



MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES E
INCIDENTES DE AVIACIÓN



INFORME FINAL
Nº.586
Accidente de aeronave agrícola

Píper PA-25-235
CX-BRX-R

Pueblo San Luis
Departamento de Rocha

5 de marzo de 2016

ÍNDICE

Índice	I
Abreviaturas	II
Advertencia	III
Informe Final	1
Sinopsis	1
1. Información sobre los hechos	2
1.1 Lesiones a personas	3
1.2 Daños sufridos por la aeronave	3
1.3 Otros daños	3
1.4 Información sobre el personal	4
1.4.1 Piloto al mando	4
1.5 Información sobre la aeronave	4-5
1.5.1 Información General	5-6
1.5.2 Peso y Balance al momento del accidente	6
1.6 Información Meteorológica	6
1.7 Ayudas a la navegación	7
1.8 Comunicaciones	7
1.9 Información del lugar del Accidente	7
1.10 Registrador de vuelo	7
1.11 Información sobre la aeronave y el impacto	7
1.12 Información médica y patológica	8
1.13 Incendio	8
1.14 Supervivencia	8
1.15 Ensayos e investigaciones	8
1.16 Información sobre organización y gestión	8
1.17 Información del Explotador	8
1.18 Información adicional	8
1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	8
2. Análisis	8-10
3. Conclusiones	10
3.1 Causa Probable	10
3.2 Causa Endémica	10
5 Recomendaciones sobre seguridad	11
Anexo	12

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

A		M	
AIP	Publicación de información aeronáutica	m	metros
B		MDN	Ministerio de Defensa Nacional.
BECMG	Indica un cambio de las condiciones meteorológicas pronosticadas, que se espera ocurrirá, de forma regular o irregular, a una hora no especificada dentro del período	MET	Meteorológico.
BKN	Broken, Cubierto de 5 a 7 octavos.	N	
C		NE	Noreste
CAVOK	cielo y visibilidad OK	METAR	Report Meteorológico de Aeródromo.
C.I.A.I.A.	Comisión Investigadora de Accidentes e Incidentes de Aviación	MSL	Nivel medio del mar
CVR	Registrador de la voz en el puesto de pilotaje Cockpit Voice Recorder	O	
D		OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
DI.N.A.C.I.A.	Dirección Nacional de Aviación Civil e Infraestructura Aeronáutica	OVC	Overcast, cubierto de nubes 8/8
E		P	
E	Este	PAPI	Sistema Indicador de Senda de Aproximación de Precisión
ELT	Transmisor de localización de emergencia	R	
ELEV	Elevación	RAU	Reglamento Aeronáutico Uruguayo
F		RAU AGA	Reglamento Aeródromos - Diseño y Operaciones de Aeródromos.
FDR	El grabador de datos de vuelo (FDR). Flight Data Recorder	RAU AIG	Reglamento para la Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
FEW	Nubes escasas de 1 a 2 octas.	REILS	Luces de identificación de final de pista
Ft	pies	S	
G		S	Sur
GPS	Sistema de Posicionamiento Global	SAR	Search and Rescue (Búsqueda y salvamento)
H		SCT	Escasa nubosidad de de 3 a 4 octavos.
h	Hora	SE	Sur Este.
hPa	Hectopascal	SPECI	Informe de observación meteorológica especial seleccionado para la aviación.
ha	Hectárea	SADF	Denominación OACI Aeropuerto de Internacional de San Fernando, Argentina
J		SULS	Denominación OACI Aeropuerto Internacional de Laguna del Sauce.
J.I.A.A.C.	Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil, Argentina.	SUSO	Denominación OACI Aeropuerto de Salto
k		SUMU	Denominación OACI Aeropuerto de Carrasco
KIAS	Velocidad Indicada en Nudos	T	
kg	Kilogramo(s)	TAF	Pronóstico de aeródromo
km/h	Kilómetros por hora	TDN	Tiempo desde Nuevo
kt	Nudo(s)	TDURG	Tiempo desde última revisión General
L		TMA	Área de control terminal
LAR	Reglamento Aeronáutico Latinoamericano.	TWR	Torre de control de aeródromo
Lbs	Libras	U	
LT	Hora Local (Local Time)	UTC	Tiempo universal coordinado
		V	
		VFR	Reglas de vuelo visual
		VHF	Muy alta frecuencia (30 a 300 MHz)
		VFR	Condiciones meteorológicas de vuelo visual
		Z	
		Z	Zulu, GMT,
		ZFW	Zero Fuel Weight (Peso sin combustible)

II

ADVERTENCIA

El presente Informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación, en relación con las circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación, con sus causas y con sus consecuencias.

De conformidad a lo señalado en las Normas y Métodos Recomendados Internacionales – Anexo 13 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional “INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN”, el único objetivo de la investigación de accidentes o incidentes, será la prevención de futuros accidentes e incidentes.

El propósito de esta actividad no es determinar la culpa o la responsabilidad.

La investigación tiene carácter exclusivamente técnico sin que se haya dirigido a la declaración o limitación de derechos ni de responsabilidades personales o pecuniarias. La conducción de la investigación, ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de futuros accidentes.

Los resultados de la investigación no condicionan ni prejuzgan los de cualquier expediente sancionador.

III

INFORME FINAL

PROYECTO DE INFORME FINAL

ACCIDENTE DE AERONAVE DE AVIACIÓN AGRÍCOLA

EXPLORADOR	Elbio Muñoz.
FABRICANTE:	Piper
MODELO:	PA 25-235
NAC. / MAT. :	CX-BRX-R
LUGAR:	Pueblo San Luis – Rocha
FECHA:	05/03/2016
HORA:	07:40 LT Aprox.

Nota: las horas son aproximadas y están expresadas en hora local (LT) (UTC +3)

La denuncia del accidente fue realizada por el Jefe de Aeropuertos a un Investigador de la Comisión Investigadora de Accidentes e Incidentes de Aviación (C.I.A.I.A.), el mismo día del accidente, aproximadamente a las 09:00hs.

La C.I.A.I.A. tomó a su cargo la investigación del accidente de conformidad con lo establecido en el Art. N°92 de la Ley N° 14.305 de 29/11/974 Código Aeronáutico Uruguayo Anotado.

Sinopsis

El día 5 de marzo de 2016, la aeronave Piper, modelo PA-25-235, matrícula CX-BRX-R, se encontraba realizando un vuelo de aeroplicación de fungicida sobre un cultivo de arroz, cuando en determinado momento del primer vuelo, la aeronave impacta con los cables de una red de alta tensión, cayendo sobre la superficie del terreno.

La aeronave resultó con daños importantes.

No hubo fuego

El piloto al mando, resultó ileso evacuando la aeronave por sus propios medios.

Hubo daños en el tendido eléctrico y en un alambrado perimetral.

El accidente se produjo próximo a la hora 07:40 LT.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

Según las declaraciones del piloto al mando, el mismo tuvo una actividad constante en los últimos días antes del accidente, donde alternaba las operaciones en aeronaves G-164 y PA-25.

El día 5 de marzo inició la actividad despegando desde una pista eventual próximo a la hora 07:30 L para realizar un vuelo de aeroplación de fungicida sobre un plantío de arroz de 70 ha localizada en las cercanías de Pueblo San Luis.

La aeronave se encontraba cargada con 110 litros de combustible y 350 litros de fungicida.

La pista estaba localizada a 7 km al este del lugar donde había que realizar las labores de aeroplación,

La temperatura estaba próxima a los 20°C y la presión atmosférica estaba en 1012 hPa, según el piloto al mando había “buena visibilidad pero no buena claridad”.

Para la operación el piloto disponía de un equipo GPS banderillero, el cual le indicaba el trazado de los vuelos que tenía que realizar sobre el cultivo, donde en una primera instancia iba a realizar las pasadas con rumbo N a S, con el viento de los 90° de la izquierda.

El piloto tenía un plano de la chacra realizado por un ingeniero agrimensor con todos los datos referente a la cantidad y porcentaje del producto a aplicar, no así con los obstáculos propios y actualizados para realizar la operación con la debida seguridad del caso.

Una vez en el aire el piloto al mando se dirigió al lugar de trabajo realizando en primera instancia una pasada de reconocimiento del lugar de trabajo.

A continuación, realizando la aproximación para la primera pasada de aplicación, es cuando no distingue claramente el primer tendido eléctrico que debe sortear y embiste el cable superior que actúa como pararrayos con el tren de aterrizaje principal, lo que hace que el piloto pierda el control de la aeronave. Esta adopta una posición de nariz abajo, donde el líquido de la tolva se disemina sobre el parabrisas perjudicando la visión del piloto, la aeronave toca el suelo violentamente embistiendo luego un tejido perimetral que se encontraba a la derecha, haciendo que la misma girara 90° deteniéndose bruscamente. El tren principal derecho se separa de la estructura y el izquierdo a su vez se repliega producto del derrape con la superficie del terreno.

El piloto resulta ileso, realizando los respectivos procedimientos de seguridad para abandonar la aeronave.

La altura del tendido eléctrico 22 m y las mismas sujetaban 5 cables; 4 de alta tensión y el superior de conexión a tierra.

La aeronave resulto con daños importantes.

El piloto estaba usando el casco de protección, la máscara y portaba mono de vuelo resistente al fuego.

En sus declaraciones en ningún momento cita la ocurrencia de un desperfecto técnico de la aeronave, agregando que fue un descuido personal el no percatarse de la altura real y presencia del tendido eléctrico que a la poste terminó embistiendo.

El accidente ocurrió próximo a la hora 07:40 LT.

1.1 Lesiones a personas

LESIONES	TRIPULACIÓN	PASAJEROS	TOTAL	OTROS
Mortales				
Graves				
Leves				
Ninguna	1		1	
TOTAL	1		1	

1.2 Daños sufridos por la Aeronave.

La aeronave resultó con daños importantes en hélice, motor, capots, tolva, tren de aterrizaje y ambas alas.



1.3 Otros daños.

Hubo líneas de alta tensión que fueron cortadas por la embestida de la aeronave en su aproximación al cultivo, las que ocasionaron a su vez cortocircuitos.

Un alambrado perimetral resultó dañado al precipitarse la aeronave a tierra luego de embestir la línea de alta tensión.

1.4 Información sobre el personal.

1.4.1 Piloto al mando

Sexo	Masculino
Nacionalidad	URUGUAYA
Fecha de nacimiento	09/01/1957
Licencia	PILOTO COMERCIAL N°.998
Habilitaciones	Aviones Mono-Multimotores Terrestres hasta 5.700Kg. Aeroaplicador/Instrumentos/Ayuda combate de incendios
Horas totales	25.376:30
Tipos de aeronave voladas	PA-25 Cessna 188 G-164 C-172 PC-12 BE-58
Horas en los últimos 90 días	145:20
Horas en los últimos 7 días	15:30
Horas en las últimos 24 h	3:00
Horas en el tipo de aeronave	3400 aprox.
Ultimo simulador	No aplicable
Ultimo Certificado Médico	CLASE 1, Vencimiento: 30 de abril de 2016

Licencia de Piloto Comercial N°.988 expedida el 21/3/1985.

