

**Doc 10019**  
**AN/507**



# **Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)**

---

Aprobado por el Secretario General  
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2015

Organización de Aviación Civil Internacional



**Doc 10019**  
**AN/507**



# **Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)**

---

Aprobado por el Secretario General  
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2015

Organización de Aviación Civil Internacional

Publicado por separado en español, árabe, chino, francés, inglés y ruso,  
por la ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL  
999 Robert-Bourassa Boulevard, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

La información sobre pedidos y una lista completa de los agentes de ventas  
y libreros pueden obtenerse en el sitio web de la OACI: [www.icao.int](http://www.icao.int)

*Primera edición, 2015*

**Doc 10019, *Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)***

Núm. de pedido: 10019

ISBN 978-92-9249-742-2

© OACI 2015

Reservados todos los derechos. No está permitida la reproducción de ninguna  
parte de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni su transmisión, de  
ninguna forma ni por ningún medio, sin la autorización previa y por escrito de  
la Organización de Aviación Civil Internacional.





## PREÁMBULO

Los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) son un nuevo componente del sistema aeronáutico, que la OACI, los Estados y la industria aeroespacial se proponen comprender, definir y, en última instancia, integrar. Estos sistemas se basan en novedades tecnológicas aeroespaciales de última generación, que ofrecen avances que pueden abrir nuevas y mejores aplicaciones comerciales o civiles así como mejoras de la seguridad operacional y eficiencia de toda la aviación civil. La integración segura de los RPAS en el espacio aéreo no segregado será una actividad a largo plazo en la que muchos participantes interesados contribuirán con su experiencia y conocimientos en tópicos tan diversos como el otorgamiento de licencias y la calificación médica de los pilotos a distancia, tecnologías para sistemas de detectar y evitar, espectros de frecuencias (incluyendo su protección respecto a la interferencia no intencional o ilícita), normas de separación respecto de otras aeronaves y desarrollo de un marco normativo robusto.

Hasta este momento la aviación civil se ha basado en la noción de que un piloto dirige la aeronave desde el interior de ella misma y, con mucha frecuencia, con pasajeros a bordo. Retirar el piloto de la aeronave plantea importantes problemas técnicos y operacionales, cuya magnitud se está estudiando activamente en la comunidad aeronáutica. En el presente manual se proporciona orientación sobre muchos de estos problemas. A medida que en los años venideros aumente el conocimiento, la orientación para resolver estos problemas se hará cada vez más refinada. Se prevé que la información de los datos relativos a los RPAS evolucionará rápidamente a medida que los Estados y la industria aeroespacial avancen en su labor y aporten los resultados a la OACI.

El objetivo de la OACI al tratar los RPAS consiste en proporcionar un marco normativo internacional mediante Normas y métodos recomendados (SARPS), con el apoyo de Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS) y textos de orientación a efectos de afianzar la operación normal de los RPAS en todo el mundo en una forma segura, armonizada y fluida comparable a las de las operaciones tripuladas. Es de fundamental importancia que la introducción de las aeronaves pilotadas a distancia en el espacio aéreo no segregado y en los aeródromos de manera alguna aumenten los riesgos para la seguridad operacional de las aeronaves tripuladas.

El contenido del presente manual se elaboró a lo largo de tres años con aportes de muchos grupos de expertos de inspectores, explotadores y fabricantes de RPAS, representantes de pilotos, proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP), representantes del control de tránsito aéreo, órganos de investigación de accidentes, especialistas en actuación humana, expertos en vigilancia y comunicaciones y otros tópicos. Se basa en las más recientes formas de tecnología disponibles en el momento de su publicación. Como tal, estará sujeto a un proceso periódico de revisión que se basará en la elaboración de SARPS y PANS así como en aportes de la comunidad RPAS.

En este manual se hacen muchas referencias a documentos de la OACI, a saber Anexos, PANS, manuales y circulares. Dado que estos documentos se enmiendan con frecuencia, se debería asegurar que el documento en cuestión está actualizado. Nada en el presente manual debería interpretarse como contradictorio o incompatible con los SARPS y procedimientos que figuran en los Anexos y en los PANS.

### **Desarrollo futuro**

Mucho se apreciaría recibir comentarios sobre este manual de todas las partes involucradas en el desarrollo, vigilancia y explotación de los RPAS. Se ruega dirigir dichos comentarios a:

Secretario General  
Organización de Aviación Civil Internacional  
999 Robert-Bourassa Boulevard  
Montréal, Quebec  
Canada H3C 5H7

---

# ÍNDICE

	<i>Página</i>
<b>Glosario</b> .....	<b>(xi)</b>
<b>Capítulo 1. Marco normativo de la OACI y ámbito del manual</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 Reseña .....	1-1
1.2 Historia del marco jurídico .....	1-1
1.3 Fundamento del marco jurídico .....	1-5
1.4 Propósito del manual .....	1-8
1.5 Ámbito del manual .....	1-8
1.6 Principios rectores (consideraciones) .....	1-9
<b>Capítulo 2. Introducción a los RPAS</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 Reseña .....	2-1
2.2 Descripción de las RPA y componentes conexos .....	2-1
2.3 Operaciones de RPAS .....	2-3
<b>Capítulo 3. Autorización especial</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 Reseña .....	3-1
3.2 Reglas generales de utilización (Anexo 2, Apéndice 4) .....	3-1
<b>Capítulo 4. Aprobaciones de certificados de tipo y de aeronavegabilidad</b> .....	<b>4-1</b>
4.1 Introducción .....	4-1
4.2 Generalidades .....	4-1
4.3 Principios rectores .....	4-2
4.4 Certificación inicial .....	4-3
4.5 Enlace C2 .....	4-5
4.6 Manual de vuelo .....	4-6
4.7 Mantenimiento de la aeronavegabilidad .....	4-6
4.8 Lista de desviaciones respecto a la configuración (CDL) y lista maestra de equipo mínimo (MMEL) .....	4-7
4.9 Vigilancia del diseño .....	4-7
4.10 Aprobación de la organización de diseño .....	4-7
4.11 Producción .....	4-7
4.12 Integración de productos RPAS .....	4-8
4.13 Certificación de la aeronavegabilidad .....	4-8
4.14 Registros de gestión de la configuración del RPAS .....	4-9
4.15 Mantenimiento de la validez de los certificados .....	4-9

	<i>Página</i>
4.16 Operaciones .....	4-9
4.17 Responsabilidad de los Estados de diseño, fabricación, matrícula y del explotador .....	4-10
4.18 Consideraciones para el futuro .....	4-11
<b>Capítulo 5. Matrícula de las RPA.....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Marcas de nacionalidad y matrícula .....	5-1
<b>Capítulo 6. Responsabilidades del explotador de RPAS .....</b>	<b>6-1</b>
6.1 Reseña .....	6-1
6.2 Generalidades .....	6-1
6.3 Certificado de explotador de RPAS (ROC).....	6-2
6.4 Gestión del personal.....	6-4
6.5 Vigilancia de los proveedores de servicios de comunicaciones .....	6-7
6.6 Requisitos de documentos .....	6-7
6.7 Instalaciones y servicios operacionales.....	6-10
6.8 Responsabilidades del explotador de RPAS para el mantenimiento de la aeronavegabilidad .....	6-10
6.9 Tripulación de vuelo a distancia y personal de apoyo .....	6-13
<b>Capítulo 7. Gestión de la seguridad operacional.....</b>	<b>7-1</b>
7.1 Reseña .....	7-1
7.2 Programa estatal de seguridad operacional (SSP).....	7-1
7.3 Explotador de RPAS.....	7-2
7.4 Sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS) del explotador de RPAS .....	7-2
7.5 Responsabilidades y obligaciones de rendición de cuentas sobre la seguridad operacional.....	7-2
7.6 Identificación de peligros y gestión de riesgos de seguridad operacional en las operaciones RPAS.....	7-4
7.7 Coordinación de la planificación de respuestas a emergencias .....	7-4
<b>Capítulo 8. Otorgamiento de licencias y competencia.....</b>	<b>8-1</b>
8.1 Reseña .....	8-1
8.2 Fundamentos.....	8-1
8.3 Autoridad otorgadora de licencias .....	8-2
8.4 Orientación para el reglamentador sobre reglas relativas a la licencia de piloto a distancia y a la competencia del observador de RPA.....	8-2
8.5 Instructor en RPAS.....	8-9
8.6 Competencia del observador de RPA.....	8-12
8.7 Evaluación médica.....	8-12

