora la capacidad para realizar tareas simultáneas. Según el estudio publicado en la revista *Frontiers in Aging Neuroscience*, los adultos mayores que practicaron taichí durante doce semanas demostraron una mayor habilidad para realizar múltiples tareas de forma simultánea en comparación con quienes no lo practicaron. Esto sugiere que la práctica del taichí puede mejorar la coordinación y la capacidad de realizar tareas cognitivas complejas. El estudio también encontró que los practicantes tenían una mayor actividad en la corteza prefrontal, una región del cerebro involucrada en el razonamiento de nivel superior. Esta mayor actividad cerebral puede estar relacionada con la mejora en la función cognitiva. Mejoras en el razonamiento, la planificación, la resolución

de problemas y la memoria. Las investigaciones patrocinadas por el *National Center for Complementary and Integrative Health* sugieren que el taichí puede mejorar el razonamiento, la planificación, la resolución de problemas y la memoria en adultos mayores sin un deterioro cognitivo importante. Incluso los adultos con deterioro cognitivo leve debido a la demencia experimentaron mejoras en la capacidad cognitiva. El taichí, al igual que otras formas de ejercicio cardiovascular, aumenta el flujo de oxígeno al cerebro, lo que es beneficioso para la función cognitiva. Además, su práctica puede ayudar a reducir el estrés, lo que a su vez puede mejorar la concentración y la cognición.

*En la actualidad se está llevando a cabo numerosos estudios y avances en la relación entre la preparación física y la toma de decisiones en pilotos de deportes de motor y aviación, como pilotos de Fórmula 1 y pilotos de exhibiciones aéreas*

Estas investigaciones son esenciales para comprender cómo la condición física y la resistencia pueden mejorar el rendimiento y la seguridad en estos deportes y profesiones de alto rendimiento.

### **Investigación: la condición física como mediador del impacto de la carga mental experimentada por pilotos de aviación**

La mejora de las capacidades de los pilotos con la práctica del deporte fue el objetivo de un estudio llevado a cabo por un grupo de profesionales de la Universidad de Granada. La investigación, titulada «La condición física como mediador del impacto de la carga mental experimentada por pilotos de aviación militares», fue liderada por David Cárdenas

Vélez, miembro del Departamento de Educación Física y Deportiva de la Facultad de Ciencias del Deporte en la Universidad de Granada. En el grupo de trabajo multidisciplinar participaron varios investigadores de la Facultad de Ciencias del Deporte, psicólogos, fisiólogos y médicos del deporte. El proyecto, aprobado por el Plan Nacional de Investigación y que contó con una subvención además del Centro Mixto UGR- Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC), se desarrolló con los pilotos de helicópteros de combate HA-28 «Tigre» de la base militar de Almagro (Ciudad Real) en 2015.

El grupo de trabajo de David Cárdenas planteó que, si el funcionamiento cognitivo mejora como consecuencia de un mejor estado físico, por qué no podría atenuar la carga mental que experimenta un piloto, ya que haría menos esfuerzos mentales para hacer frente a los requerimientos de las tareas que tiene mientras vuela.

Este estudio tuvo una doble vía. En una primera fase, llevó a cabo un estudio predictivo evaluando el nivel físico de los pilotos



Piloto HA-28 «Tigre» realizando la prueba de esfuerzo

y la carga mental que experimentan en los simuladores de vuelo, y un estudio de correlaciones estadísticas para ver, de todas las variables que pueden determinar la preparación física (composición corporal, variables metabólicas, cambios respiratorios y neuromusculares...), cuáles desde un punto de vista matemático tienen un mayor valor predictivo de experimentar menos carga mental.

Una vez terminada esta fase, llevaron a cabo una segunda etapa con la idea de «programar un tratamiento para la mejora de la condición física de los pilotos, pero ya específico para facilitar el funcionamiento cognitivo y reducir los niveles de carga mental que puedan experimentar en el vuelo, reduciendo así los niveles de riesgo de posibles accidentes, mayor agilidad en la toma de decisiones...»

Los hallazgos de este estudio son significativos por varias razones:

- *Vínculo entre el ejercicio físico y la salud cerebral:* la relación entre la condición física y la salud cerebral es fundamental. Un hipocampo saludable es esencial para la memoria y la cognición, y el ejercicio físico regular puede influir positivamente en la estructura y función del cerebro.
- *Reducción de la fatiga mental:* la fatiga mental es un problema común entre los pilotos, dada la naturaleza intensiva y altamente concentrada de su trabajo. Mantener un alto nivel de condición física puede ayudar a reducir la fatiga mental, ya que el ejercicio puede mejorar la resistencia y la capacidad para mantener la concentración durante períodos prolongados.
- *Reducción de errores en maniobras de vuelo:* la fatiga y la carga mentales pueden ser causantes de errores críticos durante las maniobras de vuelo. Al mejorar la condición física y, por lo tanto, la salud del cerebro, se puede reducir la probabilidad de cometer errores y mejorar la seguridad de las operaciones de vuelo.
- *Importancia de investigar y comprender la relación entre la salud cerebral y el ejercicio:* estos hallazgos subrayan la necesidad de investigar y comprender mejor

cómo el ejercicio físico influye en la salud cerebral y la función cognitiva, especialmente en profesiones de alto rendimiento como la aviación.

*Se resalta la importancia de mantener una condición física óptima en los pilotos de helicóptero, no solo para su rendimiento físico, sino también para su salud cerebral y la reducción de la fatiga mental, lo que puede contribuir a una operación más segura y eficiente en el ámbito de la aviación*

## La esgrima

Otro ejemplo de la relación de la preparación física con la mejora de las funciones cognitivas, es la esgrima. La competición de esgrima militar es una evidencia de la importancia que se da a la mejora de la decisión técnico-táctica y la atención en la preparación de la coordinación y la orientación espacial. Es un deporte que requiere una combinación de habilidades físicas y mentales, como la agilidad, la velocidad, la concentración y la toma de decisiones rápidas. A través de la esgrima, se pueden desarrollar y mejorar estas habilidades, que son cruciales en situaciones de combate aéreo.

*La toma de decisiones técnico-tácticas en combate aéreo implica evaluar rápidamente la situación, anticipar los movimientos del enemigo y elegir la mejor estrategia para mantenerse a salvo y lograr sus objetivos*

La esgrima, al ser un deporte de combate, practica la toma de decisiones bajo presión y la adaptación a situaciones cambiantes, habilidades que son altamente relevantes en un entorno de combate.

Además, la esgrima también mejora la atención y la concentración, ya que los participantes deben estar completamente enfocados en el combate y reaccionar de manera rápida y precisa a los movimientos del oponente. Esta habilidad es esencial para el combate, donde la atención dividida y la capacidad de mantenerse alerta son cruciales para el éxito.

Como resumen final podríamos afirmar que la preparación física es esencial para mejorar las funciones cognitivas, permitiéndonos enfrentarnos a los desafíos físicos y mentales inherentes a las misiones. Una combinación de entrenamiento cardiovascular, fortalecimiento muscular, agilidad, coordinación y preparación mental contribuye a que seamos más efectivos y capaces de tomar decisiones críticas en situaciones de alta presión. Y con ello nuestra seguridad de vuelo se verá reforzada

## Bibliografía

- Investigación «La condición física como mediador del impacto de la carga mental experimentada por pilotos de aviación militares» por David Cárdenas Vélez, 2015 Facultad de Ciencias del Deporte UGR.
- Entrenamiento para ambientes extremos 2, Catálogo General de publicaciones oficiales <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Revista *NeuroImage: Clinical* <https://www.sciencedirect.com/>
- Revista *Frontiers in Aging Neuroscience*, article *Effects of Tai Chi on working memory in older adults: evidence from combined fNIRS and ERP* 29 June 2023 Sec. Neurocognitive Aging and Behavior Volume 15 - 2023 | <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1206891>
- *National Center for Complementary and Integrative Health* <https://www.nih.gov/about-nih/what-we-do/nih-almanac/national-center-complementary-integrative-health-nccih>

## BEBIDAS ENERGÉTICAS Y SUS EFECTOS EN LAS TRIPULACIONES

**Cabo primero David Escuder Jiménez**  
Auxiliar Mecánico de helicópteros del BHELTRA V



Son de sobra conocidos los graves efectos que las drogas y sustancias estimulantes producen en la salud y cómo estas afectan a la hora de conducir, incidiendo directamente sobre los reflejos, percepción visual, estado de alerta o pericia. Sin embargo, cuando se trata de la tripulación de una aeronave, dichos efectos acentúan su peligro y las consecuencias en caso de accidente se incrementan de forma considerable.

Conocemos con mayor facilidad los efectos de las drogas más habituales, comunes o sociales, sin necesidad de cuestionar su prohibición, más aún cuando realizamos actividades que entrañan tanto riesgo como la que nos afecta. Pero, ¿qué hay de las sustancias estimulantes que no percibimos como tales y no conocemos o no somos conscientes de sus efectos?