Licencia de Piloto Aeroaplicador otorgada el 21/10/2001.

Registra 8 antecedentes de accidentes/incidentes.

1.5 Información sobre la aeronave.

Fabricante	Piper
Modelo	PA-25-235
Matrícula	CX-BRX-R
Número de Serie	25-7556209
Fecha de fabricación	1976
Certificado de Aeronavegabilidad	Válido hasta el 04/11/2017
Certificado de Matrícula	Expedido 12/09/2006 seguro vence 21/06/2016
Categoría	RESTRINGIDO
Tipo de tren	CONVENCIONAL
Propietario	Elbio Muñoz Silva.
Explotador	Elbio Muñoz Silva
T.D.N.	6.847:00
T.D.U.R.G.	44:50 h

PLANTA MOTRIZ	
Fabricante	Lycoming
Modelo	O-540B2B5
Nº de Serie	L-6815-40
Fecha de fabricación	-----
T.D.N.	4.075.30:00 h
T.D.U.R.G.	43:10 h

HELICE	
Fabricante	Mc. Cauley
Modelo	1A200/FA8452
Nº de Serie	101096
Fecha de fabricación	-----
T.D.N.	Desconocido
T.D.U.R.G.	43:10 h

1.5.1 Información General.

El PA-25 Pawnee fue desarrollado por Fred Weick como un avión agrícola rudo y de fácil mantenimiento. El Pawnee es un monoplano de ala baja, monomotor, construido con tubos de acero recubiertos de tela. Se diseñó haciendo especial hincapié en la seguridad del piloto por lo que la estructura del fuselaje se colapsa progresivamente en un impacto a baja velocidad, típico de las operaciones de dispersión aérea.

Actualmente y desde el año 1998, el PA-25 es producido en la República Argentina por la fábrica de aeronaves LAVIASA, luego de haber adquirido a Piper Aircraft Co, los derechos exclusivos e internacionales de esta aeronave, así como el Certificado de Tipo (Type Certificate) para todos los modelos PA-25, y moldes, matrices, gigs, herramientas especiales, planos, utilajes, etc.

Características generales:

- **Tripulación:** 1
- **Capacidad de carga:** 500 Kg
- **Longitud:** 7,6 m (24,8 ft)



- **Altura:** 2,19 m
- **Envergadura:** 11,02 m
- **Superficie alar:** 17 m² (183 ft²)
- **Peso vacío:** 662 kg (1 459 lb)
- **Peso cargado:** 1 317 kg (2 902,7 lb)
- **Planta motriz:** 1x Lycoming O-540.
- **Potencia:** 175 kW

1.5.2 Peso y Balance al momento del accidente.

De acuerdo a la documentación entregada por el explotador de la aeronave, la misma se encuentra al día en lo que tiene que ver con su operación y mantenimiento.

- Carga de la aeronave: en el momento del accidente según los datos de los pesos proporcionados por el piloto eran los siguientes:

Peso vacío	1.523 LBS
Combustible	202 LBS
Piloto	160 LBS
Herbicida	770 LBS
Peso total aprox.	2.655 LBS
Peso máximo	2.900 LBS

Al momento del accidente la aeronave estaba 245 LBS por debajo de su peso máximo de operación, teniendo su Centro de Gravedad dentro de los parámetros establecidos por el fabricante, en concordancia con su Planilla de Peso y Balance +91.2.

1.6 Información Meteorológica.

Según la Estación Meteorológica de Treinta y Tres (distante 75 km del lugar del accidente) a la hora 07:00 Local:

- El cielo estuvo algo nuboso.
- La temperatura del aire al abrigo meteorológico medida a 1.50 m fue de 16.5°C.
- La humedad relativa fue de 89%.
- La presión atmosférica al nivel medio del mar fue de 1010.1 hPa.

- La visibilidad horizontal del aire se estimó en 15 Km.
- El viento estaba calmo.
- Fenómenos significativos: No se registraron.

De acuerdo a la hora que ocurrió el accidente, la posición del sol no incidió en la visión del piloto al mando.

1.7 Ayudas para la navegación.

No aplicable.

1.8 Comunicaciones.

No aplicable.

1.9 Información sobre el lugar del accidente.

La aeronave operaba desde una pista eventual localizada a 7 km al este del lugar del accidente.

El lugar del accidente era un campo preparado para siembra de 70 ha ubicado en las coordenadas S 33° 35' 53.91" y W 53° 44' 32.14", con una elevación promedio de 60 ft.

Los obstáculos para la operación del vuelo consistían principalmente en líneas de alta tensión que estaban enfrentadas a la maniobra de vuelo a ambos límites del cultivo, la primera tenía una altura promedio de 22m de altura y 5 hilos, y la que estaba al final tenía 13m y 3 hilos.

1.10 Registradores de vuelo.

No aplicable.

1.11 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.

La distribución de los restos indica que la aeronave habría golpeado el terreno con un elevado ángulo de impacto: 45° nariz abajo.

El estado final del tendido eléctrico y las marcas dejadas por el mismo en la aeronave, evidencian que en el momento en que tuvo lugar el impacto, el cable se encontraba por debajo del plano derecho de la aeronave y casi perpendicular al eje longitudinal de la aeronave. El primer contacto del cable fue con el tren principal derecho y posterior al mismo con el plano derecho, donde se ejerció la resistencia al vuelo, precipitándose contra el terreno con apreciable velocidad vertical.

El líquido de la tolva se esparce sobre el parabrisas, dificultando la visión del piloto.

La aeronave impacta contra las líneas de alta tensión con un rumbo S, precipitándose a tierra recorriendo 123 m, allí se separa el tren de aterrizaje derecho, la aeronave gira a la derecha 90° embistiendo el cerco perimetral y se detiene completamente a los 23 m quedando con un rumbo final de 270°.

La altura de las líneas de alta tensión era de 22 m y sujetaban 5 líneas de alta tensión. En general estas líneas de alta tensión transportan de 150.000 a 400.000 kw, su visibilidad es buena pero la principal dificultad es la gran distancia de los postes de sujeción.

1.12 Información médica y patológica.

No hay ningún vestigio de que factores fisiológicos o incapacidades afectaran a la actuación del piloto. El resultado de la prueba de espirometría realizada, fue de 0 (cero) gramos de alcohol por litro de sangre.

1.13 Incendio.

No lo hubo.

1.14 Supervivencia.

El piloto evacuó la aeronave por sus propios medios, el arnés logro retenerlo en el asiento frente al gran impacto que tuvo la aeronave contra los cables y la precipitación a tierra.

Portaba casco y mascara, así como también el mameluco de vuelo.

1.15 Ensayos e investigaciones.

No se realizaron.

1.16 Información sobre organización y gestión.

La empresa propietaria de la aeronave siniestrada fue autorizada a operar servicios de trabajos aéreos en la modalidad de actividades aeroagrícolas de siembra, rociado y espolvoreo en junio de 1992, con base en la Ciudad de Chuy, Departamento de Rocha

1.17 Información del Explotador.

La empresa propietaria cuenta con las siguientes aeronaves:

CX-BRH-R PA-25-235 accidentada el 19/12/2014

CX-BRX-R PA-25-235

1.18 Información adicional.

No la hubo.

1.19 Técnicas de investigación útil o eficaz.

No las hubo.

2. ANÁLISIS

De acuerdo a como se sucedieron los hecho, el piloto al mando fue muy claro y preciso en sus manifestaciones de que la visibilidad era buena para realizar el vuelo pero la claridad que había en ese momento hacia que no se tuviera una visión optima, donde los troncos de las palmeras existentes se enmascaraban con las columnas de sujeción del tendido eléctrico y con la vegetación reinante en el lugar; logándolo confundir y provocándole la pérdida de conciencia situacional en la maniobra de aproximación al cultivo.

En el caso de las líneas de alta tensión, la visibilidad que tiene el piloto es muy importante para detectarlas. Si se mira hacia adelante con un reducido ángulo de focalización, por ejemplo 50°, posiblemente no se vean las mismas y si a ello le agregamos la falta de “claridad” en la visibilidad tal cual lo nombra el piloto al mando, las posibilidades de detectarlas a tiempo disminuyen aún más. Los cables de masa son los más altos, más finos y tensos, los de distribución pesan y pandean haciendo una curvatura. En este caso en particular la aeronave embistió el cable más alto, más tenso y fino y más difícil de distinguir.

Además de comprobar cómo son las líneas de alta tensión, de donde salen y a donde se dirigen, es importante que el piloto al mando cuando se aproxime al lugar de trabajo incremente el escaneo del mismo de lado a lado, de abajo a arriba, de cerca a lejos y combinaciones. Si la dirección de la aeronave son a las 12, es necesario escanear de 80° izquierda a 80° derecha (total 160°) y de esta manera divisar las torres o postes de sujeción.

Si la estructura de la aeronave, largueros o cristales impiden la visión, hay que girar el cuello o inclinar el cuerpo para mirar continuamente por donde se piensa realizar la pasada.

En el Anexo 1 “Recomendaciones de vuelo en entorno de obstáculos y cables” están detalladas las recomendaciones básicas para mejorar las capacidades de los pilotos que vuelan en entornos de cables, orientadas principalmente a helicópteros, pero son muy útiles y aplicables también para aviones.

No se detectaron fallas o problemas técnicos en la aeronave que pudieran influir en el desarrollo del accidente, el piloto al mando en ningún momento manifestó tenerlos, por lo tanto se descarto la injerencia del factor material en el accidente.

Es muy importante en todo vuelo especialmente en los de aeroaplicación la limpieza del parabrisas antes de realizar cada salida, debido a que es muy común la continua adherencia de polvo, productos químicos, insectos, suciedades varias, las que dificultan la visión del piloto, especialmente ante la presencia de tendidos eléctricos.

De acuerdo a todos los detalles analizados, se puede deducir que el factor humano tuvo una incidencia directa en la ocurrencia del accidente debido que no hubo un adecuado análisis y valoración de los riesgos operacionales de la actividad realizada por el piloto al mando al no realizar una evaluación de las amenazas y riesgos, tiempo de exposición, así como su probabilidad y severidad.



Se aprecia la aeronave y al fondo el tendido de alta tensión.

3. CONCLUSIONES

La aeronave tenía su Certificado de Aeronavegabilidad vigente al momento del accidente.