	<i>Página</i>
<b>Capítulo 9. Operaciones de RPAS .....</b>	<b>9-1</b>
9.1 Reseña .....	9-1
9.2 Planificación operacional de los vuelos .....	9-1
9.3 Manuales de RPAS .....	9-1
9.4 Consideraciones ambientales.....	9-2
9.5 Consideraciones sobre operaciones.....	9-3
9.6 Transferencia de RPS .....	9-8
9.7 Emergencias y contingencias .....	9-10
9.8 Limitaciones de utilización de la performance de la RPA .....	9-11
9.9 Tripulación de vuelo a distancia .....	9-12
9.10 Accidentes e incidentes graves .....	9-12
9.11 Requisitos de seguridad y protección.....	9-13
9.12 Transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea .....	9-14
<b>Capítulo 10. Detectar y evitar (DAA) .....</b>	<b>10-1</b>
10.1 Reseña .....	10-1
10.2 Identificación de peligros .....	10-1
10.3 Detectabilidad y perceptibilidad .....	10-2
10.4 Enfoque de gestión de conflictos con respecto a DAA .....	10-3
10.5 Detección de peligros por la RPA.....	10-4
10.6 Consideraciones especiales para operaciones de RPAS a muy baja altura (VLL).....	10-5
10.7 Conciencia de la situación .....	10-5
10.8 Equipo DAA para RPAS .....	10-6
10.9 Supervisión de la integridad .....	10-6
10.10 Consideraciones de seguridad operacional en el sistema de aviación total.....	10-6
10.11 Interfuncionamiento de DAA para el tránsito en conflicto .....	10-7
10.12 DAA para tránsito en conflicto — hipótesis y políticas operacionales.....	10-7
10.13 Mitigación del riesgo de colisión con el terreno y obstáculos .....	10-11
10.14 Mitigación del riesgo de condiciones meteorológicas peligrosas.....	10-12
10.15 Mitigación del riesgo de colisión durante operaciones en tierra .....	10-13
10.16 Mitigación del riesgo de otros peligros en vuelo .....	10-13
<b>Capítulo 11. Enlace de mando y control (C2).....</b>	<b>11-1</b>
11.1 Generalidades .....	11-1
11.2 Ámbito de los SARPS previstos para el enlace C2.....	11-2
11.3 Arquitectura y requisitos del enlace C2 .....	11-2
11.4 Procedimientos de gestión del enlace C2 .....	11-8
11.5 Requisitos de protección del enlace C2.....	11-9
11.6 Características de la pérdida del enlace C2 y procedimientos conexos .....	11-10
11.7 Recuperación del enlace C2.....	11-15

	<i>Página</i>
<b>Capítulo 12. Comunicaciones ATC .....</b>	<b>12-1</b>
12.1 Reseña .....	12-1
12.2 Opciones de arquitectura de las comunicaciones ATC por enlace de voz y datos.....	12-1
12.3 Voz y datos hacia y desde la RPS, retransmitidos a través de la RPA.....	12-2
12.4 Transmisión de voz y datos de ATC hacia o desde la RPS sin retransmisión a través de la RPA.....	12-4
12.5 Requisitos específicos de comunicaciones para operaciones en VLOS .....	12-7
12.6 Comunicaciones ATC — Performance de comunicación requerida (RCP) .....	12-8
12.7 Equipo mínimo de comunicaciones de a bordo .....	12-8
12.8 Desarrollo futuro .....	12-9
<b>Capítulo 13. Estación de piloto a distancia (RPS) .....</b>	<b>13-1</b>
13.1 Reseña .....	13-1
13.2 Reseña funcional.....	13-1
13.3 Consideraciones relativas a diferentes configuraciones operacionales en las RPS.....	13-3
13.4 Requisitos de presentación visual y mandos para las RPS con capacidad BVLOS.....	13-4
13.5 RPS con capacidad para operar RPA de uno o más tipos .....	13-5
13.6 Repercusiones de la actuación humana.....	13-6
13.7 Visualización de información para DAA.....	13-7
<b>Capítulo 14. Integración de las operaciones RPAS en la ATM y procedimientos ATM.....</b>	<b>14-1</b>
14.1 Reseña .....	14-1
14.2 Principios de integración.....	14-1
14.3 Reglas de vuelo .....	14-3
14.4 SMS de los ANSP.....	14-7
<b>Capítulo 15. Uso de aeródromos.....</b>	<b>15-1</b>
15.1 Reseña .....	15-1
15.2 Generalidades .....	15-1
15.3 Anexo 14 y aplicación de especificaciones de aeródromo a las RPA.....	15-1
15.4 Cuestiones de integración en los aeródromos.....	15-1
15.5 Entorno de aeródromo controlado .....	15-2
15.6 Servicio de información de vuelo de aeródromo (AFIS) .....	15-2
<b>Apéndice A. Formulario de solicitud de autorización .....</b>	<b>Ap A-1</b>
<b>Apéndice B. Flujo de información por el enlace C2 .....</b>	<b>Ap B-1</b>

# GLOSARIO

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACAS	sistema anticolidión de a bordo
ACP	Grupo de expertos sobre comunicaciones aeronáuticas
ADS-B	vigilancia dependiente automática — radiodifusión
AFIS	servicio de información de vuelo de aeródromo
AGL	sobre el nivel del terreno
ANC	Comisión de Aeronavegación
ANSP	proveedor de servicios de navegación aérea
ATC	control de tránsito aéreo
ATCO	controlador de tránsito aéreo
ATM	gestión del tránsito aéreo
ATPL	licencia de piloto de transporte de línea aérea
ATS	servicio de tránsito aéreo
BRLOS	más allá de la visibilidad directa de radio
BVLOS	más allá de la visibilidad directa visual
C2	mando y control
CA	anticolidión
CDL	lista de desviaciones respecto a la configuración
CofA	certificado de aeronavegabilidad
CNS	comunicaciones, navegación y vigilancia
CPA	punto de proximidad máxima
CPDLC	comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto
DAA	detectar y evitar
ELT	transmisor de localización de emergencia
EM	electromagnético
EUROCAE	Organización europea para el equipamiento de la aviación civil
FCC	computadora de control de vuelo
FMS	sistema de gestión de vuelo
FRMS	sistema de gestión de los riesgos asociados a la fatiga
FSS	servicio fijo por satélite
FSTD	dispositivo de instrucción para simulación de vuelo
GPWS	sistema de advertencia de la proximidad del terreno
HALE	gran altitud, gran autonomía
HF	alta frecuencia
HMI	interfaz ser humano-máquina
ICA	instrucciones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad
IFR	reglas de vuelo por instrumentos
IMC	condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos
LIDAR	fotodetección y telemetría
MA	avisos de maniobra
MAC	colisión en vuelo
MAWS	sistema de advertencia de altitud mínima
MCM	manual de control de mantenimiento
METAR	informe meteorológico ordinario de aeródromo
MMEL	lista maestra de equipo mínimo

---

MPL	licencia de piloto con tripulación múltiple
MTOM	masa máxima de despegue
NextGen	sistema de transporte aéreo de la próxima generación
NM	milla marina
NMAC	cuasicolisión en vuelo
NOTAM	aviso a los aviadores
PBN	navegación basada en la performance
PIC	piloto al mando
PPL	licencia de piloto privado
RCP	performance de comunicación requerida
RF	radio frecuencia
RLOS	visibilidad directa de radio
ROC	certificado de explotador de RPAS
RPA	aeronave pilotada a distancia
RPAS	sistema(s) de aeronaves(s) pilotada(s) a distancia
RPASP	Grupo de expertos sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia
RPS	estación(es) de pilotaje a distancia
RVSM	separación vertical mínima reducida
RWC	mantenerse alejado (mantener suficiente distancia/separación segura)
SARPS	normas y métodos recomendados
SATCOM	comunicación por satélite
SESAR	Programa de investigación ATM en el marco del Cielo único europeo
SIP	Programa de integridad estructural
SLA	acuerdo de nivel de servicio
SLS	especificaciones de nivel de servicio
SMS	sistema de gestión de la seguridad operacional
SPECI	informe meteorológico especial de aeródromo
SSP	Programa estatal de seguridad operacional
SSR	radar secundario de vigilancia
SWIM	gestión de la información de todo el sistema
TAWS	sistema de advertencia y alarma de impacto
TC	certificado de tipo
TCDS	hoja de datos de certificado de tipo
TEM	gestión de amenazas y errores
TLS	nivel deseado de seguridad operacional
Tsloss	tiempo (pérdida de enlace sostenida)
TSO	orden de norma técnica
UAS	sistema de aeronave no tripulada
UASSG	Grupo de estudio sobre sistemas de aeronaves no tripuladas
UAV	vehículo aéreo no tripulado ( <i>término obsoleto</i> )
UIT/CMR	Unión Internacional de Telecomunicaciones/Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones
VFR	reglas de vuelo visual
VHF	muy alta frecuencia
VLL	muy bajo nivel
VLOS	visibilidad directa visual
VMC	condiciones meteorológicas de vuelo visual

## DEFINICIONES

*Nota.— Los términos que figuran a continuación se utilizan en el contexto de este manual. Los términos indicados con un asterisco (\*) no tienen carácter oficial en la OACI. Cuando un término tenga significado distinto al de la definición oficialmente reconocida por la OACI, esto se indica con dos asteriscos (\*\*).*

**Accidente.** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave que, en el caso de una aeronave tripulada, ocurre entre el momento en que una persona entra a bordo de la aeronave, con la intención de realizar un vuelo, y el momento en que todas las personas han desembarcado o, en el caso de una aeronave no tripulada, que ocurre entre el momento en que la aeronave está lista para desplazarse con el propósito de realizar un vuelo y el momento en que se detiene al finalizar el vuelo y se apaga su sistema de propulsión principal, durante el cual:

a) cualquier persona sufre lesiones mortales o graves a consecuencia de:

- hallarse en la aeronave, o
- por contacto directo con cualquier parte de la aeronave, incluso las partes que se hayan desprendido de la aeronave, o
- por exposición directa al chorro de un reactor,

*excepto* cuando las lesiones obedezcan a causas naturales, se las haya causado una persona a sí misma o hayan sido causadas por otras personas o se trate de lesiones sufridas por pasajeros clandestinos escondidos fuera de las áreas destinadas normalmente a los pasajeros y la tripulación; o

b) la aeronave sufre daños o roturas estructurales que:

- afectan adversamente su resistencia estructural, su performance o sus características de vuelo, y
- que normalmente exigen una reparación importante o el recambio del componente afectado,

*excepto* por falla o daños del motor, cuando el daño se limita a un solo motor (incluido su capó o sus accesorios), hélices, extremos de ala, antenas, sondas, álabes, neumáticos, frenos, ruedas, cadenas, paneles, puertas del tren de aterrizaje, parabrisas, revestimiento de la aeronave (como pequeñas abolladuras o perforaciones), o por daños menores a palas del rotor principal, palas del rotor compensador, tren de aterrizaje y los que resulten de granizo o choques con aves (incluyendo perforaciones en el radomo); o

c) la aeronave desaparece o es totalmente inaccesible.