La búsqueda de esta respuesta es motivo de estudio en distintos cursos o seminarios sobre drogodependencia. El uso cada vez más habitual y normalizado de bebidas energéticas por parte de la sociedad, incluido el personal de las Fuerzas Armadas, provoca preocupación por los posibles efectos en la salud. Esta habitualidad llega a demostrarse en aquellas personas que, incluso para desayunar se toman una bebida energética, o aquellos que tras una noche en la que no han descansado lo suficiente, como puede ser tras una guardia, hacen uso de estas bebidas para coger

su vehículo. Otras personas llegan a consumirlas en cantidades tales que suplantando a la ingesta habitual de agua.

La mayor parte de las bebidas energéticas que conocemos son bebidas carbonatadas que contienen diferentes sustancias estimulantes. Se comercializan como una forma de mejora del rendimiento físico y mental, pero su consumo puede tener efectos negativos en la salud, especialmente en la atención, los reflejos y el descanso. Entre las sustancias que incorporan se encuentran las siguientes:

- **Cafeína:** es un estimulante del sistema nervioso central que puede mejorar la atención y la concentración en el corto plazo. Sin embargo, si se consume en exceso, puede provocar la disminución de la atención y la concentración, el retraso en el tiempo de reacción, la dificultad para conciliar el sueño y la ansiedad.
- **Taurina:** es un aminoácido que se encuentra naturalmente en la carne, el pescado y la leche. Tiene propiedades antioxidantes y puede ayudar a mejorar el rendimiento físico y mental. Sin embargo, la taurina en exceso puede provocar efectos secundarios como náuseas, vómitos y diarrea.
- **Guaraná:** es una planta originaria de la Amazonía que contiene cafeína y otros estimulantes. Puede mejorar la atención y la



Distintos tipos de bebidas energéticas (Fuente: internet)

concentración, pero también puede provocar efectos secundarios como nerviosismo, ansiedad e insomnio.

- Además de todo lo anterior, las bebidas energéticas también pueden contener otros ingredientes como vitaminas, minerales, azúcar en grandes cantidades y otros aditivos.

*Si se profundiza sobre el asunto, se pueden encontrar estudios que demuestran que el consumo de bebidas energéticas puede tener efectos negativos en la salud*

Entre ellos encontramos los trabajos publicados en varios medios, como el del *Journal of the American Medical Association* en 2014, que demostraba que el consumo de bebidas energéticas puede provocar una disminución de la atención y la concentración durante al menos dos horas después de su consumo; el del *Journal of Psychopharmacology* en 2016, donde se confirmaba que el consumo de bebidas energéticas puede retrasar el tiempo de reacción; el del *Journal of Sleep* en 2015, que recogía en su tirada el efecto negativo de las bebidas energéticas para conciliar el sueño y permanecer dormido; o el del *Journal of the American Heart Association* en 2018, donde se analizaba el riesgo que dichas bebidas presentan para personas con problemas cardiovasculares.

Otros trabajos demuestran que el consumo de bebidas energéticas



Cabina de CH47-F Chinook

puede tener efectos negativos en la conducción y el pilotaje de aeronaves. Entre ellos se encuentran el publicado en el *Journal of the National Sleep Foundation* en 2015, donde se evidenció que el consumo de bebidas energéticas antes de conducir puede aumentar el riesgo de accidentes; o el estudio sobre pilotos de aeronaves del *Accident Analysis & Prevention* en 2018, en el que identificaba que los que consumían bebidas energéticas antes de volar tenían un 27% más de riesgo de cometer errores de navegación y un 32% más de riesgo de tomar decisiones equivocadas.

*La información expuesta permite extraer las siguientes conclusiones de aplicación a las tripulaciones de la Aviación del Ejército de Tierra: las bebidas energéticas pueden tener efectos negativos en la salud, especialmente en la atención, los reflejos y el descanso*

Por ello, se recomienda evitar su consumo, especialmente antes de realizar tareas que requieran atención, concentración y reflejos rápidos, como realizar los cometidos de cualquier tripulante de vuelo o conducir un vehículo. Hay que hacer hincapié y concienciar que no solo está en juego nuestra vida, sino las de las personas que trabajan o vuelan con nosotros o son responsabilidad nuestra.

A continuación, y como ejemplo de esta moda o peor aún, dependencia, se relacionan varios accidentes aeronáuticos relacionados con el consumo de bebidas energéticas:

- Caso 1. En 2015, un avión de la aerolínea comercial *American Airlines* se estrelló en un campo de golf en Florida. El piloto, de 35 años, había consumido dos latas de una



Cartel consumo responsable

conocida marca de bebida energética antes de volar. La investigación del accidente concluyó que el piloto estaba cansado y que estas bebidas habían contribuido a su fatiga.

- Caso 2. En 2016, una pequeña aeronave se estrelló en una montaña en California. El piloto, de 27 años, había consumido una lata de bebida energética antes de volar. La investigación del accidente concluyó que el piloto estaba distraído y que las bebidas energéticas habían contribuido a su falta de atención.
- Caso 3. En 2017, un helicóptero se estrelló en un río en Texas. El piloto, de 42 años, había consumido dos latas de bebida energética antes de volar. La investigación del accidente concluyó que el piloto estaba nervioso y que las bebidas energéticas habían contribuido a su ansiedad.

**E**n estos casos, el consumo de bebidas energéticas por parte de los pilotos se consideró un factor contribuyente al accidente, aunque es importante señalar que, en la mayoría de los casos, el consumo de las mismas no es el único factor que contribuye al suceso. Por ello, y en base a los estudios, casos y ejemplos mencionados, es más que recomendable que cualquier tripulante evite el consumo de estas bebidas antes del vuelo

# SEGURIDAD EN TIERRA. TRABAJOS EN ALTURA

**Teniente Beatriz Torres Sanz**  
Jefe de Control de Producción del BHELMA IV



**S**i hay un concepto clave en el mundo aeronáutico es el de la seguridad, no solo a la hora de la realización de un vuelo sino también, en el proceso de las distintas revisiones a las que nuestros helicópteros están sometidos.

La revisión de los tapones magnéticos de la caja de transmisión trasera, rellenar el aceite del muñón principal o la verificación de los tramos de la transmisión al rotor de cola tienen en común que son trabajos en altura. Este tipo de trabajos conllevan una serie de riesgos de caída tanto del personal como de herramientas, lo que implica la aplicación a estos trabajos y a los equipos utilizados de la normativa redactada para preservar la seguridad.

## Normativa

Las diferentes normativas aplicables en lo relativo a la seguridad en la realización de trabajos en altura son:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1755/2007, de 28 de diciembre, de prevención de riesgos laborales del personal militar de las Fuerzas Armadas y la organización de los Servicios de Prevención del Ministerio de Defensa.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

## Trabajos en altura

En cuanto a la definición de los trabajos en altura, esta se puede dar respecto a dos puntos de vista, uno legal y otro técnico, llegando con los dos a la misma conclusión: *la importancia de la seguridad en la realización de los distintos trabajos de mantenimiento.*

*La definición legal considera que los trabajos en altura son aquellos que se realizan a más de dos metros de altura, siendo necesario el uso de protecciones colectivas anticaídas*



Mecánico B IV realizando trabajos en altura

Por otra parte, también se define este tipo de trabajos como aquellos que se realizan por encima de un nivel de referencia, ocasionando daños al trabajador en caso de caída.

Los riesgos que conllevan este tipo de trabajos no son solo los relativos a la caída del personal, sino también de herramientas, dando lugar a daños físicos o materiales.

Según el RD 2177/2004, «si no pueden efectuarse trabajos temporales en altura de manera segura y en condiciones ergonómicas aceptables desde una superficie adecuada, se elegirán los equipos de trabajo más apropiados para garantizar y mantener unas condiciones de trabajo seguras, teniendo en cuenta, en particular, que deberá darse prioridad a las medidas de protección colectiva frente a las medidas de protección individual y que la elección no podrá subordinarse a criterios económicos». Aparte de lo mencionado relativo a la elección de estos equipos, los puntos más importantes para tener en cuenta en su adquisición son la frecuencia de circulación, la altura necesaria para la realización de los trabajos y el tiempo de utilización de dichos equipos, así como la adaptación de las dimensiones de estos a los requerimientos que presenta el tipo de trabajo realizado.

Los equipos de trabajo que requieran que los trabajadores se sitúen sobre ellos deberán de garantizar la seguridad para estos, especialmente cuando haya riesgo de caída desde una altura mayor de dos metros, siendo obligatoria la posesión por parte de estos equipos de barandillas u otro sistema que proporcione una seguridad equivalente.

## Elementos diseñados para los trabajos en altura

Los equipos utilizados para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento en altura a realizar en los distintos helicópteros que componen la Aviación del Ejército de Tierra son principalmente plataformas y escaleras.

Las plataformas se usan diariamente en las tareas que van desde el rotor de cola al principal; estas son, entre otras, la inspección de las palas, tramos, transmisiones mecánicas o las tareas de posvuelos. Por otro lado, las escaleras se usan en las ocasiones en las que por el lugar donde el helicóptero está operando es inviable el uso de las plataformas; un ejemplo de ello es el uso de estos equipos en la realización de una posvuelo de un *Cougar* en el campo de maniobras de San Gregorio.

En temas de seguridad, tal y como dispone el Real Decreto 1215/1997 y las modificaciones recogidas en el Real Decreto 2177/2004 relativas a las caídas en altura, las plataformas que impliquen un riesgo de caída de los trabajadores mayor de dos metros se tienen que proteger con barandillas resistentes con una altura mínima de 90 cm. Además, los elementos de apoyo de las plataformas tienen que estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento.