Los registros de mantenimiento indicaban que la aeronave estaba equipada y mantenida de conformidad con la reglamentación y procedimientos vigentes aprobados.

El peso y centro de gravedad de la aeronave se encontraban dentro de los límites normales de operación.

No hubo vestigios de defectos o mal funcionamiento de la aeronave que pudieran haber contribuido en el accidente.

El piloto al mando advirtió tardíamente la presencia del cable de alta tensión embistiéndolo y precipitándose a tierra.

La aeronave resulto con daños importantes.

El piloto al mando estaba habilitado y calificado para la realización del vuelo.

El factor humano en la distracción y la prioridad de la toma de la conciencia de la situación, fue un factor desencadenante en la ocurrencia del accidente.

El piloto al mando resultó ileso.

3.1 Causa Probable.

La aeronave embiste la línea superior de un tendido eléctrico de alta tensión, precipitándose inmediatamente a tierra, debido a la falta de conciencia situacional lo que motivó la pérdida de referencias respecto a los obstáculos próximos a su trayectoria de vuelo.

3.2 Causas Endémicas.

Errónea percepción visual de los obstáculos en la trayectoria de vuelo.

Falta de señalización del tendido eléctrico para realizar la tarea aérea.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

Para las Empresas y Pilotos de Aeroaplicación.

El reconocimiento de todos los obstáculos es muy importante y se debe realizar minuciosamente, ya sea utilizando la tecnología del google maps, sumado al reporte de los agrimensores que realizan el relevamiento de la situación actual del lugar donde se va a realizar el trabajo aéreo, donde lo ideal es que el piloto realice todos los relevamientos personalmente en dicho lugar a fin de detectar todos los inconvenientes que pueda tener en vuelo ante la presencia de líneas eléctricas, antenas, construcciones, etc., que puedan afectar la seguridad del vuelo.

A la DINACIA.

Difundir el ANEXO 1 “Recomendaciones de vuelo en entorno de obstáculos y cables”.

Es un trabajo realizado por el Colegio Oficial de la Aviación Comercial (COPAC) del Reino de España el cual sería interés de esta Comisión Investigadora tenga la mayor difusión posible en todos los actores de la aeronáutica nacional, con el objetivo de reducir la siniestralidad y contribuir en la mejora de la Seguridad Aérea.

ANEXO 1

Es de hacer notar que lo estipulado en este anexo, fue modificado para poder tenerlo en cuenta en nuestro país.

Las presentes recomendaciones están orientadas principalmente a helicópteros, pero son útiles en algunos aspectos también para aviones.

C.I.A.I.A. diciembre 2016.

RECOMENDACIONES DE VUELO EN ENTORNO DE OBSTÁCULOS Y CABLES

Octubre de 2012

ÍNDICE**ABREVIATURAS**

1. ENTORNOS DE OBSTÁCULOS Y CABLES.
 - 1.1. FACTORES QUE MODIFICAN LAS PERSPECTIVAS EN VUELO.
 - 1.2. CONCIENCIACIÓN DE RIESGOS DE LOS TRABAJOS.
 - 1.3. CONCIENCIA SITUACIONAL.
 - 1.4. ACTITUD.
2. PRODUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.
 - 2.1. CÓMO MIRAR
 - 2.2. ÁREAS POBLADAS
3. BÚSQUEDA DE INDICIOS.
4. PLANIFICACIÓN DEL VUELO.
 - 4.1. VISIBILIDAD.
 - 4.2. METEOROLOGÍA ADVERSA.
 - 4.3. PLANIFICACIÓN DEL VUELO Y DE LOS TRABAJOS.
 - 4.4. NAVEGACIÓN.
5. EL VUELO.
 - 5.1. TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO.
 - 5.2. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE TRABAJO Y VUELO.
 - 5.3. PRESTACIONES DE LA AERONAVE.
 - 5.4. TÉCNICAS DE VUELO Y MANIOBRAS.
 - 5.5. ATRAVESAR LÍNEAS.
 - 5.6. ESQUIVAS.
 - 5.7. PASAR POR DEBAJO.
 - 5.8. VUELO NOCTURNO.
6. SEGURIDAD
 - 6.1. FORMACIÓN EN EMERGENCIAS.
 - 6.2. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE (CORTE DE CABLE).
 - 6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI).
 - 6.4. GESTIÓN DE RECURSOS (CRM).
 - 6.5. COMUNICACIONES EN VUELO.
7. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO.
 - 7.1. ENTRENAMIENTOS EN VUELO (FASE PRÁCTICA).
 - 7.2. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO DE TRIPULANTES.
8. EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y LÍNEAS ELÉCTRICAS
 - 8.1. AMENAZAS.
 - 8.2. RECOMENDACIONES GENERALES.
 - 8.3. PLANIFICACIÓN DE LA EXTINCIÓN.
 - 8.4. CENTROS COORDINADORES DE EMERGENCIAS.
 - 8.5. RECONOCIMIENTO DEL INCENDIO.
 - 8.6. TIPOS DE OBSTÁCULOS EN INCENDIOS.
 - 8.7. VISIBILIDAD.
 - 8.8. PUNTOS DE ATERRIZAJE.
 - 8.9. PUNTOS DE CARGA.
 - 8.10. DESCARGAS DE AGUA.

ABREVIATURAS

AGL	Above Ground Level
CCW	Counter Clockwise, giro del rotor anti-horario (hacia la izquierda)
CRM	Crew Resource Management
CW	Clockwise, giro del rotor horario (hacia la derecha)
D	Derecha
DGPS	Differential GPS
ELT	Emergency Locator Transmitter
EPI	Equipos de Protección Individual
fpm	Feet per minute
ft	Feet
GPS	Global Position System
HEMS	Helicopter Emergency Medical Service
HHO	Helicopter Hoist Operations
I	Izquierda
IIMC	Inadvertend Instrument Meteorological Conditions (entrada inadvertida en condiciones meteorológicas instrumentales)
kias	Knots Indicated Air Speed
kts	Knots
LTE	Loss Tail Rotor Effectiveness
MSA	Minimum Safe Altitude
MEA	Minimum Enroute Altitude
RFM	Rotorcraft Flight Manual
sg	Segundos
tq	Torque
TWAS	Terrain Warning System
VFR	Visual Flight Rules
Vy	Velocidad de mejor régimen de ascenso o de mínima potencia
Vx	Velocidad de mejor ángulo de ascenso
WSPS	Wire Protection System

El Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial (COPAC), con el objetivo de reducir la siniestralidad y contribuir a mejorar la seguridad aérea mediante la formación, realiza estas recomendaciones básicas para mejorar las capacidades de los pilotos que vuelan en entornos de cables. Las presentes recomendaciones están orientadas principalmente a helicópteros, pero son útiles en algunos aspectos también para aviones.

1. ENTORNOS DE OBSTÁCULOS Y CABLES

En los diferentes vuelos y trabajos que se realizan nos encontramos a menudo con obstáculos y cables, especialmente más cerca del terreno; en movimientos próximos al terreno, en despegue y ascenso hasta 500 AGL y en descenso a menos de 500 AGL, en aproximación y aterrizaje.

La aviación que opera desde aeropuertos tiene menos riesgos de obstáculos o cables. En el mundo de los helicópteros el 90% de los vuelos se realizan por debajo de 1000 ft. AGL. El 30% de los accidentes con cables son fatales. Cuando ocurren por causas meteorológicas o de noche la fatalidad asciende al 60%.

Las alturas sobre el suelo de los trabajos aéreos suelen oscilar entre 1 a 200 metros, entorno hostil de máxima exposición.

1.1. FACTORES QUE MODIFICAN LAS PERSPECTIVAS EN VUELO

El entorno de vuelo cambia constantemente en función de diversos factores. El horizonte, cielo o tierra cambia dependiendo de la orografía y maniobras (ascensos, descensos, virajes).

La luminosidad modifica las perspectivas. La meteorología (precipitaciones, nubes, temperatura, humedad, presión, etc.) afecta a las condiciones de vuelo y al aspecto del terreno.

El relieve (llano, ondulado, quebrado, montañoso, costa, mar), el terreno (arenoso, pedregoso, inclinación), la vegetación (cobertura, frondosidad, continuidad, tamaño), la textura, el color y los contrastes alteran continuamente nuestra percepción del entorno.

Todos ellos a su vez crean ilusiones ópticas. Es conveniente conocer los factores que hacen variar las apariencias, para aplicar las medidas convenientes con la finalidad de poder desenvolverse con garantías y seguridad en entornos de obstáculos y cables.

1.2. CONCIENCIACIÓN DE RIESGOS DE LOS TRABAJOS

Es fundamental analizar y valorar los riesgos operacionales de la actividad realizando una evaluación de amenazas, riesgos y tiempo de exposición así como su probabilidad y severidad. Según nos acercamos al terreno, es importante considerar la complejidad del trabajo y dificultad de la maniobra además del entorno geográfico de vuelo (montaña, urbano, etc.), ya que puede aumentar el riesgo y, por tanto, hay que extremar la alerta y vigilancia.

Es imprescindible tener en consideración una serie de criterios en la gestión de riesgos operacionales:

- Considerar que cuanto más bajo se vuela, existe más riesgo durante mayor tiempo de exposición. Cuanto más bajo y más rápido, más peligros, mayor riesgo, menor tiempo de reacción.
- Adaptar la velocidad a la altura y tipo de trabajo. De: 0 a 30, 30-60, más 60 kias.
- Estudiar el diagrama Altura – Velocidad (H-V) en el Manual de Vuelo (RFM).

En ocasiones el piloto confía erróneamente en que dispone de capacidad, habilidad y tiempo para detectar, eludir y esquivar los obstáculos en vuelo. Por ello, es necesario prevenir diseñando e implementando estrategias y medidas mitigadoras y atenuadoras de riesgos.

1.3. CONCIENCIA SITUACIONAL

La conciencia situacional supone identificar en todo momento el tipo de trabajo que estamos haciendo, la maniobra que realizamos y la fase del vuelo en la que nos encontramos (despegue, ascenso, crucero, descenso, aproximación, aterrizaje, movimientos en tierra, etc...).

Según nos aproximamos al terreno el riesgo aumenta y se requiere más atención ya que pueden aparecer imprevistos. Es fundamental identificar los riesgos de cada trabajo específico planteándose:

- Qué peligros hay y dónde pueden estar: orografía, edificaciones, vuelo en montaña, atravesar collados, etc.
- Qué hacer, cómo y dónde mirar.

Existe dificultad en detectar los cables debido a la cantidad de los mismos por línea, su grosor, tamaño de los postes y distancia entre ellos, amplitud de los vanos entre las torres, orografía y terrenos (montaña, valles), textura y color (verde, marrón, etc.), entorno (rural, urbano), etc.