**Actuación humana.** Capacidades y limitaciones humanas que repercuten en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas.

**Aeródromo.** Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipo) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento de superficie de aeronave.

**Aeródromo controlado.** Aeródromo en el que se facilita servicio de control de tránsito aéreo para el tránsito del aeródromo.

*Nota.— La expresión “aeródromo controlado” indica que se facilita el servicio de control de tránsito para el tránsito del aeródromo, pero no implica que tenga que existir necesariamente una zona de control.*

**Aeronave.** Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

**Aeronave autónoma\*.** Aeronave no tripulada que no permite la intervención del piloto en la gestión del vuelo.

**Aeronave pilotada a distancia (RPA).** Aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia.

**Análisis de datos de vuelo.** Proceso para analizar los datos de vuelo registrados a fin de mejorar la seguridad de las operaciones de vuelo.

**Área de aterrizaje.** Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.

**Área de control.** Espacio aéreo controlado que se extiende hacia arriba desde un límite especificado sobre el terreno.

**Área de maniobras.** Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de las aeronaves, excluyendo las plataformas.

**Área de movimiento.** Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje, rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

**Asesoramiento anticollisión.** Asesoramiento prestado por una dependencia de los servicios de tránsito aéreo con indicación de maniobras específicas para ayudar al piloto a evitar una colisión.

**Autoridad competente.**

- a) en cuanto a los vuelos sobre alta mar: la autoridad apropiada del Estado de matrícula.
- b) en cuanto a los vuelos que no sean sobre alta mar: la autoridad apropiada del Estado que tenga soberanía sobre el territorio sobrevolado.

**Autoridad ATS competente.** La autoridad apropiada designada por el Estado responsable de proporcionar los servicios de tránsito aéreo en el espacio aéreo de que se trate.

**Autorización del control de tránsito aéreo.** Autorización para que una aeronave proceda en condiciones especificadas por una dependencia de control de tránsito aéreo.

*Nota 1.— Por razones de comodidad, la expresión “autorización del control de tránsito aéreo” suele utilizarse en la forma abreviada de “autorización” cuando el contexto lo permite.*

*Nota 2.— La forma abreviada “autorización” puede ir seguida de las palabras “de rodaje”, “de despegue”, “de salida”, “en ruta”, “de aproximación” o “de aterrizaje”, para indicar la parte concreta del vuelo a que se refiere.*

**Avión.** Aerodino propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

**Categoría de aeronave.** Clasificación de las aeronaves de acuerdo con características básicas especificadas, p. ej., avión, helicóptero, planeador, globo libre.

**Certificado de explotador de RPAS (ROC)\*.** Certificado por el que se autoriza a un explotador a realizar determinadas operaciones de RPAS.

**Certificado de tipo.** Documento expedido por un Estado contratante para definir el diseño de un tipo de aeronave y certificar que dicho diseño satisface los requisitos pertinentes de aeronavegabilidad del Estado.

**Comunicaciones por enlace de datos.** Forma de comunicación destinada al intercambio de mensajes mediante enlace de datos.

**Comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC).** Comunicación entre el controlador y el piloto por medio de enlace de datos para las comunicaciones ATC.

**Condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos (IMC).** Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes y techo de nubes, inferiores a los mínimos especificados para las condiciones meteorológicas de vuelo visual.

**Condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC).** Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes y techo de nubes, iguales o mejores que los mínimos especificados.

**Control de operaciones.** Autoridad ejercida respecto a la iniciación, continuación, desviación o terminación de un vuelo en interés de la seguridad operacional de la aeronave y de la regularidad y eficacia del vuelo.

**Dependencia de los servicios de tránsito aéreo.** Expresión genérica que se aplica, según el caso, a una dependencia del control de tránsito aéreo, a un centro de información de vuelo o a una oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo.

**Dependencia del control de tránsito aéreo.** Expresión genérica que se aplica, según el caso, a un centro de control de área, a una dependencia de control de aproximación o a una torre de control de aeródromo.

**Detectar y evitar.** Capacidad de ver, captar o detectar tránsito en conflicto u otros peligros y adoptar las medidas apropiadas para cumplir con las reglas de vuelo aplicables.

**Eficacia de la seguridad operacional.** Logro de un Estado o un proveedor de servicios en lo que respecta a la seguridad operacional, de conformidad con lo definido mediante sus metas e indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional.

**Enlace de mando y control (C2).** Enlace de datos entre la aeronave pilotada a distancia y la estación de pilotaje a distancia para fines de dirigir el vuelo.

**Espacio aéreo controlado.** Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tránsito aéreo, de conformidad con la clasificación del espacio aéreo.

*Nota.— Espacio aéreo controlado es una expresión genérica que abarca las clases A, B, C, D y E del espacio aéreo ATS, descritas en el Anexo 11, 2.6.*

**Espacio aéreo segregado\*.** Espacio aéreo de dimensiones específicas asignados para uso exclusivo de un usuario o usuarios.

**Especificaciones para las operaciones\*\*.** Autorizaciones, condiciones y limitaciones relacionadas con el certificado del explotador de RPAS y sujetas a las condiciones que figuran en el Manual de operaciones.

**Estación de pilotaje a distancia.** El componente del sistema de aeronave pilotada a distancia que contiene el equipo que se utiliza para pilotar una aeronave a distancia.

**Estado de diseño.** Estado que tiene jurisdicción sobre la entidad responsable del diseño de tipo.

**Estado de fabricación.** Estado que tiene jurisdicción sobre la entidad responsable del montaje final de la aeronave.

**Estado de matrícula.** Estado en el cual está matriculada la aeronave.

**Estado del explotador.** Estado en el que está ubicada la oficina principal del explotador o, de no haber tal oficina, la residencia permanente del explotador.

**Explotador.** Persona, organización o empresa que se dedica, o propone dedicarse, a la explotación de aeronaves.

*Nota.— En el contexto de las aeronaves pilotadas a distancia, la operación de la aeronave comprende todo el sistema de aeronave pilotada a distancia.*

**Fatiga.** Estado fisiológico que se caracteriza por una reducción de la capacidad de desempeño mental o físico debido a la falta de sueño o períodos prolongados de vigilia, fase circadiana o volumen de trabajo (actividad mental o física) que puede menoscabar el estado de alerta de un miembro de la tripulación y su habilidad para operar con seguridad una aeronave o realizar sus funciones relacionadas con la seguridad operacional.

**Giroavión.** Aerodino propulsado por motor, que se mantiene en vuelo en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores.

**Globo libre no tripulado.** Aeróstato sin tripulación propulsado por medios no mecánicos, en vuelo libre.

**Helicóptero.** Aerodino más pesado que el aire, que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales.

*Nota.— Algunos Estados emplean el término “giroavión” como sinónimo de “helicóptero”.*

**IFR.** Símbolo empleado para designar las reglas de vuelo por instrumentos.

**Incidente.** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente, que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.

*Nota.— Los tipos de incidentes que revisten interés para los estudios relacionados con la seguridad operacional comprenden los incidentes que figuran en la lista del Adjunto C del Anexo 13.*

**Indicador de rendimiento en materia de seguridad operacional.** Parámetro basado en datos que se utiliza para observar y evaluar el rendimiento en materia de seguridad operacional.

**Información de tránsito.** Información expedida por una dependencia de servicios de tránsito aéreo para alertar al piloto sobre otro tránsito conocido u observado que pueda estar cerca de la posición o ruta previstas de vuelo y para ayudar al piloto a evitar una colisión.

**Instrucciones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad (ICA).** Conjunto de datos descriptivos, planificación de mantenimiento e instrucciones para el cumplimiento, elaborado por un titular de la aprobación de diseño con arreglo a la base de certificación para el producto aeronáutico. Las ICA proporcionan a los explotadores de servicios aéreos la información necesaria para preparar su propio programa de mantenimiento y también para que los organismos de mantenimiento reconocidas establezcan sus instrucciones para el cumplimiento.