Cabe mencionar que es importante a la hora de la adquisición de un equipo y de la realización de trabajos tener en cuenta los factores atmosféricos, como es el caso del viento y la falta de estabilidad durante la utilización de escaleras de tijera.



Mecánico pasando una posvuelo

## Protección y mitigación

Para las caídas en altura se pueden distinguir principalmente dos tipos de protección; por un lado, las medidas de protección individuales (arnés anticaída, dispositivos de anclaje) cuya función es la disminución de daños y, por otro, las medidas colectivas (barandillas, líneas de vida, sistemas anticaídas) que tienen como objeto evitar los accidentes.

*Centrándose en los sistemas anticaídas, su misión es la de prevenir o detener una caída de forma segura, minimizando o evitando daños*

Según el Real Decreto 2177/2004, en el caso de que este tipo de sistemas de protección colectiva se tengan que retirar de manera temporal, se tienen que adoptar medidas que compensen la seguridad perdida por la retirada temporal de dicho sistema.

Un ejemplo de este sistema es la línea de vida cuya función principal es la de asegurar a una o a más personas durante el desempeño de su trabajo en altura; permitiendo, a su vez, libertad de movimiento en la ejecución de su tarea. Este tipo de protección puede ser vertical u horizontal, y puede ser instalada tanto de manera temporal como fija. Los elementos principales por los que están compuestas las líneas de vida son:

- Punto de anclaje en donde se sujeta el EPI (equipo de protección individual).
- Línea de anclaje rígida. Está fija a una estructura y su misión es la de permitir el libre movimiento del trabajador en su recorrido.
- Elemento disipador de la energía cinética que se genera en la caída desde una determinada altura. Este componente está

constituido por tres partes: un dispositivo (llamado carro) que se mueve con el operario a lo largo de la línea de anclaje, el cabo de anclaje que conecta el carro y el arnés de seguridad que lleva puesto el trabajador, y el anteriormente mencionado arnés anticaídas que retiene y mantiene el cuerpo de la persona en una posición correcta, durante la caída y su posterior parada.

## Conclusiones

Desde los 5,7 m de altura del *Chinook*, pasando por una distancia vertical de 4,94 m al rotor de cola del helicóptero Cougar, y la variedad de ambientes en los que puede operar la Aviación del Ejército de Tierra, hacen necesario que la ejecución de las distintas tareas de mantenimiento se lleve a cabo con seguridad. Para ello, es preciso que el empleo de los distintos equipos para trabajar en altura ofrezca la protección de seguridad necesaria, tanto individual como colectiva, allí donde la misión lo requiera.

## Bibliografía

- BOE-A-1997-17824.
- BOE-A-2004-19311.
- Llorente, C. Gonzalez, and R. L. Queda, «Manual de formación de PRL sobre trabajos en altura y trabajos verticales,» pp. 1-58.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «Trabajos en altura y trabajos a la intemperie,» Seguridad en el Trabajo, vol. 1, pp. 1–18, 2022.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «NTP 774. Sistemas anticaídas. Componentes y elementos,» pp. 1–4, 2007.

## CARGAS EXTERNAS DESDE BUQUES

**Subteniente José Manuel Martín Navarro**  
*Auxiliar de Seguridad en Tierra del BHELTRA V*



**D**e todos los escenarios posibles que se pueden presentar para la ejecución de cargas externas con una aeronave, los que aparecen cuando esta se realiza desde la cubierta de un buque incluyen elementos claramente diferenciadores del resto. Esto hace que en su preparación se deba emplear especial atención.



*Cargas externas desde el buque «Mar Caribe»*

Cuando llevamos las cargas a la plataforma de un barco, aunque en reposo se trate de una superficie horizontal y despejada de obstáculos, no debemos olvidar que dependiendo del estado del mar esta superficie tendrá un grado de inclinación cambiante a cada momento y que va a dificultar sobremanera nuestra operación. Por otro lado, la zona de extracción de las cargas estará generalmente limitada a una zona restringida en la cubierta del barco, con lo cual habrá que tratar la ejecución de la maniobra como si se realizara en un área confinada. A esto hay que añadir que para el equipo de cargas que está trabajando sobre la cubierta del barco, todo lo que hay alrededor

es agua, por lo que la vía de entrada y salida al área de enganche de la carga al helicóptero será única, y normalmente con el material a la espera obstaculizando la salida, con el peligro potencial que ello supone.

Dependiendo de las dimensiones de la zona sobre la cubierta del barco habilitada para el posicionamiento de los materiales y/o equipos a extraer, nos encontraremos con una superficie repleta de obstáculos entre los que el equipo de cargas destacado en la cubierta del barco tendrá que maniobrar y moverse durante la maniobra de enganche de la carga al helicóptero. Además de lo anterior, este



Cargas externas desde el buque «Mar Caribe»

equipo de cargas, que estará compuesto por personal cualificado de la propia unidad de helicópteros, tendrá que desempeñar sus funciones en la preparación de las cargas y su posicionamiento para facilitar la extracción por parte del helicóptero. Si la cubierta del barco es amplia y los obstáculos verticales que pueda presentar el barco (puente de mando, antenas, radares, etcétera) lo permiten, se podrá incrementar y disponer el número de cargas ya preparadas con antelación para su extracción por el helicóptero; pero este escenario ideal no siempre es el encontrado.

*La ejecución de las cargas requiere un planeamiento metódico*

Se ha de tratar de que las cargas pesen aproximadamente lo mismo, preparándolas de tal manera que la aeronave cuente siempre con suficiente potencia para su extracción con seguridad en caso de que algún imprevisto o fallo mecánico afecte a la aeronave. Es decir, aunque el helicóptero disponga de potencia suficiente para izar cargas de mayor peso, no se debe llegar al límite de prestaciones para así asegurar maniobrabilidad y capacidad de resolución ante cualquier emergencia. Si no puede ser así, las



Cargas preparadas en el Buque Pizarro (Hemeroteca del BHELTRA V)

que más pesan se dejarán para el final, de forma que el combustible consumido nos permita aumentar prestaciones de la aeronave y aumentar así su capacidad de levantar más peso.

En la mayoría de las ocasiones no todas las cargas a extraer presentan la misma tipología. Las que no pesan mucho, pero son voluminosas y pueden presentar complicaciones para su preparación sobre la cubierta del barco durante la operación, deben priorizarse y dejarlas ya posicionadas en el barco para ser las primeras en salir.

Los elementos que puedan ser cargados en redes, no suelen presentar mucha complejidad en su preparación. No obstante, es habitual encontrar elementos que requieren un estudio previo detallado para su izado. Lo ideal sería que este material viniese certificado



Cargas preparadas sobre el buque

por el fabricante para su helitransporte, pero no siempre es así y estamos obligados a no obviar el proceso de validación de la ficha de carga, de acuerdo a la norma en vigor, que nos asegure la posibilidad de llevarla a cabo con seguridad.

Cuando se trata de una carga especial, debido a la poca frecuencia con la que se vienen realizando, el estudio y preparación ha de ser aún más minucioso. En la mayoría de los casos no se podrá levantar la carga con una grúa «en seco» y habrá que aprovechar la misma maniobra de carga en el barco, con este en el puerto, para efectuar el estudio de la misma.

Continuando con la operación, la aproximación del helicóptero al barco presenta ciertas peculiaridades. De manera general, el barco estará fondeado, manteniendo con sus sistemas de propulsión y posicionamiento su orientación; si es posible, con tierra cerca para estar amarrado con estachas (cabos o maromas gruesas) a noráis (bolardo para amarrar buques). De no ser posible por distancia, estará anclado y manteniendo posición con medios propios.

*En cualquier caso, la aeronave muchas veces será capaz de mover ligeramente el barco con el rebufo que originan los rotores de la misma, desplazándolo lentamente sobre la lámina de agua*

Dependiendo de la distancia entre la cubierta y la superficie del agua (francobordo), y la



Colocación de cargas con el buque en puerto

altura de aproximación de la aeronave se aproxima, el rebufo de los rotores genera una cortina de agua que empapa la cubierta del barco, y por tanto al personal que sobre ella se encuentra. Aunque la cubierta está preparada para trabajar en condiciones adversas (piso rugoso y antideslizante), este será un factor más a considerar.

Otro de los puntos a tener en cuenta en el planeamiento es el centro de gravedad de la aeronave durante toda la operación. Normalmente la duración de la operación excederá de la autonomía del helicóptero y por ello será necesario repostar entre cargas o aumentar esta con una célula interna de combustible; con lo que ello implica por la variación del centro de gravedad de la aeronave. Además, y para mayor complejidad, la colocación de depósitos de combustible extra en el interior de la aeronave debe permitir a los operadores de a bordo, que dirigen a los pilotos para realizar las



Equipo de cargas realizando indicaciones al helicóptero en el Buque «Mar Caribe»  
(Hemeroteca del BHELTRA V)

cargas, tener el mayor campo de visión posible de lo que sucede en la cubierta del barco.