1. 4. ACTITUD

En este tipo de entorno hay que mantener una actitud activa, alerta y vigilante. Ser profesional, disciplinado y exigente. Estas son algunas recomendaciones sobre la actitud que debe mantener el profesional para aumentar la seguridad y eficiencia:

- Mantener un estado de concentración relajada en observación continua y constante.
- Evitar distracciones del entorno y en la cabina (excesiva atención a los instrumentos, luces del panel, DPGS en fumigación, etc.).
- Evitar la complacencia, la excesiva confianza y familiarización con el trabajo, sobre todo en vuelos repetitivos (fumigación, incendios, cargas externas o fotografía).
- Ser conscientes de la fatiga, cómo pueden influirnos factores emocionales y laborales disminuyendo nuestra capacidad de percibir.
- No basta con "ver y evitar". Hay que planificar el vuelo, conocer el entorno y anticiparse a cualquier riesgo. Los obstáculos y cables están ahí, trabajamos en un entorno hostil.
- Tener una actitud activa y desarrollar la capacidad y el instinto de fijarse siempre en dónde pueden estar los cables para ser siempre precavidos ante lo imprevisible. Diferenciar entre mirar, ver y buscar.
- Realizar una identificación y memorización de obstáculos y líneas, es decir, un autobriefing: piloto, aeronave, entorno y trabajo.
- Evitar las presiones e influencias ajenas a la operación (trabajo, cliente, compañía, otros pilotos,...). Asegurarnos de que lo que hacemos es factible y seguro y enmarcarlo dentro de unos límites aceptables. Aprender a decir: "No se puede".
- Mantener un ambiente profesional, intercambiando experiencias con otros pilotos.

2. PRODUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Desde el lugar en el que se produce la electricidad es necesario transportarla y distribuirla por lo que desde centrales eléctricas, presas, saltos de agua, pantanos, molinos de viento, huertos solares, etc., saldrán líneas de alta tensión.

La distribución de la electricidad se realiza a través de la red de líneas de alta, media y baja tensión. La filosofía de las compañías eléctricas es abaratar los costes en su distribución, por tanto, buscarán líneas rectas, menos postes, no balizar, etc.

Esto supone que en montaña o valles existan líneas grandes con postes distantes (entre 400 a 800 metros), por lo que si vamos por un valle no veremos los postes de la línea que lo atraviesa.

Alta tensión: de 150.000 a 400.000 kw. Las torres son de hasta 60 metros (200 ft). Su visibilidad es buena pero la principal dificultad es la gran distancia entre ellas. Si se mira hacia delante con un reducido ángulo de focalización (50°), no vemos las torres, no deducimos que hay cables. La situación empeora con visibilidad reducida por calima o nieblas. Si los postes distan entre 400 y 800 metros, no los veremos. Los cables de masa, los más altos, son más finos y tensos. Los de distribución pesan, pandean, haciendo una curvatura. Si nos metemos entre líneas o cables existe una enorme dificultad para localizar por donde salir.

Media tensión: entre 60.000 y 150.000 kw. Las torres de entre 20 a 40 metros. La dificultad máxima se encuentra en pasar por debajo.

Baja tensión: entre 5.000 y 60.000 kw. Suelen tener de 3 a 12 hilos, con postes bajos de entre 5 y 20 metros. Los cables finos no se ven y los postes a veces son más bajos que el arbolado por lo que no se distinguen con facilidad. Pueden llevar tirantes tensores de sujeción. Si llevan monocables de manguera negra apenas se ven.

En este entorno es recomendable:

- Tener precaución en los **cruces y ramificaciones de líneas**, por dónde entran, salen y los ángulos entre líneas. Los cables van apoyados por las cadenas de aisladores. Si nos fijamos cómo se apoyan en los aisladores, deduciremos la dirección de los cables.
- Familiarizarse con las líneas: bases, torres, cables (distribución y masa), aisladores y cables tensores.
- Observar la dirección de entrada y salida de los cables. En los postes con muchos aisladores y cadenas, "arañas", saldrá una ramificación.
- Mantener especial precaución en los cruces y ramificaciones entre líneas, los cables pueden bajar o subir en ángulo, oblicuos y sin darnos cuenta podemos meternos en la tangente del cable.

2.1. CÓMO MIRAR

Tras comprobar cómo son las líneas, de dónde salen y dónde se dirigen es preciso seguir algunas indicaciones:

- **Según nos acercamos al terreno** debemos incrementar nuestro escaneo: de lado a lado, de abajo a arriba, de cerca a lejos, y combinaciones. Si la dirección de la aeronave son las 12, es necesario escanear de 80° izquierda a 80° derecha (total 160°) ya que de esta manera podremos ver más torres. Si la estructura de la aeronave o larguero de la puerta o cristales nos impide la visión hay que girar el cuello o inclinar el cuerpo para mirar continuamente.
- **Maniobrando próximo al terreno** (estacionario, aterrizajes, posicionamientos o carga externa) hay que mirar desde las "8" a nuestra izquierda hasta las "5" a nuestra derecha, horizontal y hacia arriba.
- Próximos al terreno, en función de nuestra altura AGL, es preciso escanear de arriba a abajo buscando indicios de torres o líneas.

- **Enfocar la vista de cerca a lejos**, en función de la velocidad, trabajo y ruta. Podemos mirar en la dirección adecuada pero si no enfocamos a la distancia apropiada no veremos. En un incendio con una velocidad indicada de 80 kias con un Bambi, por ejemplo, enfocar desde 300 metros a 2 kilómetros, buscando líneas o aeronaves.
- En lugar de "barrer" con los ojos (hacer una pasada continua), mirar sectores continuos de unos 15° durante un segundo, para que el ojo pueda enfocar. Otro método es escanear de cerca a lejos, "radiales desde la cabina". En los reconocimientos altos, orbitar desde diferentes perspectivas, ángulos e iluminación ayuda a ver las líneas.
- **En vuelo visual**, hay que ocupar el 80% del tiempo mirando fuera y el 20% en el panel de instrumentos (15 segundos "fuera", 5 segundos "dentro").

2.2. ÁREAS POBLADAS

Una manera de prever donde estarán los obstáculos y cables es fijarse en las áreas pobladas. Donde haya desarrollo y consumo, habrá necesidad de energía y, por tanto, pasará una línea eléctrica. Por ello, hay que preguntarse por dónde pasará teniendo en cuenta la presencia de edificaciones, casas, granjas, urbanizaciones, industria, desarrollo rural, antenas, producción y transporte de electricidad (presas, pantanos, huertos solares, molinos de viento), etc.

Es necesario estar alerta sobre por dónde pasará y a qué altura.

3. BÚSQUEDA DE INDICIOS

Es preciso **buscar indicios** que nos hagan sospechar que hay obstáculos o líneas. Cualquier indicio de población, cualquier línea recta (horizontal, vertical, oblicua) o curva, habrá sido construida por el hombre. Es útil desarrollar el sentido de la curiosidad y la asociación entre civilización, vegetación y cables.

Estos indicios nos conducirán a los postes y torres. Hay múltiples indicios, como la dirección de las cadenas de aisladores, por las que se deduce donde van los cables. Las líneas rectas y curvas, formas geométricas, reflejos o colores en contraste con la naturaleza, etc. Dichos indicios nos indicarán donde puede haber cables.

Puede ayudar analizar cómo se ven las líneas desde diferentes ángulos (30°, 45°), perspectivas (desde arriba, a nivel, debajo) e iluminación (amanecer/atardecer).

Se prestará atención a los lugares donde se pondrían los postes de las líneas en su hábitat: collados, picos (antenas, telefonía), cortados de cañones o vaguadas, islas de ríos (apoyos de postes), paralelos a las carreteras, caminos, ferrocarril,...

Consideraremos **diferentes entornos** con diferentes características en la búsqueda de indicios:

ENTORNO RURAL. Debemos prestar atención a cualquier edificación, ya que les llegarán cables. Hay que buscar casas, granjas, huertas, transformadores, pozos y balsas. Cuanto más pequeña sea la necesidad, más pequeño el cable, y, por tanto, más bajo y más difícil de ver.

- Hay que tener en cuenta también que los cables se ocultan detrás de la orografía, desniveles, montañas y vegetación.

- El abastecimiento de las líneas a casas aisladas se produce en descendente, desde 8 a 12 metros a 6 metros. Desde la línea al transformador, en oblicuo. Hay que tener precaución porque no estamos acostumbrados a ese escalón y dirección de los cables.
- Familiarizarse con la zona de operación: usos, costumbres o historia nos pueden ofrecer indicios del aérea especialmente en el caso de talas y extracción de maderas o terrazas agrícolas de montaña (poleas para subida y bajada de productos).

CAMPO ABIERTO. En este caso es necesario considerar la orografía del terreno. Si es **llano** se distingue bien en contraste con el horizonte. Una pequeña zona de paramo en medio de cultivos nos puede indicar la presencia de un poste, un cortafuegos en un bosque, un claro, una discontinuidad lineal. Unos pájaros parados nos muestran que puede haber líneas. En el caso de globos estáticos cautivos, hay que mantener mucha precaución. El viento empuja al globo, quedando el cable en oblicuo desde el punto de anclaje, que estará de donde viene el viento. Consultar NOTAMS.

Cuando nos encontramos en **terreno ondulado** aumenta el peligro. Las torres raramente se ubican en lo alto de los picos, sino en los puntos más bajos. Hay que extremar la precaución en los barrancos para verificar que se encuentra libre de obstáculos.

MONTAÑA. Las operaciones en montaña son complejas. Es imprescindible el reconocimiento alto. Según ascendemos disminuye la necesidad de electricidad y posiblemente no habrá cables. Disminuye el tamaño de las líneas (de media a baja tensión) y se ven menos.

- Si por causas meteorológicas volamos próximos al terreno, antes de atravesar la cresta al otro lado, es preciso aproximarse con un ángulo de 45° (para garantizar una vía de escape), nunca rectos o perpendiculares a la cordillera.
- Elevarse por encima de la cota de la montaña y verificar que no hay peligro.
- Hay que prestar especial precaución a las líneas y postes ecológicos pintados de verde que prolifera especialmente en algunas regiones del norte de España.