**Lista de equipo mínimo (MEL).** Lista del equipo que basta para el funcionamiento de una aeronave, a reserva de determinadas condiciones, cuando parte del equipo no funciona, y que ha sido preparada por el explotador de conformidad con la MMEL establecida para el tipo de aeronave, o de conformidad con criterios más restrictivos.

**Lista maestra de equipo mínimo (MMEL).** Lista establecida para un determinado tipo de aeronave para el organismo responsable del diseño del tipo de aeronave con aprobación del Estado de diseño, en la que figuran elementos del equipo, de uno o más de los cuales podrían prescindirse al inicio de un vuelo. La MMEL puede estar asociada a condiciones de operación, limitaciones o procedimientos especiales.

**Mantenimiento.** Realización de las tareas requeridas para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de una aeronave, incluyendo, por separado o en combinación, la revisión general, inspección, sustitución, rectificación de defectos y la realización de una modificación o reparación.

**Mantenimiento de la aeronavegabilidad.** Conjunto de procedimientos que permite asegurar que las aeronaves, los motores, las hélices o las piezas cumplan los requisitos aplicables de aeronavegabilidad y se mantengan en condiciones de operar de modo seguro durante toda su vida útil.

**Manual de operaciones.** Manual que contiene procedimientos, instrucciones y orientación que permiten al personal encargado de las operaciones desempeñar sus obligaciones.

**Manual de operaciones del sistema de aeronave pilotada a distancia\*\*.** Manual, aceptable para el Estado del explotador, que contiene procedimientos normales, anormales y de emergencia, listas de verificación, limitaciones, información sobre performance, detalles de la RPA y cada modelo de RPS conexo así como otros textos pertinentes a la operación del sistema de aeronave pilotada a distancia.

*Nota.— El manual de operaciones del sistema de aeronave pilotada a distancia es parte del manual de operaciones.*

**Manual de procedimientos del organismo de mantenimiento.** Documento que detalla la estructura del organismo de mantenimiento, así como sus responsabilidades de gestión, alcance de la labor, descripción de facilidades, procedimiento y mantenimiento y aseguramiento de la calidad o sistemas de inspección. Este documento está normalmente avalado por el jefe del organismo de mantenimiento.

**Miembro de la tripulación a distancia\*\*.** Miembro de la tripulación encargado de tareas esenciales para la operación de una aeronave pilotada a distancia durante un período de servicio de vuelo.

**Miembro de la tripulación de vuelo a distancia\*\*.** Miembro de la tripulación, titular de la correspondiente licencia, a quien se asignan obligaciones esenciales para la operación de un sistema de aeronave pilotada a distancia durante un período de servicio de vuelo.

**Mitigación de riesgos.** Proceso de incorporación de defensas o controles preventivos para reducir la gravedad o probabilidad de la consecuencia proyectada de un peligro.

**Nivel deseado de seguridad operacional (TLS).** Expresión genérica que representa el nivel de riesgo que se considera aceptable en circunstancias particulares.

**Observador de RPA.** Persona capacitada y competente, designada por el explotador, quien mediante observación visual de la aeronave pilotada a distancia, ayuda al piloto a distancia en la realización segura del vuelo.

**Operación autónoma\*.** Una operación durante la cual una aeronave pilotada a distancia vuela sin intervención de piloto en la gestión del vuelo.

**Operación con visibilidad directa visual (VLOS).** Operación en la cual el piloto a distancia u observador RPA mantiene contacto visual directo sin ayudas con la aeronave pilotada a distancia.

**Operación de transporte aéreo comercial.** Operación de aeronave que supone el transporte de pasajeros, carga o correo por remuneración o arrendamiento.

**Operación de la aviación general.** Operación de aeronave distinta de la de transporte aéreo comercial o de la de trabajos aéreos.

*Nota.— La expresión “aviación general” se aplica solamente a la aviación tripulada.*

**Período de servicio de vuelo\*\*.** Período que comienza cuando se requiere que un miembro de la tripulación a distancia se presente al servicio, en un vuelo o en una serie de vuelos, y termina cuando finaliza el servicio del miembro de la tripulación a distancia.

**Perceptibilidad\*.** Calidad de una aeronave (p. ej., iluminación o diseño de pintura), que le permite ser fácilmente vista o percibida por otros (p. ej., pilotos, ATCO, personal de aeródromo).

**Performance de comunicación requerida (RCP).** Declaración de los requisitos de performance para comunicaciones operacionales en relación con funciones ATM específicas.

**Período de descanso\*\*.** Período continuo y determinado de tiempo que sigue o precede al servicio, durante el cual los miembros de la tripulación a distancia están libres de todo servicio.

**Piloto a distancia.** Persona designada por el explotador para desempeñar funciones esenciales para la operación de una aeronave pilotada a distancia y para operar los controles de vuelo, según corresponda, durante el tiempo de vuelo.

**Piloto al mando a distancia\*\*.** Piloto a distancia designado por el explotador para estar al mando y encargarse de la realización segura de un vuelo.

**Piloto de relevo en crucero a distancia\*\*.** Miembro de la tripulación de vuelo a distancia designado para realizar tareas de piloto a distancia durante el vuelo de crucero para permitir al piloto al mando a distancia el descanso previsto.

**Plan de vuelo.** Información especificada que, respecto a un vuelo proyectado o aparte de un vuelo de una aeronave, se somete a las dependencias de los servicios de tránsito aéreo.

**Principios de factores humanos.** Principios que se aplican al diseño, certificación, instrucción, operaciones y mantenimiento aeronáuticos para lograr establecer una interfaz segura entre el componente humano y los otros componentes del sistema mediante la debida consideración de la actuación humana.

**Programa de mantenimiento.** Documento que describe las tareas concretas de mantenimiento programadas y la frecuencia con que han de efectuarse y procedimientos conexos, por ejemplo el programa de fiabilidad, que se requieren para la seguridad de las operaciones de aquellas aeronaves a las que se aplique el programa.

**Programa estatal de seguridad operacional (SSP).** Conjunto integrado de reglamentación y actividades encaminadas a mejorar la seguridad operacional.

**Registrador de vuelo\*\*.** Cualquier tipo de registrador instalado en la aeronave a fin de complementar la investigación de accidentes o incidentes. En el caso de las aeronaves pilotadas a distancia, también comprende cualquier tipo de registrador instalado en una estación de pilotaje a distancia con el propósito de complementar la investigación de accidentes o incidentes.

**Riesgo de seguridad operacional.** La probabilidad y la severidad previstas de las consecuencias o resultados de un peligro.

**Seguridad operacional.** Estado en el que los riesgos asociados a las actividades de aviación relativas a la operación de las aeronaves, o que apoyan directamente dicha operación, se reducen y controlan a un nivel aceptable.

**Servicio de control de tránsito aéreo.** Servicio suministrado con el fin de:

- a) prevenir colisiones:
  - 1) entre aeronaves, y
  - 2) en el área de maniobras, entre aeronaves y obstáculos; y
- b) acelerar y mantener ordenadamente el movimiento del tránsito aéreo.

**Servicio de tránsito aéreo.** Expresión genérica que se aplica, según el caso, a los servicios de información de vuelo, alerta, asesoramiento de tránsito aéreo, control de tránsito aéreo, (servicios de control de área, control de aproximación o control de aeródromo).

**Sistema anticolidión de a bordo (ACAS).** Un sistema de aeronave basada en señales de transpondedor del radar secundario de vigilancia (SSR) que funciona independientemente del equipo instalado en tierra para proporcionar aviso al piloto sobre posibles conflictos entre aeronaves dotadas de transpondedores SSR.

**Sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS).** Aeronave pilotada a distancia, su estación o estaciones conexas de pilotaje a distancia, los enlaces requeridos de mando y control y cualquier otro componente según lo especificado en el diseño de tipo.

**Sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS).** Enfoque sistemático para la gestión de la seguridad operacional que incluye las estructuras orgánicas, la obligación de rendición de cuentas, las políticas y los procedimientos necesarios.

**Sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS).** Medio que se sirve de actos para controlar y gestionar constantemente los riesgos de seguridad operacional relacionados con la fatiga, basándose en principios y conocimientos científicos y en experiencia operacional con la intención de asegurar que el personal pertinente esté desempeñándose con un nivel de alerta adecuado.

**Tiempo de vuelo — aviones.** Tiempo total transcurrido desde que el avión comienza a moverse con el propósito de despegar, hasta que se detiene completamente al finalizar el vuelo.

*Nota.— Tiempo de vuelo, tal como aquí se define, es sinónimo de tiempo “entre calzos” de uso general, que se cuenta a partir del momento en que el avión comienza a moverse con el propósito de despegar, hasta que se detiene completamente al finalizar el vuelo.*

**Tiempo de vuelo — helicópteros.** Tiempo total transcurrido desde que las palas del rotor comienzan a girar hasta que el helicóptero se detiene completamente al finalizar el vuelo y se paran las palas del rotor.