Tampoco debemos la posibilidad de que el sistema de ganchos de la aeronave pudiese fallar y requiriese la sustitución de algún



Equipo preparando las cargas externas



*CH-47 izando una carga externa desde el buque*

componente o, llegado el caso, tener que acometer las cargas con un gancho situado en otra estación de la estructura de la aeronave, lo que implicaría recalcular el centro de gravedad, las prestaciones de la aeronave y el peso máximo a extraer.

Normalmente la dotación de material requiere vernos en la necesidad de reutilizar equipos de cargas empleados en la extracción y tener que volver a llevarlos al barco para seguir teniendo disponibilidad de material con el que preparar más cargas en la cubierta; por lo que será necesario tenerlo previsto con antelación.

**P**ara finalizar, y una vez tratada el planeamiento y la preparación de las cargas, la ejecución de la maniobra y detalles sobre la aeronave, no debemos dejar a un lado el equipo humano que realiza esta operación, que sin duda será la clave del éxito. Sin su preparación, entrenamiento y dedicación esto no sería posible. En especial hay que destacar la labor del personal de cargas con su jefe de equipo a la cabeza, que al igual que los operadores de a bordo, serán los ojos de los pilotos sobre la carga.

# DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PORTÁTILES A BORDO

**Teniente María del Pilar Arroyo Córdoba**  
Oficial de Seguridad de Vuelo del PCMHEL



## Introducción

Los denominados PED (*Portable Electronic Devices*) son dispositivos electrónicos de consumo que los miembros de la tripulación, los pasajeros o como parte de la carga se llevan a bordo, y no están incluidos en la configuración aprobada de la aeronave. Comprenden también esta definición los equipos que pueden consumir energía eléctrica, proporcionada a partir de fuentes internas, como baterías (recargables o no recargables), o mediante la conexión a fuentes específicas de la aeronave. Entre ellos se encuentran las siguientes dos categorías:

- Transmisores no intencionales que pueden irradiar transmisiones de RF (Radio Frecuencia) de manera no deliberada -emisiones espurias- tales como: calculadoras, cámaras, receptores de radio, reproductores de audio y video.
- Transmisores intencionales que irradian transmisiones de RF en frecuencias específicas como parte de su función prevista. Estos son: equipos de control remoto basados en RF, radios de dos vías, teléfonos móviles, teléfonos satelitales u ordenadores con conexión de datos de telefonía móvil, red de área local inalámbrica o Bluetooth. Al desactivar la capacidad de transmisión, activando por ejemplo el llamado «modo avión», el T-PED (término empleado para identificar la capacidad de transmisión del PED) sigue siendo un dispositivo con emisiones no intencionales<sup>1</sup>.

A este respecto, debe señalarse que dichos elementos no pueden reemplazar ningún sistema requerido por la certificación de tipo de la aeronave o por las reglas de operación y no cumplen por tanto con la regulación para usarlos como tal; esto es, se encuentran fuera del proceso de aprobación de aeronavegabilidad bajo los requisitos de la norma aplicable Parte 21 Subparte K.

## La era de los dispositivos y formas de consumo a bordo

El aumento exponencial que en los últimos años se ha experimentado en el empleo y la gama de PED ha llevado incluso a las autoridades reguladoras civiles a reevaluar la política sobre su embarque y uso en las aeronaves. En nuestro ámbito, es ya más que usual contar con este tipo de dispositivos como medios de apoyo para la preparación de la misión, apoyo a la navegación, apoyo a la ejecución del vuelo, gestión de la documentación –tabletas, GPS (*Global Positioning System*)– o simplemente como elementos particulares –ordenadores portátiles, PDA (*Personal Digital Assistant*), lectores electrónicos, teléfonos inteligentes o drones–.

Esta evolución tecnológica se ha traducido en una mayor eficiencia en muchas de las tareas relacionadas con las distintas fases del vuelo y, en ocasiones, por tanto, redundando en la seguridad; pero ello implica también llevar a cabo un ejercicio de evaluación para

<sup>1</sup> Algunos PED no están completamente desconectados de la fuente de alimentación interna cuando están apagados. La función de conmutación puede dejar alguna funcionalidad restante como almacenamiento de datos, temporizador, reloj, etc.



Representación de la disposición del GPS Garmin Aera 795 en cabina de HU21

garantizar que los nuevos peligros surgidos son identificados y gestionados adecuadamente los riesgos.

## Conciencia situacional

Los dispositivos electrónicos tienen el espíritu de servir. Sin embargo, su uso también puede resultar una (grave) distracción que dentro de sus consecuencias puede hacer incurrir en la temida pérdida de conciencia situacional. Problemas para desplazarse por la pantalla, hacer zoom o la inducción de errores por la representación de parámetros (ya sea por su inexactitud o por una mala interpretación ante su presentación) son muestras de ello.

Dichos acontecimientos pueden ilustrarse con algunos ejemplos de incidentes y accidentes en aviación que subrayan la importancia de evitar trasladar estas situaciones en las misiones diarias:

- Los registros de teléfonos móviles fueron cruciales para determinar la causa del accidente mortal de un helicóptero *Bell 206L-3* en Nuevo México, en septiembre de 2017.

Según la NTSB (*National Transportation Safety Board*), se comprobó que el piloto había llamado a una agencia de alquiler de coches durante el vuelo a baja altitud y que probablemente se distrajo, lo que resultó en un impacto contra el terreno.

- La causa probable del accidente fatal de un avión *Cessna* monomotor en Colorado, en mayo de 2014, fue revelada por una cámara *GoPro* recuperada de los restos. Si bien el accidente en sí no fue capturado, el video reveló que el piloto y varios pasajeros se habían estado tomando selfis con sus teléfonos durante un vuelo nocturno. La NTSB concluyó que el uso del teléfono probablemente distrajera al piloto y contribuyera al desarrollo de la desorientación espacial y posterior falta de control.
- En octubre de 2010, dos pilotos de *Airbus A320* quedaron tan absortos buscando en sus ordenadores portátiles información sobre problemas de programación de la tripulación asociados con la fusión de *Northwest* con *Delta Air Lines* que, durante más de una hora, no respondieron a repetidas llamadas de radio del control de tráfico aéreo. Como resultado sobrepasaron 100 millas el destino previsto. Nadie resultó herido ni la aeronave sufrió daños, pero la NTSB en su investigación citó como causa probable el fallo de la tripulación en monitorear la radio, los instrumentos y el progreso del vuelo después de distraerse con conversaciones y actividades no relacionadas con la operación.

Pero todo comienza en tierra: los mensajes de texto de un piloto fueron un factor en el mortal accidente de un helicóptero médico *AS350 B2* que se quedó sin combustible y se estrelló en agosto de 2011 en *Missouri*, a poco más de una milla de distancia de un aeropuerto. El piloto envió varios mensajes de texto mientras volaba, pero esos mensajes en el aire resultaron tener incluso menos consecuencias que los que envió y recibió mientras estaba en tierra: una extensa conversación de texto con un compañero sobre los planes para la cena mientras realizaba las revisiones obligatorias previas al vuelo de su helicóptero.



Representación de distracción al volante (Revista DGT 2019)

*Debido a esas distracciones, según los investigadores, perdió dos oportunidades de detectar que el helicóptero no tenía suficiente combustible para la misión (su parada intermedia para recoger al paciente también se vio nuevamente interrumpida por una conversación de texto privada)*

El informe final de la investigación caracterizó los mensajes de texto como una distracción autoinducida que desvió la atención del piloto de su responsabilidad principal de garantizar la operación segura del helicóptero. Este fue el primer accidente fatal investigado por la NTSB en el que los mensajes de texto estaban implicados y dio lugar a una alerta de seguridad, subrayando la preocupación de las distracciones debidas a los dispositivos electrónicos como un factor creciente en los incidentes. Este hecho pasó a denominarse en aviación «el giro del siglo XXI: distracciones por dispositivos electrónicos portátiles» y provocó que la normativa ampliase significativamente la llamada «regla de cabina estéril» limitando también el uso de PED no relacionados con el vuelo durante las operaciones de planificación críticas para la seguridad.

Estas líneas hacen recordar la importancia (algo extrapolable no sólo al vuelo, sino también a los trabajos de mantenimiento en el hangar, cometidos en pista o en la torre de control) de mantener la atención de manera rigurosa en los cometidos que en cada momento se desempeñan. El devenir de los acontecimientos, los frenéticos intercambios de información o la necesidad de atender varias cuestiones a la vez no deberían impedir escudriñar cada acción bajo el raciocinio de la seguridad de vuelo. Percibir lo realmente importante que se tiene entre manos cada segundo y cómo todo puede cambiar en el siguiente si al final confluyen una serie concreta de factores latentes, como sucede en todo incidente o accidente.

En relación con ello, David Strayer, profesor de ciencias cognitivas y neuronales de la Universidad de Utah, expresó: «las personas, simplemente tienen una capacidad limitada para prestar atención. Es una característica de nuestras conexiones. Si tenemos dos cosas que exigen atención, una se la quitará a la otra. Si sucede mientras estás sentado detrás de un escritorio, no es un gran problema. Si estás sentado detrás del volante de un automóvil o en la cabina de una aeronave, se comienza a comprometer seriamente la seguridad».