En el entorno de montaña debemos tener precaución con los **indicios** teniendo en cuenta:

- Las líneas suelen pasar por los collados, lugares más sencillos de menor coste.
- En valles estrechos hay que reconocer la dirección de las líneas: pueden ir a lo largo, a lo ancho o de forma combinada. Partiendo del valle principal pueden abastecer a poblados cercanos. Por ello hay que vigilar los valles secundarios y las posibles ramificaciones de las líneas.
- En valles estrechos buscar en los bordes o cantos los postes pueden encontrarse camuflados entre la vegetación frondosa.
- En cortafuegos o discontinuidades lineales en la vegetación nos indican que posiblemente existan cables debajo.
- Cualquier edificación, instalación, túnel, antena, pueblo... será abastecido con energía por lo que habrá que buscar cables. En pantanos y presas éstos se dirigen en todas las direcciones.
- Algunos refugios tienen antenas dipolo con cables horizontales largos y postes de madera.
- Especial precaución en los cambios de rasante, con turbulencias descendentes después de las cuerdas. Es importante evitar pegarse al terreno para cruzar con suficiente margen.
- El entorno montañoso industrial es uno de los más peligrosos. En estas zonas de montaña se une la mala meteorología con un desarrollo industrial desigual en diferentes épocas

(líneas viejas oxidadas de baja o media tensión), por lo que tienen diferentes tamaños, colores, orientaciones.

VALLES. En el vuelo en valles es preciso:

- Realizar el reconocimiento del valle por el borde (cresta). No adentrarse en la zona hasta no realizarlo para garantizar la seguridad.
- Durante la evaluación analizar: la anchura, amplitud, pendiente, sinuosidad, obstáculos, vegetación, orografía, zonas de aterrizaje, vía de escape, zonas de sol y sombra, orientación y corrientes ascendentes o descendentes. El escaneo visual debe ser constante.
- No entrar en la zona si no vemos la parte alta del valle, no podemos asegurar que no hay cables.
- No entrar sin verificar instrumentos de motor o con indicaciones deterioradas.
- Tener en cuenta que al remontar los valles, ascendiendo en altura se produce la disminución de la temperatura, condensación de la humedad, nubosidad y, por tanto, la disminución de la visibilidad.
- El valle de abajo arriba requiere más potencia. Los virajes de escape serán 180° hacia abajo.
- Mantener la máxima precaución ya que no hay áreas de aterrizaje de emergencia.
- Ascender apoyándose en las laderas, ni por el centro ni por el fondo del valle.
- Subir por la ladera de viento ascendente, la "solana".
- Considerar una vía de escape con amplitud para virar 180° (ligero ascenso, reducción de velocidad y pedal hacia el escape).
- En las curvas o estrechamientos del valle abrimos hacia el exterior para angular y ver lo que hay detrás.
- Verificar que no hay líneas antes de continuar al siguiente sector
- Reducir a velocidad de mínima potencia / Máximo ascenso (Ej; Vy 60 kias) para tener más tiempo de reacción.
- Mantener Vy, No quedarnos colgados de velocidad. En ese caso, ascender a escalones.
- Volando en zonas de montaña estudiar mapas que tengan curvas de nivel para apreciar los valles. Si no podemos pasar por uno debido a la limitación de techo, estrechamiento u obstáculos, dar marcha atrás y buscar otra ruta si la hay. Si no la hay, cancelar o aterrizar.

SALTOS DE AGUA O PRESAS. En estas zonas, los hilos pueden ganar altura en ángulo oblicuo. Discurrirán a la largo del cauce, paralelos a los valles en los que hay poblaciones. Hay que mantener especial precaución en los incendios forestales al cargar en los embalses. Piscifactorías de río y mar necesitan mucha electricidad.

ENTORNO RURAL INDUSTRIAL. Pueden existir cables cercanos a canteras, movimientos de áridos, minas abandonadas, viejas fábricas, líneas viejas oxidadas... Los cables se ocultan entre la maleza, detrás de las edificaciones, etc. En el caso de las balsas de las canteras o minas a cielo abierto puede haber cables para las bombas extractoras.

ENTORNO DESARROLLO INDUSTRIAL. En estas zonas existen líneas de media o alta tensión por el elevado consumo eléctrico. Según aumenta el tamaño de la zona industrial, crece la necesidad de electricidad y existen líneas mezcladas de alta, media y baja tensión con estructura de malla con cables en todas las direcciones y superpuestas.

Sobre los polígonos industriales hay que volar alto. Siempre hay una subestación eléctrica de distribución. Los cables se cruzarán en nuestras sendas de aproximación, ya que están por todos

lados y direcciones. Las posibles áreas de aterrizaje estarán rodeadas de muros infranqueables de cables. Por este motivo, los despegues y aterrizajes son con mucha pendiente o verticales, siendo necesaria mucha potencia.

ENTORNO URBANO: PUEBLOS, CIUDADES Y URBANIZACIONES. Precaución en los aterrizajes en la periferia de las ciudades, zonas residenciales, jardines, recintos feriales, plazas de los pueblos, centros comerciales, aparcamientos, áreas de servicio, gasolineras, campos deportivos o piscinas (que pueden utilizarse para cargar agua en incendios) o azoteas de los edificios (antenas, pararrayos con sus cables de sujeción). Puede haber peligro de cables de luz, de sonido, carteles festivos, torres de focos de luces, farolas, etc. que no están señalizados.

En las obras y construcciones hay grúas (brazos horizontales y cables verticales) o cables eléctricos para la luz de las obras, en lugares imprevisibles. Hay que acordarse de que las grúas de obras cuando no se utilizan no se frenan y giran con el viento, cambiando de posición brazo y cables.

VÍAS DE COMUNICACIÓN: CARRETERAS Y FERROCARRIL. Todas van acompañadas a los lados de postes y líneas, incluso los caminos vecinales.

Hay que tener precaución especial en misiones de vigilancia de tráfico, filmaciones (vueltas ciclistas, rallies), persecuciones policiales, etc., ya que pocos tendidos eléctricos que atraviesan de lado a lado están balizados.

PUENTES. Pueden existir líneas detrás, paralelas, en ascenso o en descenso. Hay que prestar especial precaución a los puentes colgantes en itinerarios rurales.

COSTA Y RIAS. Existen cables a diferentes alturas y direcciones en pesquerías, bateas de moluscos en las rías, zonas de descarga de carbón, extracción de algas y rías en entorno industrial (País Vasco). Extremar la precaución ascendiendo ría arriba con mala meteorología y baja visibilidad.

PUERTOS Y ASTILLEROS. Son lugares de descarga de materiales y contenedores con grúas con grandes brazos y cables. Suelen ser instalaciones anárquicas, entre naves con líneas negras industriales, por lo que suponen una amenaza. Puede darse acumulación de arena, "brownout" y desorientación espacial.

BARCOS. Cuanto más oleaje, más balanceo, posibilidad de enganche en antenas y cables de veleros, cargueros o grúas. Hay que tener precaución con grúas de rescate o HHO a barcos, debido a la posibilidad de enganche del cable de la grúa a cables o estructura del barco.

LUGARES DE OCIO. En zonas de montaña debemos prestar atención a las estaciones de esquí, telesillas, teleféricos, funiculares, paredes de escalada, lugares de práctica de parapente o puenting, campamentos, tirolinas, casas rurales y parques temáticos. En la playa cometas, kitesurf o paracaídas arrastrados pueden suponer un riesgo.

MOLINOS AEROGENERADORES. Son blancos y se encuentran ubicados en lo alto de las cuerdas de montañas, exactamente en el lugar por el que se pasa para salvar la mala meteorología. Su peligro radica en que se camuflan entre las nubes y no hay contraste con el horizonte. Además, en el mar se confunden con el horizonte y no suelen estar señalizados en los mapas.

Existen indicios de la construcción de molinos. Si divisamos un camino que serpentea en la cuerda de una sierra puede ser por la posible construcción de molinos, con grúas para elevar las piezas y cables que se mueven con el viento.

En este tipo de vuelos habría que tener las siguientes consideraciones:

- Si tenemos que cruzar entre molinos con mala meteorología, hay que pasar por en medio, que es la máxima distancia de franqueamiento entre las palas. La altura de los molinos oscila entre 40 y 60 metros a la barquilla, las palas entre 20 y 40 metros, unos 100 metros, 300 ft. AGL. en total.
- La baliza luz roja de señalización está en la parte alta de la canasta. Por encima hay hasta 40 metros de aspas girando. Por todo ello, hay que extremar la precaución en vuelos con mala visibilidad o nocturnos. Hay que tener precaución porque no siempre funcionan las luces rojas o balizas.

CAPTAVIENTOS. Son sensores que se instalan a lo largo de la geografía para medir la intensidad del viento. Son estructuras metálicas delgadas como antenas, altas (hasta 100 metros, 300 ft), con cables o vientos de sujeción. Raramente se encuentran pintados o balizados por lo que no hay indicios de donde están. Lo mejor para evitarlos es volar al menos a 400 ft AGL.

ANTENAS. Existen diferentes tipos de antenas: verticales (con cables y vientos de sujeción) u horizontales (tipo malla). Las más altas pueden alcanzar los 200 metros, 600 ft. Su electromagnetismo puede influenciar en los instrumentos de la aeronave o provocar distorsión en las radios con variaciones de sonido que pueden distraernos. Además, hay que tener precaución en las inmediaciones de las antenas de telefonía móvil, repetidores y radares planos o esféricos en los picos de montaña. Hay que observar las balizas luces rojas para librar con amplitud por arriba y por los lados así como tener en cuenta que no siempre funcionan las luces balizas.

SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO. Es inusual pero en algunas líneas los postes están pintados en blanco y rojo, los cables balizados con bolas, salvapájaros, etc... Es recomendable si trabajamos frecuentemente en un entorno que esté señalizado.

4. PLANIFICACIÓN DEL VUELO

4.1. VISIBILIDAD

Es conveniente conocer cómo pueden afectar las ilusiones ópticas en estos entornos. El ojo humano tiene limitaciones, es posible mirar en la dirección adecuada pero si no enfocamos a la distancia apropiada no vemos. Por ello, es recomendable enfocar de cerca a lejos.

Existen varios factores que pueden afectar a la visión del profesional:

- **Causas meteorológicas:** precipitaciones, lluvias y nieve impedirán una correcta visión a través de los cristales.
- **Nubosidad.** Si el cielo tiene un color grisáceo habrá poco contraste y no se percibirán los cables.
- Con **horizonte** de cielo gris o de terreno (en montaña) existe dificultad para localizar los cables y apreciar la distancia.
- **Terreno ascendente y descendente.** La inclinación del terreno distorsiona la perspectiva. No percibiremos con nitidez la trayectoria de los cables.
- **Color y vegetación del terreno.** En terrenos con fondo de rocas grises (granito) se camuflan los cables. Los postes de madera se confunden con el arbolado.
- **Iluminación** en diferentes horas del día (amanecer/atardecer).