*Nota 1.— El Estado puede proporcionar orientación en los casos en que la definición de tiempo de vuelo no describa o permita las prácticas normales. Por ejemplo: cambio de tripulación sin detener los rotores y procedimiento de lavado de motor con los rotores en marcha después de un vuelo. En todo caso, el tiempo en que los rotores están en funcionamiento entre sectores de un vuelo se incluye en el cálculo del tiempo de vuelo.*

*Nota 2.— Esta definición se presenta solamente para fines de reglamentación de tiempo de vuelo y de servicio.*

**Tipo de performance de comunicación requerida (tipo RCP).** Un indicador (p. ej., RCP 240) que representa los valores asignados a los parámetros RCP para el tiempo de transacción, la continuidad, la disponibilidad y la integridad de las comunicaciones.

**Trabajos aéreos.** Operación de aeronave en la que ésta se aplica a servicios especializados tales como agricultura, construcción, fotografía, levantamiento de planos, observación y patrulla, búsqueda y salvamento, anuncios aéreos.

**Tránsito aéreo.** Todas las aeronaves que se hallan en vuelo y las que circulan por el área de maniobras de un aeródromo.

**Transferencia\*.** Acción de trasladar el control del pilotaje de una estación de pilotaje a distancia a otra.

**Vigilancia dependiente automática — radiodifusión (ADS-B).** Medio por el cual las aeronaves, los vehículos de aeródromo y otros objetos pueden transmitir o recibir, en forma automática, datos, identificación, posición y datos adicionales, según corresponda, en modo de radiodifusión mediante enlace de datos.

**Visibilidad.** En sentido aeronáutico se entiende por visibilidad el valor más elevado entre los siguientes:

- a) la distancia máxima a la que pueda verse y reconocerse un objeto de color negro de dimensiones convenientes, situado cerca del suelo, al ser observado ante un fondo brillante;
- b) la distancia máxima a la que puedan verse e identificarse las luces de aproximadamente 1 000 candelas ante un fondo no iluminado.

*Nota 1.— Estas dos distancias tienen distintos valores en una masa de aire de determinado coeficiente de extinción y la distancia de b) varía con la iluminación del fondo. La distancia de a) está representada por el alcance óptico meteorológico (MOR).*

*Nota 2.— La definición se aplica a las observaciones de visibilidad en los informes locales ordinarios y especiales, a las observaciones de la visibilidad reinante y mínima notificadas en el informe meteorológico ordinario de aeródromo (METAR) y en el informe meteorológico especial de aeródromo (SPECI) y en las observaciones de la visibilidad en tierra.*

**Visibilidad en vuelo.** Visibilidad hacia adelante desde el puesto de pilotaje de una aeronave en vuelo.

**VFR.** Símbolo empleado para designar las reglas de vuelo visual.

**Vuelo controlado.** Todo vuelo que está supeditado a una autorización del control de tránsito aéreo.

**Vuelo IFR.** Vuelo efectuado de acuerdo con las reglas de vuelo por instrumentos.

**Vuelo VFR.** Vuelo efectuado de acuerdo con las reglas de vuelo visual.

**Zona de control.** Espacio aéreo controlado que se extiende hacia arriba desde la superficie terrestre hasta un límite superior especificado.

**PUBLICACIONES**  
(citadas en este manual)

**Documentos de la OACI**

- Anexo 1 — *Licencias al personal*  
Anexo 2 — *Reglamento del aire*  
Anexo 3 — *Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional*  
Anexo 6 — *Operación de aeronaves*  
    Parte I — *Transporte aéreo comercial internacional — Aviones*  
    Parte II — *Aviación general internacional — Aviones*  
    Parte III — *Operaciones internacionales — Helicópteros*  
Anexo 7 — *Marcas de nacionalidad y de matrícula de las aeronaves*  
Anexo 8 — *Aeronavegabilidad*  
Anexo 10 — *Telecomunicaciones aeronáuticas*  
    Volumen I — *Radioayudas para la navegación*  
    Volumen II — *Procedimientos de comunicaciones, incluso los que tienen categorías de PANS*  
    Volumen III — *Sistemas de comunicaciones*  
    Volumen IV — *Sistemas de vigilancia y anticollisión*  
    Volumen V — *Utilización del espectro de radiofrecuencias aeronáuticas*  
Anexo 11 — *Servicios de tránsito aéreo*  
Anexo 13 — *Investigación de accidentes e incidentes de aviación*  
Anexo 14 — *Aeródromos*  
    Volumen I — *Diseño y operaciones de aeródromo*  
    Volumen II — *Helipuertos*  
Anexo 15 — *Servicios de información aeronáutica*  
Anexo 16 — *Protección del medio ambiente*  
    Volumen I — *Ruido de las aeronaves*  
Anexo 17 — *Seguridad*  
Anexo 18 — *Transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea*  
Anexo 19 — *Gestión de la seguridad operacional*
- Convenio sobre Aviación Civil Internacional* (Doc 7300), firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944 y enmendado por la Asamblea de la OACI
- Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo* (PANS-ATM, Doc 4444)
- Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (PANS-OPS, Doc 8168)
- Volumen I — *Procedimientos de vuelo*  
    Volumen II — *Construcción de procedimientos de vuelo visual y por instrumentos*
- Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Instrucción* (PANS-TRG, Doc 9868)
- Instrucciones técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea* (Doc 9284)
- Servicio de información de vuelo de aeródromo (AFIS)* (Cir 211)
- Manual de seguridad de la gestión del tránsito aéreo* (Doc 9985 — *Distribución limitada*)
- Designadores de tipo de aeronave* (Doc 8643)
- Manual de aeronavegabilidad* (Doc 9760)
- Manual de seguridad de la aviación* (Doc 8973 — *Distribución limitada*)
- Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683)
- Manual de medicina aeronáutica civil* (Doc 8984)
- Manual de procedimientos para el establecimiento y gestión de un sistema estatal para el otorgamiento de licencias al personal* (Doc 9379)
- Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación* (Doc 9689)
- Manual sobre una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft) entre FL 290 y FL 410 inclusive* (Doc 9574)

*Manual sobre performance de comunicación requerida (RCP) (Doc 9869)*

*Manual de gestión de la seguridad operacional (SMM) (Doc 9859)*

*Manual de procedimientos para la inspección, certificación y supervisión permanente de las operaciones (Doc 8335)*

*Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) (Cir 328)*

---

# Capítulo 1

## MARCO NORMATIVO DE LA OACI Y ÁMBITO DEL MANUAL

### 1.1 RESEÑA

1.1.1 Las aeronaves pilotadas a distancia son un tipo de aeronave no tripulada<sup>1</sup>. Todas las aeronaves no tripuladas, ya sean pilotadas a distancia, completamente autónomas o combinaciones de ambas, están sujetas a las disposiciones del Artículo 8 del *Convenio sobre Aviación Civil Internacional* (Doc 7300), firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944 y enmendado por la Asamblea de la OACI.

1.1.2 En este capítulo se abarcan la historia y los fundamentos del marco jurídico así como la finalidad y el ámbito del presente manual.

### 1.2 HISTORIA DEL MARCO JURÍDICO

1.2.1 El desarrollo del marco jurídico para la aviación civil internacional se inició con la Convención de París del 13 de octubre de 1919.

1.2.2 El Protocolo del 15 de junio de 1929, que enmendó la Convención de París, se refiere a las aeronaves sin piloto en un subpárrafo del Artículo 15 en los términos siguientes:

“Ninguna aeronave de un Estado contratante apta para ser dirigida sin piloto puede sobrevolar sin piloto el territorio de otro Estado contratante, salvo autorización especial”<sup>2</sup>.

1.2.3 El Convenio de Chicago del 7 de diciembre de 1944 sustituyó a la Convención de París. El Artículo 8 del Convenio de Chicago titulado “Aeronaves sin piloto” establece que:

“Ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con autorización especial de tal Estado y de conformidad con los términos de dicha autorización. Cada Estado contratante se compromete a asegurar que los vuelos de tales aeronaves sin piloto en las regiones abiertas a la navegación de las aeronaves civiles sean controlados de forma que se evite todo peligro a las aeronaves civiles”.

1.2.4 Para comprender las repercusiones del Artículo 8 y su incorporación a partir de la Convención de París de 1919 (Artículo 15) en el Convenio de Chicago de 1944, debe considerarse la intención de quienes lo redactaron. Las aeronaves controladas a distancia y no controladas (autónomas) ya existían cuando la Primera Guerra Mundial, explotadas por entidades civiles y militares. Por consiguiente, “aeronave capaz de volar sin piloto” se refiere a la situación en que no hay piloto a bordo de la aeronave.

---

1. Anexo 7 — *Marcas de nacionalidad y de matrícula de las aeronaves*.

2. Este subpárrafo del Artículo 15 fue modificado, para que tuviera la redacción indicada, por un Protocolo fechado en París 15 de junio de 1929 y que entró en vigor el 17 de mayo de 1933.

1.2.5 La Undécima Conferencia de Navegación Aérea (ANConf/11), celebrada en Montreal, del 22 de septiembre al 3 de octubre de 2003, apoyó el concepto operacional de gestión del tránsito aéreo (ATM) mundial que contiene el texto siguiente: “Un vehículo aéreo no tripulado es una aeronave sin piloto en el sentido del Artículo 8 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, que vuela sin un piloto al mando a bordo y que se controla a distancia y plenamente desde otro lugar (tierra, otra aeronave, espacio) o que ha sido programada y es plenamente autónoma”.