«Un mensaje de texto, especialmente uno acompañado de una alerta audible como un zumbido o una campana, interrumpe los pensamientos de una persona y puede

ser difícil de ignorar», dijo Christopher Wickens, profesor emérito de ingeniería y psicología de la aviación de la Universidad de Illinois. «Si el asunto del correo electrónico o mensaje es especialmente atractivo o emotivo, eso también hace que sea difícil de ignorar».

Por todo lo expuesto, se concluye que la distracción debe gestionarse para su reducción, incluso eliminarse siempre que sea posible, y potenciar una tendencia donde todo el personal sea consciente de que su seguridad y la de los demás depende en ocasiones de desconectar.



Reproducción NTSB accidente del CH47D julio 2022 en Idaho  
(Exemplar helicopter and iPad summary CEN22FA331)

## Interferencias físicas. El peligro de convertirse en FOD...

No puede ser obviada tampoco, hablando sobre estos dispositivos, la pauta básica relativa al correcto control y estibado de cualquier elemento que sea introducido en la aeronave. Todo el material a bordo debe disponerse adecuadamente evitando

interferencias mecánicas con los equipos, sistemas, accionamientos de la aeronave y/o restricciones de la tripulación. El movimiento inadvertido de un PED en cabina puede conllevar la más grave de las consecuencias, tal y como ocurrió en julio de 2022 en Idaho cuando un CH-47D se estrelló en el río donde se disponía a llenar el helibalde durante la lucha contra un incendio.



CH47D en el río Salmón tras accidente en julio 2022 en Idaho (NTSB Accident report CEN22FA331)

*Según el informe de la NTSB, muy probablemente el iPad usado por la tripulación cayó y pudo haberse atascado debajo del pedal del piloto*

Debido al gran número de dispositivos que en ocasiones son portados, una buena (y sencilla) práctica será contar con listas de control de material donde referenciar los elementos, ubicación y cantidades con los que se entra en la aeronave para comprobar al bajar que todo vuelve a su sitio en tierra. Adicionalmente, contar con los sistemas de fijación física apropiados será la garantía para reducir los imprevistos movimientos del material. Para ello, una de las herramientas más potentes es disponer, siempre que sea posible, de un soporte certificado (por medio de la aprobación de una modificación al diseño) que pase a formar parte de la configuración de la aeronave y que por ende cumpla con las garantías en cuanto a aeronavegabilidad se refiere (por ejemplo: no obstaculización de visión en cabina, adecuada ergonomía para la segura operación o resistencia mecánica).

## Baterías de litio<sup>2</sup>

El teléfono *Samsung Galaxy Note 7*, dispositivo prohibido en vuelo por la FAA (*Federal Aviation Administration*) en 2016 y por el que ese mismo año la EASA (*European Union Aviation Safety Agency*) emitió la



Imagen teléfono Samsung Galaxy Note 7 tras fuga térmica (Fuentes abiertas)

recomendación de apagarlos a bordo y no facturarlos en el equipaje, es sólo uno de los signos de los problemas con las baterías de litio en aviación.

*No hay forma de predecir cuándo se producirá una fuga térmica que provocará un incendio en una batería de este tipo (se origina a partir de un cortocircuito interno que puede ser causado por un defecto de fabricación, daño físico o altas temperaturas)*

Estas baterías, que contienen un gel de iones de litio, se encuentran generalmente en ordenadores portátiles, tabletas y en la mayoría de los dispositivos recargables (los cigarrillos electrónicos se han identificado como un riesgo de especial relevancia, así como los cargadores portátiles y las baterías de repuesto). Este gel es pegajoso y se calienta a más de 500 °C en una fuga térmica provocando quemaduras de segundo grado, sobrepresión, derrames corrosivos, vapores tóxicos e inflamables, humo, sobrecalentamiento y, en los casos más graves, un incendio; aspectos que aumentarán la carga de trabajo con la demanda extraordinaria que requiere el control de la emergencia.

*EASA Together4Safety* y *Airbus Helicopters* desarrollaron una guía para ayudar a reducir el riesgo de estos incendios con seis sencillas nociones:

1. Portar baterías de litio en cabina únicamente donde el personal pueda acceder a los dispositivos.
2. Evitar aplastar (mediante caída, compresión, golpe, etc) estos elementos. Prestar especial atención al mover asientos y otros equipos que puedan atrapar o dañar dispositivos.
3. Minimizar la exposición a luz solar y altas temperaturas durante periodos prolongados

<sup>2</sup> Entre enero de 2006 y abril de 2022 fueron registrados por la FAA hasta 357 incidentes en aviación relacionados con eventos con humo, fuego, calor extremo o explosión de baterías de litio transportadas como carga o equipaje personal.

para evitar el sobrecalentamiento de PED u otros dispositivos con baterías de litio.

4. No cargar cigarrillos electrónicos con cargadores portátiles en ningún momento durante el vuelo.
5. Prestar especial atención al uso de PED que hayan sido dañados (sobrecalentados, golpeados, rotos, agrietados...); evitar recargar dichos artículos durante el vuelo.
6. Cuando sea posible, utilizar dispositivos con marcado CE (*Conformité Européenne*) o aprobaciones equivalentes (esto incluye el uso de cables y cargadores de marcas originales).

Sin embargo, si el fuego o el humo acaban finalmente originándose la opción para detener esta reacción química es enfriarla o contenerla, de lo contrario, continuará hasta que cada celda del dispositivo se haya consumido. En este sentido, la FAA recomienda enfriar el dispositivo con agua.

## Interferencias y compatibilidad electromagnéticas

La EMI (*Electromagnetic Interference*) es la interferencia causada por una perturbación electromagnética que afecta al rendimiento de un dispositivo. La EMC (*Electromagnetic Compatibility*) es una medida de la capacidad de un dispositivo para funcionar según lo previsto en su entorno operativo compartido y que, al mismo tiempo, no afecta a la capacidad de los otros equipos dentro del mismo escenario.

Las aeronaves en AVIET (Aviación del Ejército de Tierra) -y en el resto del mundo- no están diseñadas ni certificadas como tolerantes a todos y cada uno de los tipos de T-PED existentes. El empleo a bordo de estos dispositivos puede llegar a ocasionar interferencias electromagnéticas con los equipos y sistemas de la propia aeronave. Tratar este asunto requiere realizar un análisis de la configuración de la aviónica de la flota en cuestión que permita mediante pruebas y ensayos evaluar los modos de fallo en comunicaciones, navegación, vigilancia u otros medios electrónicos con respecto a la interferencia electromagnética de cada T-PED.

*Lo recomendable, por consiguiente, sería que cada dispositivo previsto a volar contase con su pertinente evaluación de compatibilidad con la aeronave, requiriéndose para ello la obtención de los datos de diseño del fabricante de la aeronave, HIRF (High Intensity Radiated Fields) de la misma y las especificaciones técnicas de los T-PED a comprobar*

Se obtendrá entonces como resultado la descripción de las mitigaciones y controles que el operador debe adoptar para expandir el uso de dispositivos a bordo. Además, resulta de una gran conveniencia confeccionar procedimientos en este campo que incluyan instrucciones sobre cómo reconocer, responder y notificar eventos de interferencia de PED sospechados en aras de investigarlos y en pro de la seguridad de vuelo.

T-PED comunes y potencia de RF asociada	
Teléfono móvil	500 mW a 2W
Transceptor de red RF inalámbrico	10 mW a 1W
Walkie-talkie	500 mW a 5W
PDA inalámbrica	500 mW a 2W
Transmisor de radioaficionado portátil	500 mW a 7W
Controlador de entrada sin llave para automóviles	50 mW o menos
Radio portátil para operaciones aéreas	1W a 6W

## Pasajeros y carga

Las líneas precedentes de este artículo tenían como objeto presentar y desarrollar la importancia de un oportuno tratamiento de los distintos riesgos asociados al uso de PED a bordo. Pero no puede olvidarse que estos aspectos deben ser igualmente aplicados al resto de personal que en ocasiones está implicado o presente en un vuelo, así como a las cargas o equipajes transportados.



En ciertos momentos, el personal embarcado cuenta con una menor familiarización con la aeronave y procedimientos en lo que respecta a la seguridad de vuelo. Por tanto, sería entonces necesario reforzar la información y formación en este ámbito como medida de mitigación. Transmitir la importancia de mantener una suerte de cabina estéril en las fases del vuelo y/o planeamiento que lo precisen, comunicar el requerimiento de listar los dispositivos que llevan consigo así como sus principales características y especificaciones, no permitir que ninguna persona utilice un dispositivo electrónico portátil a bordo que pueda afectar negativamente al rendimiento de los sistemas y equipos de la aeronave o a la capacidad de un miembro de la tripulación o verificar que el estado de dichos dispositivos no compromete la seguridad (especialmente ante la generación de una fuga térmica) son buenos hitos que marcar para afrontar de manera satisfactoria este tipo de situaciones.

Para los casos de transportes que involucren mercancías peligrosas, regirán los procedimientos establecidos para ello siendo aconsejable establecer protocolos integrales, adaptados al tipo de operación, para amortiguar los riesgos asociados con incendios de baterías contenidas en los PED.

## Conclusiones

La presencia en cabina de dispositivos electrónicos personales ha introducido en aviación importantes desafíos al concepto de «ver y evitar». Estos dispositivos pueden ser de gran utilidad para las tareas previas e incluso durante el propio vuelo, pero se debe tomar conciencia de las distracciones físicas y psicológicas que su empleo puede conllevar para conseguir así minimizarlas.