- **Sol.** Puede deslumbrar de frente durante el amanecer y el atardecer. Los virajes hay que realizarlos en contra del sol.
- **Contraste sol/sombra.** Los ojos tardan en adaptarse y enfocar a contraluz. No descender hasta hacer un reconocimiento con la visión adaptada. En las transiciones de sol a sombra hay que prestar atención desde diferentes perspectivas a los cables que pudieran existir durante la maniobra.
- **Aeronave.** La curvatura de los cristales, la suciedad, la deformación en la fabricación o si se encuentran rayados o los cristales "tostados" por viejos deforman las perspectivas. Es aconsejable mirar desde diferentes ángulos y perspectivas.
- **Reflejos en la cabina.** Los cristales o cualquier objeto brillante pueden deslumbrarnos temporalmente causando ilusiones ópticas.
- **Vuelo sin puertas** (carga externa, lavado, filmación). Pasar de mirar a través del hueco de la puerta a mirar a través de los cristales deforma la imagen y referencias. Hay que evitar la transición en situaciones críticas de máxima precisión. Se recomienda el cambio de postura de la cabeza y del cuerpo para buscar la posición adecuada.
- **Perspectivas desde diferentes ángulos.** Diferentes perspectivas pueden dar lugar a diferentes visiones de los mismos lugares. Verificar con un reconocimiento concienzudo
- **Distorsión por radiación calorífica** en incendios o en días de altas temperaturas con calima.
- **Humos.** Perturban e impiden una visión clara.

4.2. METEOROLOGÍA ADVERSA

La meteorología es un factor operativo condicionante y primordial. Cuando operamos en estas situaciones es importante:

- Establecerse un límite personal razonable (por ejemplo VFR Día: 3 km, Noche: 5 km) acerca de la distancia a la que podemos ver, especialmente si nos encontramos con techos o capas de nubes.
- Límites personales: techos, visibilidad, intensidad de viento, complejidad trabajo, etc.
- Las precipitaciones, llovizna, lluvias, nieves, etc. distorsionan la visión a través de los cristales, disminuyendo la distancia de percepción. Reducir la velocidad, para tener más tiempo de detección y capacidad de reacción.

4.3. PLANIFICACIÓN DEL VUELO Y DE LOS TRABAJOS

La mejor manera de evitar imprevistos es conocer el entorno de vuelo, planificando con detalle el trabajo. En los trabajos circunstanciales e imprevistos (incendios) hay menos tiempo para preparar las operaciones de forma que se incrementan los riesgos. Por ello es recomendable tener en cuenta aspectos básicos como:

- Tipo de trabajo, misión y altura de operación (carga externa, filmación, incendios).
- Selección de rutas en función de meteorología: visibilidad, techos, nubes, frentes, precipitaciones, temperatura, punto rocío, isocero, previsiones, evolución, etc...
- Identificación en la cartografía de los obstáculos, líneas, y altura. Es recomendable compararlos con el GPS.
- Rutas de mínimo riesgo (pasillos, alturas, altitudes y franqueamientos).
- Itinerarios: alternativos, ida y regreso, rotaciones (cargas externas, fumigación, incendios, etc.).
- Planificación de los tramos, altura y velocidad en función de la orografía y visibilidad (a menos visibilidad menor velocidad).
- Pasos montaña: presencia de sierras, collados, antenas, molinos,...

- Zonas de aterrizaje, abastecimiento, zonas emergencia y presencia de obstáculos en los mismos.
- Condiciones técnicas de la aeronave.
- Referencias de navegación, puntos característicos, carreteras, caminos, poblaciones, líneas, edificaciones, montañas y presencia de obstáculos.
- Horario de actividad e influencia en la operación de la iluminación, atardeceres o amaneceres.
- Comunicaciones: enlace de radio, teléfono, cobertura. Para que puedan avisarnos de los cables.
- Identificación de riesgos: obstáculos, líneas, antenas, molinos, meteorología.
- Área de vuelo. Si volamos repetidas veces una zona es preciso marcar en los planos o GPS los lugares con riesgo potencial (antenas o cables peligrosos).

4.4. NAVEGACIÓN

En trabajos aéreos la navegación entre los puntos de carga y descarga, ida y regreso, se debe planificar como pequeños vuelos, teniendo en cuenta los rumbos, rutas, obstáculos, altitudes, alturas de franqueamiento, itinerarios alternativos, consumos, etc.

5. EL VUELO

5.1. TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO

Antes de descender y aproximarnos hay que hacer un reconocimiento alto y bajo, que puede ser orbitando, en "8", hipódromo o lineal (ida y vuelta).

En caso de que haya obstáculos hay que identificarlos y memorizarlos, diciéndonos a nosotros mismos, verbalizando, donde están, situándolos desde diferentes perspectivas. En el autobriefing de aproximación añadir donde están los obstáculos para recordarlo en final. Memorizarlo con espacial atención.

Utilizar la cabeza como si fuera un globo espacial, situando los obstáculos con referencia a nuestra dirección, que será las 12 entre los ojos. Por ejemplo, si los obstáculos quedan a la derecha, atrás, por encima de la zona de aterrizaje, en nuestra cabeza quedaran a las 4 por encima (entre la oreja y el parietal).

En un entorno hostil avisar a todos los tripulantes del reconocimiento para tomar precauciones.

5.2. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA TRABAJO O VUELO

Para realizar el reconocimiento de la zona en función del trabajo a realizar hay que tener en consideración:

- Identificación positiva: zona, área, finca, línea, etc.
- Ángulo de observación (de 30 a 45°), radio o distancia adecuada, escaneo continuo, buscando obstáculos.
- Límites laterales, perímetro (ejemplo: del barranco a cuerda 3 kilómetros, el camino, etc.).

- Alturas, altitudes, altitudes Mínimas en ruta (MEA) y altitudes mínimas del sector de operación (MSA), en trabajos de vuelos repetitivos (incendios, cargas).
- Líneas, ramales, cables (dirección N - S - E - O, orientación método del reloj).
- Itinerario: ida-vuelta y rotaciones.
- Tiempo estimado (inicio-fin, rotaciones y trabajo).
- Puntos particulares de interés: cruces, poblaciones, peligros cables, puentes,...
- Reconocimiento visual previo. Que hayamos sobrevolado la zona antes no significa que no hay nuevos obstáculos.
- Indicios de cables o postes en la red de distribución energética.
- Memorización de los obstáculos, ubicación espacial y repetición verbal de su posición.

5.3. PRESTACIONES DE LA AERONAVE

Acerca de las prestaciones de la aeronave es importante:

- Tener en cuenta con una reducción de velocidad por debajo de la V_y , se tiene menos rendimiento aerodinámico y se necesita más potencia. En aviones con menos velocidad, existe menos sustentación, y posibilidad de entrada en pérdida.
- Para el franqueamiento de obstáculos a una determinada potencia:
 - o V_y velocidad de mejor régimen de ascenso o de mínima potencia
 - o V_x Mejor ángulo de ascenso
- Velocidad versus Régimen de acceso (rate of climb). Con una determinada potencia a:
 - o Más velocidad, menos régimen de ascenso. Ejemplo: Tq 85 %, 90 kts > 800 fpm
 - o Menos velocidad, mayor régimen de ascenso. Ejemplo: Tq 85 %, 60 kts > 1200 fpm
- Planificar el franqueamiento de obstáculos en función de la distancia, altura, pendiente, régimen de ascenso, velocidad, ruta, vías de escape y áreas de aterrizaje de emergencia.

5.4. RESERVA DE POTENCIA

Es necesario realizar algunas consideraciones en este sentido:

- Hay que analizar las condiciones ambientales (altitud, temperatura, presión, humedad), DA densidad de altitud, circunstancias del vuelo (peso, centrado), limitaciones aeronave y performance.
- Con un poco de menos carga, hay mayor margen de potencia y seguridad reduciendo el riesgo en maniobras críticas (encontronazo con cable, fallo descarga, etc.).
- Vientos lateral o de cola, ráfagas, pedales (LTE).
- Reserva de potencia suficiente para aplicar pedal anti torque (mando guiñada) (LTE).
- Planificar la misión, salida de emergencia y vía de escape al lado que exige menos pedal y vía libre (rotores contrarreloj CCW, pedal derecho a derechas. CW pedal izquierdo a izquierdas, lado de menor visión del piloto).

5.5. TÉCNICAS DE VUELO Y MANIOBRAS

La formación y aprendizaje son aspectos básicos para reducir el riesgo. Hay que aprender a realizar maniobras evasivas y esquivas. Se aprende tanto de las experiencias personales como de otros pilotos. Hay trabajos específicos entre líneas (fumigación, lavado, inspección, mantenimiento, carga externa, etc.), que requieren maniobras concretas. Éstas son algunas:

- **Derivas.** La deriva en helicóptero se puede emplear para pasar con el rotor plano por debajo de una línea. Cíclico a un lado, pedal contrario. La "bola" se cae hacia el interior.

- **Derrapes.** Para dar la vuelta o "voltear" un poste u obstáculos, teniéndolo a la vista, o encararnos al viento. Cíclico a un lado, pedal del mismo lado. La "bola" se desplaza hacia fuera.
- **Ascenso inmediato.** Precaución en la agresividad de la maniobra, podemos llegar al tope de los mandos. Cíclico atrás.
- **"Picar".** Descenso inmediato. Precaución en la agresividad de la maniobra, podemos llegar al tope mandos.
- En caso de quedarnos sin velocidad encima de una línea: "rotores giran contrarreloj" CCW pedal derecho, "rotores giran reloj" CW pedal izquierdo, siempre con una ruta de escape disponible.
- Si hay que aterrizar entre dos líneas paralelas, la aproximación se realizará de manera paralela entre ellas, nunca cruzando ni oblicua ni perpendicularmente. Hay que verificar que no hay ninguna línea menor, por debajo, entre ellas, atravesando o cruzando. Si llevamos el bambi o carga externa colgando hay que tener cuidado para no engancharlo y contar con un margen de franqueamiento.

5.6. ATRAVESAR LÍNEAS

Para atravesar líneas es conveniente cruzarlas por encima de la torre. El cable de masa (de menor grosor y menos visible) estará más alto que los cables que se ven. No debemos pasar entre el cable de masa y los de transporte.

Si vamos en ascenso y no tenemos claro el franqueamiento (régimen de ascenso reducido, falta de potencia, pérdida de velocidad, etc.) hay que avanzar a la línea en un ángulo de 45°. En caso de que en las proximidades apreciemos que no las superamos, cíclico y pedal a la vía de escape más corta. 45° a derechas / izquierdas.