1.2.6 Este concepto de vehículo aéreo no tripulado (UAV) fue avalado por el 35º período de sesiones de la Asamblea de la OACI en 2004.

1.2.7 Como consecuencia, toda aeronave no tripulada es una aeronave “sin piloto”, coincidiendo con la intención de los redactores del Artículo 8. Se hizo hincapié en la importancia de la disposición de que las aeronaves que vuelan sin un piloto a bordo “sean controladas de forma que se evite todo peligro a las aeronaves civiles”, indicando que los redactores reconocieron que debe aplicarse a las “aeronaves sin piloto” una medida de control en relación con una así llamada obligación de “tener debidamente en cuenta” similar a las de las aeronaves de Estado.

1.2.8 El 12 de abril de 2005, durante la primera sesión de su 169º período de sesiones, la Comisión de Aeronavegación (ANC) pidió al Secretario General que consultara a Estados y organizaciones internacionales seleccionados con respecto a actividades civiles internacionales presentes y previstas con vehículos aéreos no tripulados (UAV) en el espacio aéreo civil, procedimientos para evitar peligros a las aeronaves civiles planteados por UAV explotados como aeronaves de Estado y procedimientos que podrían instituirse para la expedición de autorizaciones operacionales especiales para los vuelos internacionales civiles de UAV.

1.2.9 Posteriormente, el 23 y 24 de mayo de 2006 se celebró en Montreal una primera reunión exploratoria de la OACI sobre UAV. El objetivo de la misma fue determinar la posible función de la OACI en la elaboración de reglamentación sobre UAV. La reunión convino en que, aunque existiría en última instancia una amplia gama de especificaciones y normas técnicas y de performance, sólo una parte de éstas debería transformarse en Normas y métodos recomendados (SARPS) de la OACI. También se determinó que la OACI no era el órgano más adecuado para dirigir las actividades de elaboración de tales especificaciones. No obstante, se convino en que era necesario armonizar términos, estrategias y principios con respecto al marco normativo y que la OACI debería servir de agente coordinador.

1.2.10 La segunda reunión oficiosa de la OACI (Palm Coast, Florida, 11 y 12 de enero de 2007) concluyó en que la labor sobre especificaciones técnica para operaciones UAV estaba ya bien avanzada tanto en la RTCA Inc., como en la Organización Europea para el Equipamiento de la Aviación Civil (EUROCAE) y se coordinaba adecuadamente mediante un comité conjunto de sus dos grupos de trabajo. Por consiguiente, el aspecto principal para la OACI se relacionaba con la necesidad de garantizar la seguridad y la uniformidad de las operaciones de la aviación civil internacional. En este contexto, se convino en que no existía la necesidad específica de introducir nuevos SARPS de la OACI en esta etapa temprana. No obstante, era necesario armonizar nociones, conceptos y términos. La reunión convino en que la OACI debería coordinar la elaboración de un documento de orientación estratégica que guiara la evolución normativa. Aunque no tendría carácter vinculante, el documento de orientación se utilizaría como base para la elaboración de reglamentos por los diversos Estados y organizaciones. A medida que los textos normativos elaborados por los Estados y organizaciones cobraran madurez, podría proponerse su inclusión en el documento de orientación de la OACI. Este serviría, entonces, como base para lograr consenso en la elaboración ulterior de SARPS.

1.2.11 La reunión opinó firmemente que la elaboración posible de SARPS debería emprenderse en forma bien coordinada. Dado que se trataba de una tecnología emergente se opinó que existía una oportunidad única para asegurar la armonización y la uniformidad en una etapa temprana y que todas las actividades de la OACI al respecto deberían basarse en un enfoque estratégico y apoyar la labor emergente de otros órganos de reglamentación. La reunión también sugirió que a partir de este punto, el objeto temático debería denominarse “sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)”, con arreglo a los acuerdos de RTCA y EUROCAE.

1.2.12 Finalmente, se llegó a la conclusión de que la OACI debería oficiar de coordinador para el interfuncionamiento y la armonización mundiales, elaborar un concepto normativo, coordinar la elaboración de SARPS sobre UAS, contribuir a la elaboración de especificaciones técnicas con otros órganos e identificar necesidades de comunicación para la actividad sobre UAS.

1.2.13 Para ayudar a la OACI a cumplir los objetivos identificados, la ANC, en la segunda sesión de su 175º período de sesiones celebrada el 19 de abril de 2007, aprobó el establecimiento del grupo de estudio sobre sistemas de aeronaves no tripuladas (UASSG), y definió las siguientes atribuciones y programa de trabajo:

Atribuciones del UASSG:

Teniendo en cuenta los rápidos progresos tecnológicos, ayudar a la Secretaría a coordinar la elaboración de Normas y métodos recomendados (SARPS) de la OACI, así como procedimientos y textos de orientación para sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), a fin de apoyar una integración segura, protegida y eficiente de las UAS en el espacio aéreo no segregado y en los aeródromos.

Programa de trabajo del UASSG:

- a) actuar como punto focal y agente coordinador de toda la labor de la OACI relacionada con los UAS, con miras a asegurar el interfuncionamiento y la armonización mundiales;
- b) desarrollar un concepto normativo de UAS y texto de orientación conexas para apoyar y guiar el proceso de reglamentación;
- c) examinar los SARPS de la OACI, proponer enmiendas y coordinar la elaboración de SARPS sobre UAS con otros órganos de la OACI;
- d) contribuir a la elaboración de especificaciones técnicas por otros órganos (p. ej., términos, conceptos), según se le solicite; y
- e) coordinar con el Grupo de expertos sobre comunicaciones aeronáuticas (ACP) de la OACI, según se requiera, para apoyar la elaboración de una postura común sobre anchura de banda y requisitos de espectro de frecuencias relativos al mando y control de los UAS para las negociaciones con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)/Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR).

1.2.14 En primer lugar, el UASSG consideró la introducción de la expresión “pilotada a distancia” en su tercera reunión, celebrada del 15 al 18 de septiembre de 2009, después de llegar a la conclusión de que solo las aeronaves no tripuladas que son pilotadas a distancia podrían integrarse junto con las aeronaves tripuladas en el espacio aéreo no segregado y en los aeródromos. Por consiguiente, el Grupo de expertos decidió reducir su centro de interés de todos los UAS a solamente aquellos que son pilotados a distancia.

1.2.15 El UASSG elaboró el documento *Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)* (Cir 328) que se publicó en marzo de 2011. Esta circular proporciona a los Estados un panorama de aspectos que deberían tratarse en los Anexos para asegurar que los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) cumplirían con las disposiciones del Convenio de Chicago. En marzo de 2012, el primer conjunto importante de SARPS relativos a los RPAS se adoptó para el Anexo 2 — *Reglamento del aire* y el Anexo 7 — *Marcas de nacionalidad y de matrícula de las aeronaves*. Posteriormente el UASSG dedicó su atención a la preparación de la primera edición del presente manual.

#### **Grupo de expertos sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPASP)**

1.2.16 El 6 de mayo de 2014, en la segunda sesión de su 196º período de sesiones, la ANC convino en establecer el RPASP al que se encomendó continuar la labor iniciada por el UASSG con los objetivos siguientes:

- a) actuar como punto focal y agente coordinador de toda la labor de la OACI relacionada con los RPAS, con miras a asegurar el interfuncionamiento y la armonización mundiales;
- b) elaborar un concepto normativo de RPAS y texto de orientación conexo para apoyar y guiar el proceso de reglamentación;
- c) examinar los SARPS de la OACI, proponer enmiendas y coordinar la elaboración de SARPS sobre RPAS con otros grupos de expertos de la OACI;
- d) evaluar las consecuencias que las disposiciones propuestas tendrían sobre la aviación tripulada existente; y
- e) coordinar, según sea necesario, para apoyar la elaboración de una postura común sobre anchura de banda y requisitos de espectro de frecuencias relativos a mando y control de RPAS para las negociaciones con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)/Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR).