Además, no debe olvidarse que los PED son elementos no incluidos en la certificación de tipo de la aeronave y antes de permitir un uso más amplio de ellos a bordo es conveniente llevar a cabo una evaluación de riesgos para garantizar que cualquier peligro identificado relativo a ellos se gestione adecuadamente.

## Bibliografía

- *National Transportation Safety Board. Accident report no. CEN17FA355.*
- *National Transportation Safety Board. Accident report no. CEN22FA331.*
- *National Transportation Safety Board. Accident report no. AAR-13-02. PB2013-104866. Notation 8479.*
- *Cable News Network. Pilot texting a factor in deadly copter crash. (Mike M. Ahlers; April 10, 2013).*
- *European Union Aviation Safety Agency. Safety Information Bulletin 2017-04R1: Safety Precautions Regarding the Transport by Air of Portable Electronic Devices containing Lithium Batteries carried by Passengers.*
- *National Transportation Safety Board. Most Wanted List of Transportation Safety Improvements, 2019–2020.*
- *European Aviation Safety Agency. Easy Access Rules for Air Operations; Revision 21, September 2023.*
- *Airbus Helicopters. Safety Promotion Note No. 3433-P-24. Lithium Battery Safety in Personal Electronic Devices (PED).*
- *Federal Aviation Administration. Supplement to Information for Operators: InFO-13010SUP. FAA Aid to Operators for the Expanded Use of Passenger PEDS.*
- *Federal Aviation Administration. Advisory Circular 91.21-1D. Use of Portable Electronic Devices Aboard Aircraft.*

# BALIZAJE Y SEÑALIZACIÓN DE HELISUPERFICIES

**Comandante Daniel García Izquierdo**  
Oficial de Seguridad de Vuelo del BCG FAMET



## Introducción

**E**n territorio nacional, la Aviación del Ejército de Tierra opera no sólo en la península, sino también en las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, y en islas y archipiélagos de la geografía española.

Dentro de estas últimas, se encuentran las islas y peñones de soberanía situadas en el norte de África. Para facilitar la operación en ellas se cuenta con helisuperficies cuyo mantenimiento y reparación se realiza desde el Batallón del Cuartel General de las FAMET (BCG FAMET) como órgano de alta especialización (OAE), en todo lo relativo a balizamiento, ayudas visuales y señalización de superficies aeronáuticas.

Estas infraestructuras se encuentran ubicadas en un entorno donde reinan unas condiciones meteorológicas de lo más adversas, añadiendo con ello mayor dificultad para su mantenimiento. Para que su impacto en las operaciones sea el mínimo posible y no supongan un riesgo para las tripulaciones, es necesario que dispongan de la más avanzada

tecnología con la menor carga logística posible.

Dentro de los programas de inspección técnica se verifica sobre el terreno la situación del material específico que mantiene el OAE, y el estado en el que se encuentran las infraestructuras aeronáuticas de las helisuperficies incluidas en su entorno de actuación (ENAC) y la necesidad de realizar ciertas mejoras.

Durante estos trabajos se ha podido comprobar el impacto que el ambiente marítimo y las condiciones medioambientales desfavorables tienen en estos emplazamientos, generando riesgos cuando no se logra mantener el estado de conservación óptimo de estos equipos. Por esta razón, surge la necesidad de acometer un proyecto de instalación de nuevos balizajes,



Destacamento FAMET en Melilla



Helisuperficie Peñón de Vélez de la Gomera

con la última tecnología, que facilite el mantenimiento, que sea lo más autónomo posible en cuanto a su operación y que asegure las más altas cotas de seguridad de vuelo en las condiciones descritas.

## Marco de referencia

La normativa en la que debemos basarnos para aportar una solución a la necesidad, es la siguiente:

- En primer lugar, tomaremos como referencia el Anexo 14 al «Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Volumen II. Helipuertos», que detalla las normas y métodos recomendados (especificaciones)

que describen las características físicas y las superficies limitadoras de obstáculos con que deben contar los helipuertos, así como ciertas instalaciones y servicios técnicos que normalmente se suministran en un helipuerto. Este volumen, incluye todas las disposiciones relativas a helipuertos, así como propuestas asociadas a normas y métodos recomendados completos que cubran todos los aspectos de la planificación, diseño y operaciones de helipuertos.

- El segundo documento, no menos importante, es el STANAG 3619 «marcas de helipuertos», ratificado por España en el año 2006. El objetivo de este STANAG, es normalizar las marcas y luces de las helisuperficies para condiciones meteorológicas visuales (VMC).



Helisuperficie Peñón de Alhucemas

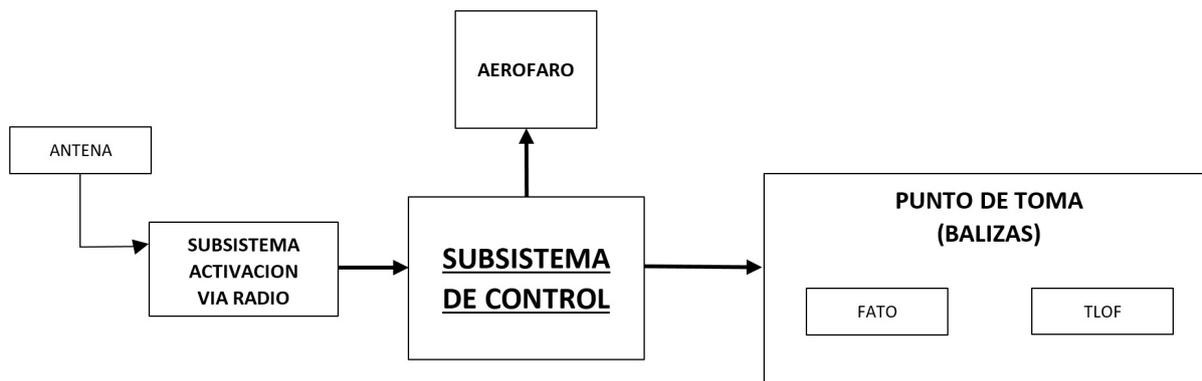


Diagrama de bloques equipamiento helisuperficies

## Solución adoptada

Para la mejora de estas instalaciones, el OAE del BCG FAMET junto con la industria especializada en el sector de balizamiento aeronáutico, tiene previsto realizar la renovación, actualización y saneamiento de todos los sistemas de balizamiento, homogeneizando el tipo, número y la tecnología de las balizas.

El nuevo equipamiento seguirá un diagrama de bloques como el que se muestra en la imagen:

Se ha perseguido simplificar el funcionamiento al máximo, de manera que estando el helicóptero cerca de una de las helisuperficies, no será necesario que ninguna persona active o desactive manualmente el circuito; será la propia tripulación quien lo haga en vuelo.

*El piloto, según las necesidades, podrá ejecutar una secuencia de activación en modo diurna con varios niveles de encendido o una secuencia de iluminación en modo nocturno (IR) compatible con las gafas de visión nocturna (GVN)*

**Canalización:** la experiencia y las lecciones aprendidas en este tipo de instalaciones, nos hacen tomar una decisión para combinar dos tipologías de instalación distintas. Por un lado, se ejecutará una canalización superficial para el área de aproximación final y de despegue (FATO), que conforma un perímetro con el suficiente diámetro para evitar

cualquier tipo de incidencia en el helicóptero, y por otro lado, se ejecutará una canalización tipo roza con cobertura de resina removible para proteger el cable de alimentación en la zona de toma de contacto, que aunque desde el punto de vista de mantenimiento no es el mejor método de resolución de incidencias, es el mejor desde el punto de vista operativo y de seguridad.

**Balizas superficiales para la FATO:** gracias a los recientes avances tecnológicos y el desarrollo de la ingeniería para obtener mejores materiales con nuevos métodos que sirvan para resolver varios problemas de una manera sencilla, se ha desarrollado un tipo de baliza con canalización superficial que permite un montaje multipropósito en ángulo recto, 45° o 90° según la forma geométrica que deba tomar para adaptarse al punto de la instalación. De este modo, un único elemento es lo suficientemente versátil como para superar con éxito todas las situaciones a las que el OAE se enfrentó en el momento de tomar una decisión integral en cuanto a los materiales a emplear. A este modelo de baliza, se le une una excelente eficiencia de las luminarias debido a que internamente se han dispuesto diodos de iluminación LED que permiten su uso tanto en modo diurno como en modo nocturno. A todo ello, se suma el tipo de metal elegido para su fabricación, siendo éste el aluminio, que las hace ligeras para su almacenamiento, transporte y posterior reciclaje.

**Faro de helipuerto:** no menos importante es este sistema, que por sorprendente que



Baliza superficial FATO

parezca y al igual que sus hermanas pequeñas las balizas, conseguirá operar tanto en modo diurno como en modo nocturno (IR). Este medio, resulta vital en condiciones de baja visibilidad para poder detectar el punto al que el vuelo ha de dirigirse. Con la potente luz interna de tipo omnidireccional el aerofaro será un gran aliado del vuelo para detectar la presencia del helipuerto de destino. Este aerofaro realizará una secuencia de parpadeo en código Morse, en el que la letra H se verá representada.