5.7. ESQUIVAS

En caso de rumbo de colisión o colisión inminente es preciso esquivar el obstáculo. El proceso de detección y esquiva dura entre 5 y 8 sg. En función de la velocidad y altura varía la capacidad, el tiempo de reacción y el espacio de franqueamiento. Existen varias maniobras:

- Esquiva **por arriba:** cíclico atrás.
- Esquiva **por abajo:** cíclico abajo, reducir colectivo.
- Esquivas **lateral:** virando 90° izquierda o derecha. Es similar a un frenado rápido con pedal.
- **Combinación:** arriba y lateral I o D. Abajo y lateral I o D. Los obstáculos, la altura, el terreno, la dirección del viento y el peso serán factores a considerar de cómo y por dónde esquivar.
- Esquiva de un cable por debajo en fumigación con el rotor plano, como si derivamos (cíclico a un lado, pedal contrario).

Para estar preparados para este tipo de maniobras es fundamental realizar prácticas de simulación y entrenamiento, con dificultad progresiva, con personal capacitado con las máximas garantías de seguridad. Ayudará a tomar la decisión adecuada en los diferentes escenarios que pudieran presentarse.

Para la difusión de obstáculos y cables peligrosos habrá que examinar la cartografía y planos para identificar los obstáculos y cables peligrosos. En caso de encontrarnos con alguno: tomar coordenadas, marcarlo, fotografiarlo, difundir su ubicación y gestionar su balizamiento o eliminación.

6. SEGURIDAD

6.1. FORMACIÓN EN EMERGENCIAS

Es conveniente tener formación de los procedimientos de emergencias que pueden darse en este entorno de trabajo. La formación debe considerar:

- Procedimientos normales, anormales y emergencias.
- Formación básica con simulacros, reciclajes y actualizaciones periódicas.
- Maniobras de emergencias operativas como soltar carga o abrir depósito.

6.2. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE (CORTE DE CABLE)

En caso de accidente con corte de cable, debemos seguir el siguiente procedimiento:

- En función de los daños de la aeronave y el entorno, evaluar la realización de un aterrizaje inmediato.
- Si tenemos tiempo suficiente, hacer una llamada de emergencia, Transponder 7700
- Desconectar equipos: válvula de corte fuel, master energía eléctrica, oxígeno HEMS, etc.
- Activar baliza de emergencia, ELT.
- Atención, evacuación y primeros auxilios a tripulación y pasajeros.
- Localización y recuperación de los equipos de emergencia.
- Extinguir posibles incendios y áreas calientes.
- Notificación (a través de radio 121,5, emergencias 112, a la compañía, radios banda tierra)
- Si hemos cortado una línea, notificar el lugar del corte.

6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL EPI

En entorno de riesgo es imprescindible el arnés de 4 puntos. Además, los Equipos de Protección Individual (EPI) están formados por:

- Gafas. Con las polarizadas se ven mejor los cables, pero son incompatibles con algunas pantallas de cristal.
- Gorras y viseras.
- Casco con pantallas antideslumbramiento.
- Guantes.
- Botas.
- Mono de vuelo: traje de Faraday (trabajos de mantenimiento de líneas).
- Accesorios.

6.4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y DETECCIÓN DE CABLES

Debido a que los helicópteros operan en entornos de riesgo deberían ir dotados de sistemas de protección y detección de cables: cortacables, deflectores en los patines, GPS con bases de datos actualizadas con señales visuales y acústicas, avisadores de proximidad del terreno TWAS, WSPS, detectores de cables, etc.

Las tecnologías no sustituyen al aviador pero pueden ser muy útiles para la prevención de accidentes. El sentido común y el entrenamiento lo complementan.

6.5. GESTIÓN DE RECURSOS (CRM)

En entornos de obstáculos y cables es importante utilizar todos los recursos humanos y materiales disponibles (tripulación, operadores, pasajeros, personal de tierra y controladores). Por ello, es imprescindible motivar e involucrar a todo el personal en materia de seguridad. El

piloto es el responsable pero es importante que todos los involucrados sientan que la seguridad le compete. Aplicar cualquier método o técnica que motive al personal y mejore la seguridad.

Los principios de CRM se puede aplicar volando sólo (Single Pilot CRM), en vuelos multitripulados, con operadores de vuelo, bomberos, pasajeros, etc. Estas son algunas recomendaciones:

- Aplicar las cuatro C's: Comunicación, Colaboración, Cooperación, Coordinación.
- Mantener alerta todos los sentidos.
- Lo que no se dice no se hace. Es preciso establecer un "diálogo personal" dándonos instrucciones verbales de obligado cumplimiento.
- Involucrar a todo el personal en las medidas de seguridad: mecánicos de vuelo, bomberos, brigadistas forestales, personal HEMS, rescatadores, gruistas, cámaras, fotógrafos, personal de seguridad, policías, etc.
- Promover un ambiente educado, respetuoso, profesional y cordial. Evitar personalismos, ironías y sarcasmos.
- Prevenir la ruptura de comunicación. Informar del desarrollo del vuelo. Cuando se avisa sobre una amenaza, automáticamente los tripulantes se implican, buscan los peligros y resuelven la situación. La comunicación es especialmente importante en entornos de riesgo.
- En entornos hostiles prevenir a todos los tripulantes, establecer prioridades, cabina estéril.
- Buscar indicios de cables.
- Formar a todo el personal sobre cables: reconocer y avisar sobre las líneas, distancia, altura e identificación de indicios
- Diferenciar las responsabilidades del comandante de la aeronave y del comandante de la misión.
- Formar al personal de tierra (cargadores, bomberos, rescatadores, médicos, policía, etc.) para elegir un lugar de aterrizaje adecuado, libre de obstáculos y cables.
- Formar sobre fraseología estándar sobre despegues, ascensos, descensos, aproximaciones, maniobras específicas del trabajo a realizar a los tripulantes Hems y bomberos forestales coordinadores.

Cuando detectemos un obstáculo es preciso que lo identifiquemos y describamos, teniendo en cuenta la **dirección** (reloj: a la 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12), **altura** (por arriba, a nivel, por abajo), **distancia** (1 km, 800 metros) y **referencias**.

Ejemplo: "Torre a las 10, por debajo, 1,5 kilómetro" o "Cable a las 2, por arriba, 200 metros".

Identificaremos además peligros relacionados: subestación eléctrica con muchas líneas, torre con cables de masa, globo cautivo, cometas con cables de sujeción, buitres en las térmicas, etc.

6.6. COMUNICACIONES EN VUELO

Las principales recomendaciones durante el vuelo son:

- Formación, prácticas y entrenamientos de cada tripulante, operador, bomberos, médico, etc.
- Fraseología estandarizada.
- Colacionar y / o responder
- El piloto avisa constantemente de lo que está haciendo.
- Formación en la manera de avisar las líneas ("OK", "libre izquierda", "libre derecha", "libre delante",...) y de responder ("visto", "buscando", gesto con el pulgar, señal de cabeza, etc.). Si no se obtiene respuesta se repite hasta obtenerla.
- Motivar la búsqueda de líneas a través de preguntas (¿Veis alguna línea?, ¿Dónde?)

- En todos los vuelos aunque sean repetitivos (fumigación, cargas externas, incendios, etc.), repetirnos los peligros, zona, MEA, MSA, viento, meteo, etc.
- Utilizar señales visuales y repetirlas hasta que se obtenga respuesta:
 - En cabina.
 - Hacia el exterior a operadores de tierra.

Durante el briefing previo:

- Implicar a todos en la seguridad en vuelo.
- Informar de los peligros, amenazas, riesgos reales y líneas.

Asignar responsabilidades específicas a cada miembro de la tripulación:

- Vigilancia, información, operación, sectores, comunicaciones, emergencias,
- Distribución del sector de responsabilidad: derecha a derechas, izquierda a izquierda, copiloto delante e izquierda, mirar por arriba y por abajo, etc.
- El piloto NUNCA rechaza ni da por sabido ningún aviso sobre seguridad o líneas. Modular las posibles respuestas en caso de reiteración exagerada.
- No asumir que todos están buscando y saben buscar.

Para mejorar el CRM es importante realizar formación tanto en vuelo real como en tierra explicando los peligros y las labores del profesional.

7. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTOS

La formación continua es imprescindible para realizar cualquier trabajo con seguridad (básico, inicial, prácticas, simulacros, reciclajes, actualizaciones). Los operadores deben desarrollar, divulgar e implementar **Programas de Prevención** de vuelo en entorno de obstáculos y cables que incluyan conocimientos de líneas, maniobras, esquivas, donde pueden estar los obstáculos, como buscar, prácticas de identificación de peligros, gestión de riesgos operativos y conciencia situacional, entre otros.

7.1. ENTRENAMIENTOS EN VUELO (fase práctica)

Los entrenamientos de vuelo deben ser acordes con el trabajo a realizar puesto que cada uno posee unas características determinadas y exige una formación diferente.

Entre los aspectos que debe tener en cuenta:

- Búsqueda e identificación de obstáculos y líneas: cómo y dónde mirar, el escaneo visual, peligros potenciales, indicios básicos, identificar, reconocer, buscar.
- Prácticas en variedad de situaciones, con meteorología: iluminación, sol, contraluz, condiciones adversas, nubosidad, trabajos específicos, etc.
- Medición de altura de obstáculos y torres, identificación de las líneas de alta, media, baja tensión y del grosor de los cables.
- Principales maniobras: derivas, derrapes, esquivas, cómo pasar por encima, por debajo, entre líneas, cómo aterrizar entre diversas líneas, paralelas, perpendiculares, a lo largo, oblicuas, en subestaciones.
- Reconocimiento de la zona y dirección de aproximación en función del viento y los obstáculos.

7.2. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO DE TRIPULANTES

Como hemos indicado anteriormente es imprescindible explicar a todos los tripulantes y pasajeros operativos que la seguridad depende de todos. Por tanto, la labor del piloto es que la tripulación se identifique con la operación, participe y se involucre entendiendo los riesgos y amenazas.

Los operadores deben promover una política de seguridad en los trabajos dotando de los medios suficientes, dando la importancia debida a la formación e implicando al personal y los clientes.

Para ello, deben contar con conocimientos básicos de vuelo (temperatura, densidad de altitud, viento a favor, en cola, aerodinámica, rotor de cola, eficiencia, LTE, vuelco dinámico, distribución pesos, sujeción, centrado de la carga, peligros y riesgos aeronáuticos) así como de reconocimiento de peligros potenciales.

8. EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y LÍNEAS ELÉCTRICAS

El vuelo en extinción de incendios forestales reúne condicionantes que agravan de forma muy especial las dificultades que supone volar en zona de montaña a baja cota, por lo que se dedica un capítulo aparte con algunas recomendaciones con el objetivo de mitigar en parte el riesgo que supone sumar al vuelo de montaña a baja altura el entorno de un incendio forestal.