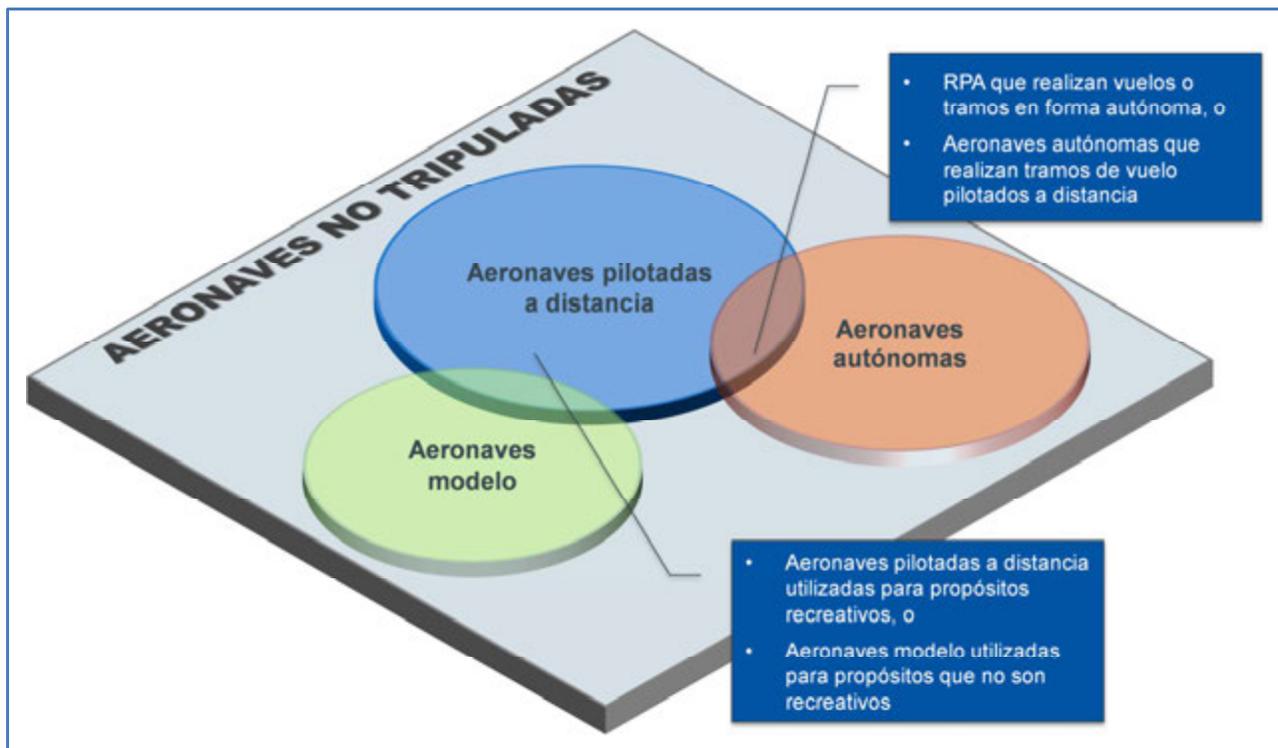


Figura 1-1. Aeronaves no tripuladas

## 1.3 FUNDAMENTO DEL MARCO JURÍDICO

### Introducción

1.3.1 Los Estados contratantes<sup>3</sup> han convenido en derechos y obligaciones específicos a fin de que la aviación civil internacional pueda desarrollarse de manera segura y ordenada y de que los servicios internacionales de transporte aéreo puedan establecerse sobre una base de igualdad de oportunidades y realizarse de modo sano y económico. En principio, estos derechos y obligaciones se aplicarán por igual a las aeronaves civiles tanto tripuladas como no tripuladas. A continuación se tratan las repercusiones de varios artículos del Convenio de Chicago.

### Artículos específicos y su aplicación a los RPAS

#### Artículo 3 bis

“... b) Los Estados contratantes reconocen que todo Estado tiene derecho, en el ejercicio de su soberanía, a exigir el aterrizaje en un aeropuerto designado de una aeronave civil que sobrevuele su territorio sin estar facultada para ello ... asimismo puede dar a dicha aeronave toda otra instrucción necesaria para poner fin a este acto de violación. ...

c) Toda aeronave civil acatará una orden dada de conformidad con el párrafo b) del presente artículo ...”.

1.3.2 En ciertas circunstancias, los Estados contratantes tienen derecho a exigir que las aeronaves civiles que vuelan por encima de su territorio aterricen en aeródromos designados, con arreglo al Artículo 3 bis b) y c). Por consiguiente, el piloto de la RPA deberá ser capaz de cumplir las instrucciones proporcionadas por el Estado, incluso por medios electrónicos o visuales, y tener la capacidad de dirigirse al aeropuerto especificado a petición del Estado. El requisito de responder a las instrucciones basado en tales medidas visuales puede plantear exigencias significativas para la certificación de los sistemas de detectar y evitar (DAA) de las RPA para operaciones de vuelo internacionales.

#### Artículo 8

#### *“Aeronaves sin piloto*

Ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con autorización especial de tal Estado y de conformidad con los términos de dicha autorización. Cada Estado contratante se compromete a asegurar que los vuelos de tales aeronaves sin piloto en las regiones abiertas a la navegación de las aeronaves civiles sean controlados de forma que se evite todo peligro a las aeronaves civiles”.

1.3.3 Los antecedentes y repercusiones del Artículo 8 se analizaron en 1.2 anterior.

1.3.4 En el Apéndice 4 del Anexo 2 figuran normas para facilitar la aplicación y procesamiento de las solicitudes obligatorias de autorización. Se prevé que una vez que se haya adoptado una amplia gama de SARPS para cada uno de los Anexos afectados, los Estados contratantes estarán en condiciones de facilitar y fomentar operaciones internacionales de RPAS a un grado similar al que disfruta la aviación tripulada.

---

3. La expresión Estado contratante se utiliza cuando se hace referencia al Convenio de Chicago y Estado miembro se utiliza en relación con el carácter de miembro de la OACI.

## Artículo 12

*Reglamento del aire*

“Cada Estado contratante se compromete a adoptar medidas que aseguren que todas las aeronaves que vuelen sobre su territorio o maniobren en él, así como todas las aeronaves que lleven la marca de su nacionalidad, donde quiera que se encuentren, observen las reglas y reglamentos en vigor relativos a los vuelos y maniobras de las aeronaves en tal lugar. Cada Estado contratante se compromete a mantener sus propios reglamentos sobre este particular conformes en todo lo posible con los que oportunamente se establezcan en aplicación del presente Convenio. Sobre alta mar, las reglas en vigor serán las que se establezcan de acuerdo con el presente Convenio. Cada Estado contratante se compromete a asegurar que se procederá contra todas las personas que infrinjan los reglamentos aplicables”.

1.3.5 Las reglas del aire se aplican a todas las aeronaves, tripuladas o no tripuladas. Además, obligan a los Estados contratantes a mantener sus reglamentos nacionales conformes en todo lo posible con las normas de la OACI y a proceder contra todas las personas que infrinjan dichos reglamentos. Esto constituye la base de la armonización e interfuncionamiento internacionales, que resulta fundamental para realización de las operaciones no tripuladas así como las tripuladas en condiciones de seguridad.

1.3.6 Con arreglo al Artículo 12 y al Anexo 2, el piloto al mando (PIC) es responsable de que la operación de la aeronave se realice de acuerdo con el reglamento del aire. Esto también se extiende a tener autoridad decisiva en todo lo relacionado con la aeronave mientras esté al mando de la misma. Esto se aplica ya sea si el piloto está a bordo de la aeronave como emplazado en un lugar distante.

## Artículo 15

*Derechos aeroportuarios y otros similares*

“Todo aeropuerto de un Estado contratante que esté abierto a sus aeronaves nacionales para fines de uso público estará igualmente abierto, en condiciones uniformes y a reserva de lo previsto en el Artículo 68, a las aeronaves de todos los demás Estados contratantes ....”.

1.3.7 Esta disposición se aplica igualmente a las RPA. Los Estados contratantes tienen la libertad de permitir operaciones civiles de RPA solo, desde y hacia aeródromos designados, siempre que no se introduzca discriminación con respecto a la matrícula nacional o extranjera de las aeronaves.

## Artículo 29

*Documentos que deben llevar las aeronaves*

“Toda aeronave de un Estado contratante que se emplee en la navegación internacional llevará los siguientes documentos, de conformidad con las condiciones prescritas en el presente Convenio:

- a) certificado de matrícula;
- b) certificado de aeronavegabilidad;
- c) licencias apropiadas para cada miembro de la tripulación;
- d) diario de a bordo;
- e) si está provista de aparatos de radio, la licencia de la estación de radio de la aeronave;
- f) si lleva pasajeros, una lista de sus nombres y lugares de embarco y destino; y
- g) si transporta carga, un manifiesto y declaraciones detalladas de la carga”.

1.3.8 Con respecto al Artículo 29, toda aeronave de un Estado contratante que se emplee en la navegación internacional llevará a bordo los documentos especificados. Para una RPA, el transporte de originales en papel de estos documentos puede no resultar práctico o apropiado. Puede considerarse el uso de versiones electrónicas de esos documentos. Este tema se trata en el Capítulo 6, 6.6.

#### Artículo 31

##### *Certificados de aeronavegabilidad*

“Toda aeronave que se emplee en la navegación internacional estará provista de un certificado de aeronavegabilidad expedido o convalidado por el Estado en el que esté matriculada”.

1.3.9 El Artículo 31 se aplica igualmente a las aeronaves no tripuladas que se emplee en la navegación internacional; no obstante, pueden haber diferencias en la forma en que se determina la aeronavegabilidad. La aeronavegabilidad y la certificación se tratan en el Capítulo 4.

#### Artículo 32

##### *Licencias del personal*

“a) El piloto y los demás miembros de la tripulación operativa de toda aeronave que se emplee en la navegación internacional estarán provistos de certificados de aptitud y de licencias expedidos o convalidados por el Estado en el que la aeronave esté matriculada ...”.

1.3.10 Los pilotos a distancia no están sujetos al Artículo 32 que fue redactado específicamente para aquellos individuos que realicen sus tareas a bordo de las aeronaves. En el Apéndice 4 del Anexo 2 figura una norma que exige que los pilotos a distancia deben poseer una licencia apropiada en la forma que concuerde con las disposiciones del Anexo 1 — *Licencias al personal*. (Véase el Capítulo 8 sobre otorgamiento de licencias).