*Sistema de control:* todo buen sistema requiere de un buen control. En este caso, la caja de control destinada a albergar los distintos circuitos eléctricos, será la encargada del buen gobierno del mismo. Esta caja dispondrá de una pantalla con los datos más relevantes del funcionamiento del sistema y que permitirá trasladar las incidencias al personal técnico para evidenciar qué circuito puede ser el culpable de una avería.

*Sistema de activación remota:* por último, el sistema dispondrá de un subsistema de activación vía radio que será el encargado de recibir la secuencia de activación elegida por el piloto para gobernar el encendido según éste último determine. Este sencillo, al igual que importante circuito, dará la orden al subsistema de control para que todo funcione con normalidad. Este tipo de subsistema es usado de manera habitual en helipuertos desatendidos donde el propio piloto se encarga de la función de encendido para toma o despegue. Equipos médicos que deben atender una urgencia en helicóptero en horas fuera de trabajo, son un claro ejemplo de ello. Este subsistema también recibe el acrónimo PAL (*Pilot activated lighting*), ARCAL (*Aircraft radio control of aerodrome lighting*) o PCL (*Pilot-controlled lighting*).



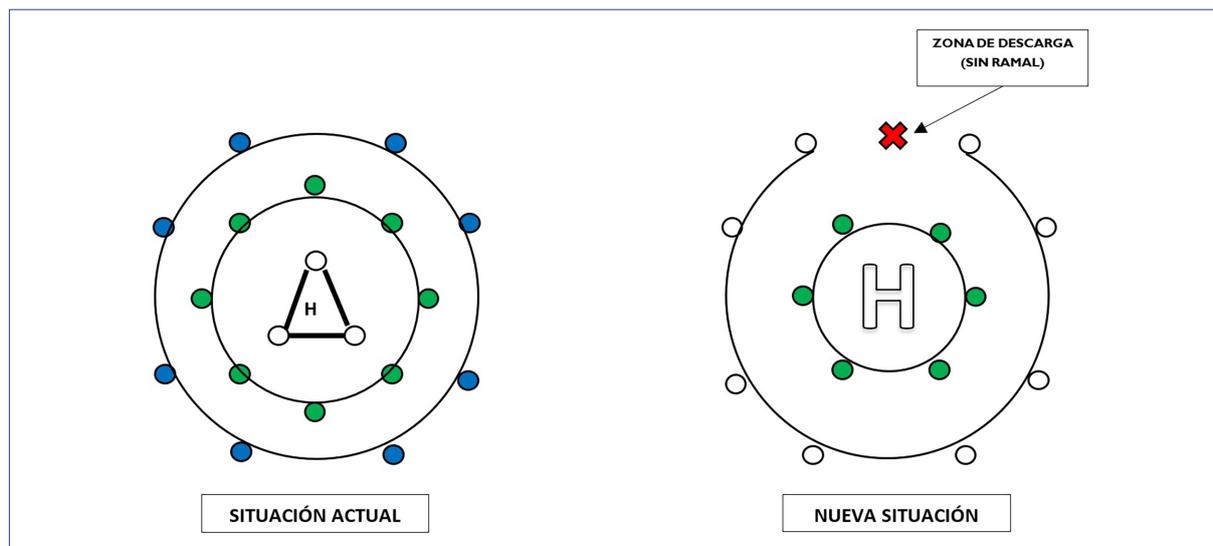
Faro de helipuerto

*Los diferentes tipos de activación pueden ser configurados para alcanzar el objetivo deseado*

A modo de ejemplo, se podría programar una secuencia de pulsaciones de PTT (*Push to Talk*) en un intervalo para provocar un encendido en modo nocturno, otra para el modo diurno con un nivel bajo de brillo, otra



Sistema de activación remota VHF L-854



Helisuperficie genérica tras el replanteo

para el modo diurno con un nivel alto de brillo, y una última pulsación especial que permitiría la activación de otro tipo de circuitos no relacionados directamente con la iluminación del balizaje.

En el siguiente apartado, se muestran las adaptaciones que se pretenden ejecutar para conseguir un resultado homogéneo en cada helipuerto.

## Beneficios para la seguridad de vuelo

La nueva instalación permitirá la posibilidad de la activación remota mediante una combinación de PTT que el piloto maneja durante el vuelo, así como una iluminación del punto de toma al completo, incluyendo el aerofaro. Esta combinación de PTT, posibilita el control de los niveles de intensidad en la iluminación del balizaje durante la fase de aproximación final, así como la compatibilidad entre el vuelo nocturno convencional y el vuelo GVN. Además, el tipo de equipos a instalar, contará con unas características de resistencia a la intemperie más adecuadas que las actualmente instaladas y una mayor seguridad del personal técnico a la hora de mantener el sistema, ya que el voltaje de funcionamiento se verá notablemente reducido, y de este modo, se conseguirá reducir el tiempo dedicado al mantenimiento y dotar a

las nuevas helisuperficies de un eficiente sistema de diagnóstico de averías.

*Con esto se espera que la operación de nuestras tripulaciones en las exigentes misiones que se llevan a cabo desde estas helisuperficies se realicen en las mejores condiciones operativas y de seguridad*

En un entorno complicado en el que las condiciones ambientales son muy cambiantes, estos sistemas permitirán introducir mejoras significativas en materia de seguridad de vuelo.

Este ambicioso proyecto pretende ser pionero para el estudio del comportamiento de los materiales, y si es viable, para que también puedan ser instalados o proyectados en otros puntos en función de las nuevas necesidades que puedan surgir.

## Bibliografía

- Anexo 14 al «Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Volumen II Helipuertos».
- STANAG 3619. «Marcas de helipuertos».

# VESTUARIO ESPECÍFICO PARA EL VUELO: OPERADORES DE A BORDO

**Teniente Javier Lestau Núñez**  
Oficial de Seguridad de Vuelo de ISPUHEL XIX



**E**l frío está definido como la sensación térmica percibida cuando la temperatura del entorno es significativamente más baja que la temperatura corporal. Esta diferencia de temperatura tiene una serie de consecuencias en el organismo, afectando negativamente a la salud de la persona que lo sufre.

Dentro del ámbito militar, el frío extremo suele asociarse a las unidades de montaña y a su operación. Sin embargo, el efecto *Wind-chill* hace que los operadores de a bordo de las unidades de helicópteros lleguen a sufrir temperaturas extremas durante la realización de sus cometidos dentro de la aeronave.

## La sensación térmica y el efecto *Wind-chill*

El concepto de sensación térmica se creó para dar una referencia aproximada de cuánto afecta el viento a nuestra percepción de la temperatura. Existen dos factores que aceleran la pérdida de temperatura del cuerpo humano, condicionando la sensación de frío que se sufre: la diferencia de temperatura entre la piel y el aire; y por otro lado la velocidad del viento.

*En primer lugar, es necesario destacar que la «sensación térmica» no es sólo una sensación, sino que conlleva los efectos físicos asociados a la temperatura equivalente*

La pérdida continua de calor del organismo va aumentando conforme mayor es la diferencia entre la temperatura central del organismo (que ronda los 35 °C) y la temperatura del aire.

Esta diferencia se concentra en una capa de aire que rodea todo el cuerpo, de sólo algunos milímetros de espesor, conocida como capa límite. El grosor de esta capa se ve reducido por el efecto del viento, con lo que, a mayor intensidad del viento, mayor es la pérdida de calor por unidad de tiempo.

*«La velocidad del viento es uno de los factores responsables de la pérdida del calor del cuerpo humano»*

Para calcular la sensación térmica, a comienzos de siglo se empezó a implantar en Estados Unidos el índice de enfriamiento por viento, o *Wind-chill*, que sufrió sucesivas modificaciones para adaptarse mejor a la realidad.

Según AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), los valores de sensación térmica por frío (STF) se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$STF = 13,1267 + 0,6215 \cdot T - 11,37 \cdot V^{0,16} + 0,3965 \cdot T \cdot V^{0,16}$$

Donde STF es el índice de sensación térmica, T es la temperatura del aire ambiente en grados Celsius y V es la velocidad del viento en km/h.

Como se muestra en la tabla, con una temperatura exterior indicada de 0°C, y a una



**TABLA DE VALORES DE SENSACIÓN TÉRMICA POR FRÍO (WIND CHILL)**

		TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CELSIUS (C)										
		0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
VIENTO A 10 m (km/h)	5	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
	10	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
	15	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-47	-54	-60	-66
	20	-5	-11	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
	25	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
	30	-6	-13	-19	-26	-32	-39	-46	-52	-59	-65	-72
	35	-7	-13	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
	40	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-47	-54	-61	-67	-74
	45	-8	-14	-21	-28	-35	-41	-48	-55	-62	-68	-75
	50	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
	55	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-56	-63	-70	-77
	60	-9	-16	-23	-29	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
	65	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
	70	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
75	-9	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80	
80	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-67	-74	-81	

Umbrales aproximados:

- Riesgo bajo: -10 a -27 Riesgo de hipotermia por permanencia prolongada a la intemperie.
- Riesgo moderado: -28 a -39 Riesgo de congelaciones por exposición prolongada, 10 a 30 minutos\*.
- Riesgo alto: -40 a -54 Riesgo de congelaciones en 10 minutos\*.
- Riesgo muy alto: 55 ó menos Riesgo de congelaciones en menos de 2 minutos\*.