8.1. AMENAZAS

Las amenazas más importantes en este tipo de vuelo, que dificultan la visión a tiempo de líneas eléctricas son:

- Un incendio forestal es un espacio habitualmente congestionado. Una de las estrategias que persigue la dirección del incendio es la de hacer el máximo daño al fuego en el mínimo espacio de tiempo. Por lo tanto, el tiempo de ocupación por parte de cualquier aeronave en la zona del incendio debe ser mínima, teniendo en cuenta que cualquier pérdida de tiempo en esa área puede suponer romper el orden de entradas y salidas en el incendio, con graves consecuencias en la estrategia. Esta circunstancia dificulta poder emplear el tiempo necesario en el estudio de la zona de entrada y salida del lanzamiento.
- Habitualmente los incendios se producen en entornos forestales y ondulados, por lo que habitualmente las líneas eléctricas tienen las torres de sujeción a gran distancia. Por este motivo, aunque las torres son el indicio más importante para la localización de los cables, que difícilmente se ven, apenas ayudan a ese objetivo. Por otra parte, al estar en zonas de grandes ondulaciones, habitualmente las líneas eléctricas sobrevuelan entre cotas altas del terreno, en ocasiones por encima de los 100 metros de altura.
- Últimamente se tiende a mimetizar las torres de sujeción con colores verdes para disminuir el impacto visual. Se prioriza por tanto el impacto visual sobre medioambiental, ya que serán zonas peor defendidas para los incendios forestales al dificultar la labor de los pilotos.
- La habitual falta de visibilidad en la entrada y salida del objetivo debido al humo.
- Esta especialidad con frecuencia afecta de forma extrema diferentes emociones que influyen en nuestra capacidad de percepción. Esta es una amenaza que no solemos tener en cuenta, a pesar de que nada de lo expuesto hasta ahora en el estudio servirá al piloto si su capacidad para percibir se ve afectada por algún tipo de emoción. La ira puede provocar que el piloto entre en situaciones de riesgo por encima de lo aceptable, el estrés que provoca un entorno de emergencia puede hacer que disminuya la capacidad de

sentir produciendo visión tubular, la euforia genera adrenalina que puede disminuir la percepción del riesgo, la confianza basada en la experiencia profesional y el dominio de la operación puede llevar a actuar de forma automática disminuyendo así la atención, la ansiedad ante situaciones que generan dudas puede producir visión de tubo, es decir, focalizar la atención en un objetivo que impide ver el obstáculo ya de por sí difícil de ver.

8.2. RECOMENDACIONES GENERALES

Algunas de las recomendaciones que se deben tener en cuenta durante la operación:

- Asignar una altura por encima del espacio aéreo de aproximación, lanzamiento y alejamiento que permita sobrevolar el incendio, evaluando todas las zonas de riesgo y obstáculos y reuniendo toda la información necesaria para la toma de decisión correcta sin alterar el trabajo de los medios en lanzamiento.
- No focalizar exclusivamente el objetivo y atender a todas las recomendaciones anteriormente expuestas en cuanto a búsqueda de indicios según diferentes entornos.
- Solicitar a las compañías eléctricas planos cartográficos en los que estén perfectamente señalizadas las torres que estén camufladas con el terreno y donde los cables sobrevuelan a alturas superiores a los 15 metros.
- Diseñar la pasada para el lanzamiento teniendo en cuenta en todo momento la posible falta de visibilidad por humo. Jamás entrar en zonas donde el humo disminuya la visibilidad por debajo de la necesaria para poder anular cualquier amenaza.
- Conocer todos los factores que afectan a la toma de decisiones, reconociendo primero y gestionando después la emoción que pueda afectar al piloto. Es decir, identificar qué tendencia marcará una emoción para gestionarla y evitar que afecte a la toma de decisiones. Si se considera que la capacidad de percepción está influida por dicho factor psicológico, será necesario aumentar los márgenes o abortar la misión.
- La defensa más importante ante la amenaza de los cables es concienciar a las administraciones de la necesidad de balizar las líneas eléctricas que objetivamente no son un obstáculo visible, sino una trampa contra la que en las condiciones de vuelo en un incendio forestal los pilotos no tienen defensa.

8.3. PLANIFICACIÓN DE LA EXTINCIÓN

Los fuegos son muy activos y vivos, modificando su forma y tamaño constantemente en muy poco tiempo. Cuando regresamos para la siguiente descarga observamos que la situación es diferente, debido a la intensidad de la llama, al humo, al viento, a la línea de fuego, etc.

Por ello son fundamentales las labores de **coordinación y dirección de la extinción**:

- El director de extinción, deberá recabar datos de obstáculos peligrosos, líneas y cables y considerarlo en la planificación de medios. Para conseguir una mayor eficacia en el uso de aeronaves asignará a los aviones, con mayor velocidad y menor maniobrabilidad, zonas con amplitud suficiente para las entradas y salidas. En áreas quebradas o de alta montaña designará a los helicópteros para contar con suficiente maniobrabilidad.
- El personal terrestre (bomberos, brigadistas forestales, etc...) informará también por radio de las líneas, cables y obstáculos ocultos.
- Cuando se incorporen aeronaves se les transmitirán estos datos.

8.4. CENTROS COORDINADORES DE EMERGENCIAS

Los centros coordinadores de emergencia también deben considerar algunas actuaciones:

- Deberán recabar información de las posibles líneas eléctricas a través de sus bases de datos actualizadas, documentación o avisos de particulares de acuerdo con los protocolos establecidos con los que cuentan.
- Cuentan con personal cualificado para dar los avisos a las aeronaves, despachadores de vuelo, para que incluyan en sus mensajes información sobre líneas u obstáculos en la zona de incendios.
- Todo el personal implicado en la extinción aportará relevante acerca de datos de cables peligrosos en entornos rurales en caso de incendio (minas abandonadas, cables agrícolas, forestales, mineros, industriales, etc.).

8.5. RECONOCIMIENTO DEL INCENDIO

A la hora de realizar el reconocimiento del incendio hay que tener en cuenta:

- Realizar el reconocimiento alto y bajo de la zona. En el campo, las líneas eléctricas son de transporte de electricidad, y no se suele ver el destino, por lo que es difícil deducir si hay cables.
- Hay que prestar especial atención cuando se entrevea en el humo cualquier línea recta o curva. Será una construcción humana y posiblemente existirán cables o líneas.
- Prestar atención en el terreno. Si se aprecia que en la zona ha podido existir en el pasado alguna explotación minera o forestal, barbechos, pedregales, etc., es posible que haya cables de transporte de material abandonado, imposible de ver por el óxido.
- En las cuerdas de las sierras suele haber líneas eléctricas bajas de transporte, molinos aerogeneradores, antenas de telefonía, etc.
- Cuando se vea una antena en lo alto de una montaña, posiblemente haya una línea de baja tensión que la abastezca electricidad por lo que hay que tener precaución en las descargas.

8.6. TIPOS DE OBSTÁCULOS EN INCENDIOS

Es conveniente recordar que en los incendios nos podremos encontrar con tendidos eléctricos (monocables o mangueras, de baja, media y alta tensión), antenas (telefonía, radios), catavientos, molinos aerogeneradores y cables sueltos.

Los más peligrosas por su camuflaje e imprevisibilidad son los cables de origen agrícola, ganadero, forestales, industriales o mineros. Por ello hay que prestar atención a cualquier indicio que nos sugiera su presencia. Así mismo es fundamental preguntar al personal de tierra (brigadistas forestales, bomberos, agentes forestales o de medio ambiente) para que consulten entre los habitantes de la zona si tienen conocimiento de algún cable de esta naturaleza en el entorno o zona.

Según ascendemos en altura, las necesidades de electricidad son menores, los tendidos eléctricos también. A casas aisladas irán tendidos bajos de postes de unos 8 a 15 metros, de tres hilos o monocables de manguera negra que son muy difíciles de detectar.

Por otro lado, existe la tendencia de pintar los postes y antenas de verde para reducir el impacto visual medioambiental. Sin embargo, este hecho aumenta el riesgo de impacto para las aeronaves.

8.7. VISIBILIDAD

La visibilidad en la extinción de un incendio es uno de los factores clave. Es necesario tener en cuenta:

- La visibilidad se encuentra reducida por el humo. Antes de entrar en pasada hay que asegurarse de que no hay líneas, preguntar al coordinador aéreo, a las aeronaves que hayan descargado previamente, al personal terrestre, etc.
- La intensidad de la combustión, la altura de las llamas, el color del humo, etc., impedirán, dificultarán o perturbarán la visión, creando a veces efectos o ilusiones ópticas (como ondas de radiación o calimas). Es necesario prever estas dificultades con antelación.
- El humo impedirá que veamos en un gran radio, por lo que será complejo ver las edificaciones hacia las que van las líneas.
- En vaguadas estrechas y profundas los postes no se ven ya que están a mayor altura. Entrando en pasada vaguada arriba existe riesgo de engancharse con las líneas por lo que hay que asegurarse de que no hay cables o descargar más alto.
- Si en un tramo de una vaguada no hay cables, puede que en el siguiente sí, por lo que hay que preservar la máxima precaución y vigilancia a los indicios.

8.8. PUNTOS DE ATERRIZAJE

Es conveniente acercarse lo máximo posible al personal al incendio, reduciendo el tiempo de intervención. Las áreas serán siempre confinadas, en ladera y con vegetación que puede impactar con el rotor de cola. Además iremos al máximo de carga y combustible, por lo que es necesaria la máxima potencia.

Los caminos o carretera de montaña pueden tener amplitud suficiente, pero debemos reconocer y verificar que no hay tendidos eléctricos en los márgenes o cunetas o que los libramos con amplitud suficiente. Hacer un reconocimiento alto y bajo preciso, verificando que no atravesamos líneas o cables en las sendas de aproximación o despegue.

En los **pantanos** hay cables por todas las direcciones, sobre todo cerca de la presa y central de producción eléctrica que pueden estar en ascenso, descenso, oblicuos, etc.

Debido a que los pantanos son muy anchos, los postes suelen estar en los extremos, de forma que los cables pandean mucho y no se ven. Además suelen encontrarse en entornos de montaña. Las líneas cruzan a mucha altura sobre el agua, sobre todo en época estival, porque ha bajado mucho el nivel. Es necesario extremar la precaución en las aproximaciones y ascensos. Las aproximaciones se deberán hacer por las zonas de menor obstáculos, pueden ser rectas, en zigzag, etc.

- Coordinar con las compañías eléctricas el apagado de las líneas para evitar peligros de descargas eléctricas.
- Al realizar la descarga de agua, evitar que caiga sobre los cables, ya que puede provocar un cortocircuito e incluso, si hay continuidad eléctrica, existe riesgo de electrocución de la aeronave.

Informe realizado por:

Dirección General Técnica COPAC, con la colaboración de José Luis Teijeiro

Revisado por:

Juan Carlos Gómez Verdugo
Miguel Ángel San Emeterio
Iván Gutiérrez
Eduardo Gavilán