Con la piel expuesta al aire ambiente inicialmente caliente. Si la piel está inicialmente fría, menor tiempo.

\* Con vientos sostenidos de más de 50 km/h, las congelaciones pueden producirse más rápidamente.

Tabla del efecto Wind-chill (sensación térmica en función de la temperatura y la velocidad del viento) según la AEMET

velocidad lineal de 80 km/h, la sensación térmica es de -10°C. La velocidad de cruce del *Cougar* es de unos 120 nudos (225 km/h), lo que supone que, con una temperatura exterior cercana a los 0°C, la sensación térmica esté próxima a -14°C. Esta sensación térmica por sí sola ya conlleva riesgo de hipotermia si se sufre por un tiempo prolongado o no se está adecuadamente equipado para afrontarla. A esto hay que sumarle la duración de los vuelos, que pueden llegar incluso a las 6 o 7 horas, y según AEMET, la exposición a vientos de más de 50 km/h aumenta exponencialmente el riesgo de congelación por exposición al frío intenso.

### Consecuencias del frío en el cuerpo humano

El frío intenso afecta negativamente a la salud, tanto de forma directa como indirecta.

De forma directa mediante la hipotermia, que es la situación de padecer una temperatura corporal inferior a 35°C. Ante el frío intenso el cuerpo puede empezar a perder calor con más rapidez de la que puede compensar nuestro sistema de termorregulación, pudiendo llegar a afectar al cerebro. Aunque en un principio el único síntoma es una leve somnolencia, esta va progresando hacia la descoordinación, la agresividad y el temblor incontrolable, llegando a un punto en el que el cuerpo humano disminuye el flujo sanguíneo a las partes más distantes como son pies y manos, los cuales sufrirán heridas por congelación si la situación se mantiene en el tiempo.

De forma indirecta, las bajas temperaturas debilitan la respuesta defensiva del organismo, pudiendo conducir con mayor frecuencia a un sobre-estrés del organismo que puede dar lugar a una descompensación orgánica que agrava enfermedades crónicas en población vulnerable.





Tirador de NH-90 en la puerta realizando un vuelo de instrucción en montaña

*Así mismo, la exposición prolongada al frío puede aumentar la incidencia de otras complicaciones de salud, por ejemplo, con el aumento de los diagnósticos por depresión, ansiedad o esquizofrenia*

## Cometidos de los operadores de a bordo

Las tripulaciones de helicóptero están compuestas por personal muy cualificado que cumple unas tareas muy específicas desde un puesto determinado dentro de la aeronave. En el caso particular de los operadores de a bordo, la mayoría de las misiones las realizan desde la puerta de carga del helicóptero tanto operando la ametralladora como asistiendo a los pilotos durante el vuelo. Hay que destacar que, en distintos modelos de helicópteros, en operaciones las puertas de carga van

en todo momento abiertas para poder hacer uso del armamento de autoprotección. En definitiva, la figura del operador de a bordo es especialmente útil y su puesto táctico es clave e imprescindible al desarrollar labores que contribuyen a la seguridad del resto de la tripulación tanto en vuelo, como en tierra.

## Especificaciones de las prendas

Los operadores de a bordo requieren de un equipamiento que les proteja ante el frío extremo al que se ven expuestos en el cumplimiento de su función. Además, es necesario que esta ropa les permita desenvolverse con soltura en el desarrollo de sus cometidos, teniendo en cuenta que también participan en el proceso de carga y descarga de la aeronave, por lo que el equipo de frío debe permitir la transpiración para evitar que acumulen sudor durante estos trabajos.

La teoría de las 3 capas explica que con el uso de solo tres prendas de indumentaria se



Teoría de las 3 capas

crea un pequeño microclima para proteger el cuerpo de las inclemencias meteorológicas y mantenerse seco del propio sudor:

- *La primera capa debe aislar la piel del sudor:* también conocida como capa interior o segunda piel, es la capa que se encuentra en contacto con la piel. Su principal función es alejar el sudor de esta, evitando la sensación de humedad y el enfriamiento. Para ello se utilizan materiales no absorbentes que dejen pasar todo el sudor producido por el cuerpo. No se debe confundir con una prenda solamente transpirable ya que esta no evacuaría todo el sudor. En definitiva, la prenda debe ser no absorbente y transpirable.
- *La segunda capa tendrá que ser una capa de aislamiento térmico:* la función de la segunda capa es aislar térmicamente. Las prendas no calientan de manera directa. Su misión es retener el calor que genera el cuerpo e impedir su enfriamiento, favoreciendo al mismo tiempo la evacuación del sudor. La idea es utilizar materiales que, aun estando húmedos consigan mantener su propiedades aislantes y transpirables intactas.
- *La última, una capa de protección impermeable y transpirable:* la función de esta tercera capa es la de proteger de los factores externos como son la humedad y el viento, a la vez que transpira el sudor que ha traspasado las capas anteriores.

## Conclusiones

Una vez que se ha identificado el riesgo asociado al frío en el puesto del operador de a bordo en los helicópteros de Aviación del Ejército de Tierra, las oficinas de seguridad de vuelo de las distintas unidades han



Tirador

comenzado a trabajar conjuntamente para compartir conocimientos y buscar una propuesta que mitigue esta situación.

**E**s de destacar que este riesgo fue identificado gracias a las notificaciones de seguridad de vuelo que los propios operadores de a bordo hicieron llegar a las oficinas de seguridad de vuelo, y esto hizo que se analizara y se tratara de establecer una serie de medidas de mitigación. De ahí la importancia y necesidad de seguir colaborando con la estructura de seguridad de vuelo.

## Bibliografía

- <https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/montana/sensacion.termica/SensacionTermicaPorFrio-Calor-AEMET.pdf>
- [https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planBajasTemp/2022-2023/Efectos\\_salud\\_bajas\\_temperaturas.htm](https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planBajasTemp/2022-2023/Efectos_salud_bajas_temperaturas.htm)
- <https://teoriaonline.com/teoria-las-tres-capas-montana/>





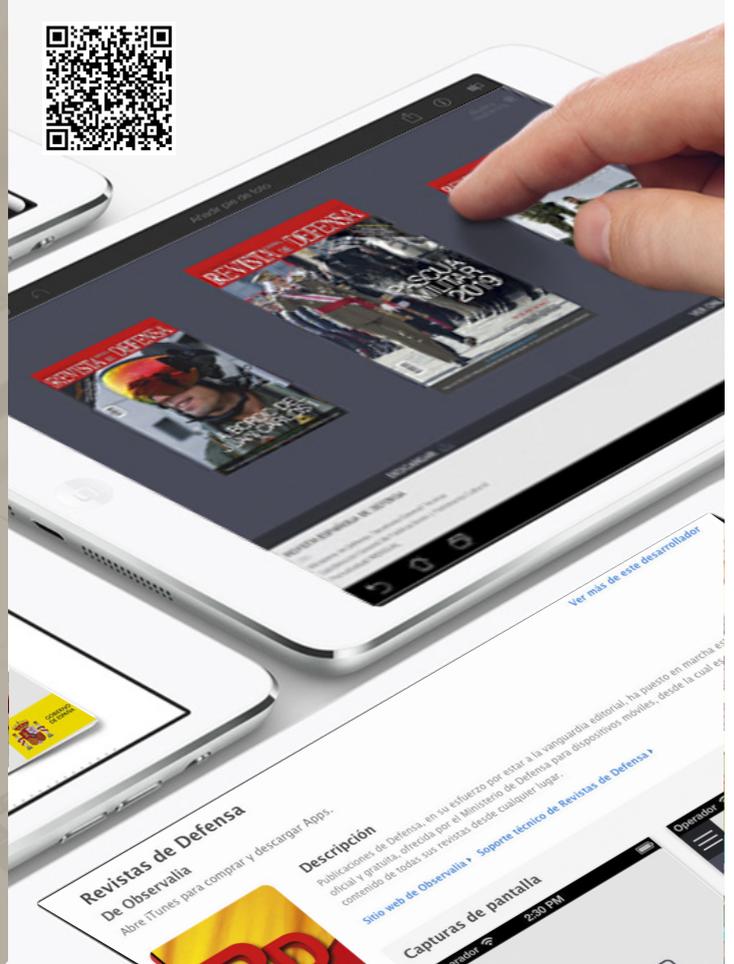
# App

## Revistas de Defensa

Consulta o **descarga gratis el PDF** de todas las revistas del Ministerio de Defensa.

También se puede consultar el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre.

La app **REVISTAS DE DEFENSA** es gratuita.



# WEB

## Catálogo de Publicaciones de Defensa

<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

La página web del **Catálogo de Publicaciones de Defensa** pone a disposición de los usuarios la información acerca del amplio catálogo que compone el fondo editorial del Ministerio de Defensa. Publicaciones en diversos formatos y soportes, y difusión de toda la información y actividad que se genera en el Departamento.

También se puede consultar en la WEB el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre.



**EJÉRCITO  
DE TIERRA**

LA **FUERZA** DE **LOS VALORES**

Todo accidente es previsible  
y, por lo tanto, evitable