#### Artículo 33

##### *Reconocimiento de certificados y licencias*

“Los certificados de aeronavegabilidad, los certificados de aptitud y las licencias expedidos o convalidados por el Estado contratante en el que esté matriculada la aeronave, se reconocerán como válidos por los demás Estados contratantes, siempre que los requisitos de acuerdo con los cuales se hayan expedido o convalidado dichos certificados o licencias sean iguales o superiores a las normas mínimas que oportunamente se establezcan en aplicación del presente Convenio”.

1.3.11 El Artículo 33 constituye la base para el reconocimiento mutuo de certificados y licencias. Este artículo se aplica a los certificados de aeronavegabilidad para RPA; no obstante cabe señalar que las licencias de piloto a distancia pueden no estar sujetas a este artículo puesto que no están comprendidas por el Artículo 32. Además, la adecuada vigilancia de las licencias de piloto a distancia puede imponer que se expidan o convaliden por la autoridad otorgadora de licencias del Estado en el que está emplazada la RPS, más bien que en el Estado de matrícula de la RPA.

1.3.12 La Resolución A38-12 de la Asamblea — Declaración consolidada de criterios permanentes y prácticas correspondientes de la OACI relacionados específicamente con la navegación aérea, Apéndice C — Certificados de aeronavegabilidad, certificados de competencia y licencia de las tripulaciones de vuelo (cláusula 2), resuelve que hasta que entren en vigor las normas internacionales relativas a determinadas categorías de aeronaves o tripulaciones de vuelo, los certificados expedidos o convalidados de conformidad con los reglamentos nacionales por el Estado miembro en el que está matriculada la aeronave serán reconocidos por los demás Estados miembros.

*Nota 1.— Todavía no se han elaborado las normas relativas a la certificación y otorgamiento de licencias. Por consiguiente, en el ínterin, hasta que se elaboren los SARPS relativos a los RPAS, no tiene que considerarse automáticamente que todo otorgamiento de certificados y licencias cumple con los SARPS de los Anexos conexos, incluidos los Anexos 1, 6 y 8.*

*Nota 2.— No obstante la Resolución A38-12 de la Asamblea, el Artículo 8 del Convenio de Chicago garantiza a cada Estado contratante la soberanía absoluta respecto a la autorización de operaciones RPA sobre su territorio.*

## 1.4 PROPÓSITO DEL MANUAL

El propósito del presente manual es proporcionar orientación sobre aspectos técnicos y operacionales aplicables a la integración de RPA en el espacio aéreo no segregado y en los aeródromos. El texto que en él figura es coherente con las normas ya adoptadas para los RPAS. El manual se actualizará y ampliará a medida que se elaboren disposiciones adicionales.

## 1.5 ÁMBITO DEL MANUAL

1.5.1 El presente manual trata de los RPAS como subconjunto de los UAS. Los RPAS se consideran como integrante igualitario del sistema de aviación civil, capaz de interactuar con el control de tránsito aéreo (ATC) y otras aeronaves en tiempo real. El ámbito de las disposiciones de la OACI en los próximos cinco a diez años consiste en facilitar la integración de los RPAS que operan de conformidad con las reglas de vuelo por instrumentos (IFR) en el espacio aéreo controlado y en aeródromos controlados. Si bien no se excluyen de esta consideración las operaciones con visibilidad directa visual, se considera que las mismas tienen menos prioridad para la armonización mundial de los vuelos internacionales.

1.5.2 Los temas siguientes no corresponden al ámbito del presente manual (véase la Figura 1-1):

- a) aeronaves de Estado, sin perjuicio de la obligación de “tener debidamente en cuenta” que figura en el Artículo 3 d) del Convenio de Chicago;
- b) aeronaves no tripuladas autónomas y sus operaciones, incluyendo globos libres no tripulados u otros tipos de aeronave que no pueden dirigirse en tiempo real durante el vuelo;
- c) operaciones en las cuales una RPS dirige a más de una RPA al mismo tiempo; y
- d) aeronaves modelo, que muchos Estados identifican como de uso recreativo solamente y para las cuales no se considera necesario implantar normas armonizadas mundialmente.

1.5.3 La orientación que aquí se proporciona se aplica a todo RPAS utilizado con fines que no sean recreativos.

1.5.4 Esta orientación es coherente con el marco normativo aeronáutico existente y ayudará en la elaboración de futuros SARPS específicos para el RPAS.

1.5.5 El texto se recomienda para uso de toda comunidad UAS [p. ej., reglamentadores, fabricantes, explotadores, pilotos, proveedores de servicio de navegación aérea (ANSP)] y se aplica a los campos siguientes:

- a) marco normativo de la OACI y ámbito del manual (Capítulo 1);
- b) introducción a los RPAS (Capítulo 2);

- c) autorización especial (Capítulo 3);
- d) aprobaciones de certificados de tipo y de aeronavegabilidad (Capítulo 4);
- e) matrícula de las RPA (Capítulo 5);
- f) responsabilidades del explotador de RPAS (Capítulo 6);
- g) gestión de la seguridad operacional (Capítulo 7);
- h) otorgamiento de licencias y competencias (Capítulo 8);
- i) operaciones RPAS (Capítulo 9);
- j) detectar y evitar (DAA) (Capítulo 10);
- k) enlace de mando y control (G2) (Capítulo 11);
- l) comunicaciones ATC (Capítulo 12);
- m) estación de pilotaje a distancia (RPS) (Capítulo 13);
- n) integración de las operaciones RPAS en la ATM y procedimientos ATM (Capítulo 14); y
- o) uso de aeródromos (Capítulo 15).

## 1.6 PRINCIPIOS RECTORES (CONSIDERACIONES)

1.6.1 En la sección 3.1.9 del Anexo 2 se estipula que las aeronaves pilotadas a distancia deben utilizarse de modo que se reduzca al mínimo el peligro para las personas, bienes u otras aeronaves, y de conformidad con las condiciones establecidas en el Apéndice 4.

1.6.2 Para asegurar que se cumple la norma indicada, la finalidad principal de los reglamentos sobre RPAS consiste en proteger a la sociedad respecto a colisiones en vuelo (MAC) con otras aeronaves y con respecto a accidentes.

1.6.3 Estos peligros se relacionan con todas las operaciones RPAS independientemente del propósito de la operación. Por consiguiente, las recomendaciones de este manual, a menos que se especifique otra cosa, se aplican por igual a las operaciones de transporte aéreo comercial y de la aviación general, incluso trabajos aéreos, realizados con RPAS.

1.6.4 Para que los RPAS sean ampliamente aceptados, tendrán que integrarse en el sistema aeronáutico existente sin afectar negativamente la aviación tripulada (p. ej., reducción de la seguridad operacional o capacidad). Si esto no puede lograrse (p. ej., debido a limitaciones intrínsecas del diseño de los RPAS), las RPA pueden todavía incorporarse con restricciones a condiciones o áreas específicas (p. ej., visibilidad directa visual (VLOS), espacio aéreo segregado o apartadas de áreas muy pobladas).

1.6.5 Para que las RPA puedan integrarse en el espacio aéreo no segregado y en los aeródromos, se prevé que una RPS pueda controlar a solamente una RPA en cualquier momento dado.

---



## **Capítulo 2**

# **INTRODUCCIÓN A LOS RPAS**

### **2.1 RESEÑA**

En este capítulo se proporciona una breve descripción de tópicos relacionados con la introducción de los RPAS en el marco normativo existente del sistema de navegación aérea civil. Esto comprende descripciones de las RPA y sus componentes conexos, categorización de las RPA, reglas de vuelo y operaciones, p. ej., reglas de vuelo por instrumentos y reglas de vuelo visual (VFR), VLOS y más allá de la visibilidad directa visual (BVLOS).

### **2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS RPA Y COMPONENTES CONEXOS**

#### **Aeronaves pilotadas a distancia**

2.2.1 Una aeronave se define como toda máquina que pueda sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra. Una aeronave que se prevea volará sin piloto a bordo se clasifica como no tripulada. Una aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia es una RPA. Todas las aeronaves clasificadas en la Tabla 2-1 podrían ser pilotadas a distancia.

#### **Componentes conexos**

2.2.2 Las RPA son pilotadas desde RPS utilizando un enlace de mando y control (C2). Junto con otros componentes como el equipo de lanzamiento y recuperación, si se utiliza, la RPA, la RPS y el enlace C2 constituyen un RPAS.

2.2.3 Una RPA puede pilotarse desde una de varias RPS durante un vuelo; no obstante, solo una RPS debería estar en control de la RPA en un determinado momento en el tiempo. (En el Capítulo 4 figuran aspectos de la gestión de la configuración de los RPAS).

#### **Estación de pilotaje a distancia (RPS)**

2.2.4 La RPS es el componente del RPAS que contiene el equipo utilizado para pilotar la RPA. La RPS puede variar desde un dispositivo manual hasta una estación con varias consolas. Puede estar emplazada en el interior o en el exterior; puede ser estacionaria o móvil (instalada en un vehículo/barco/aeronave).

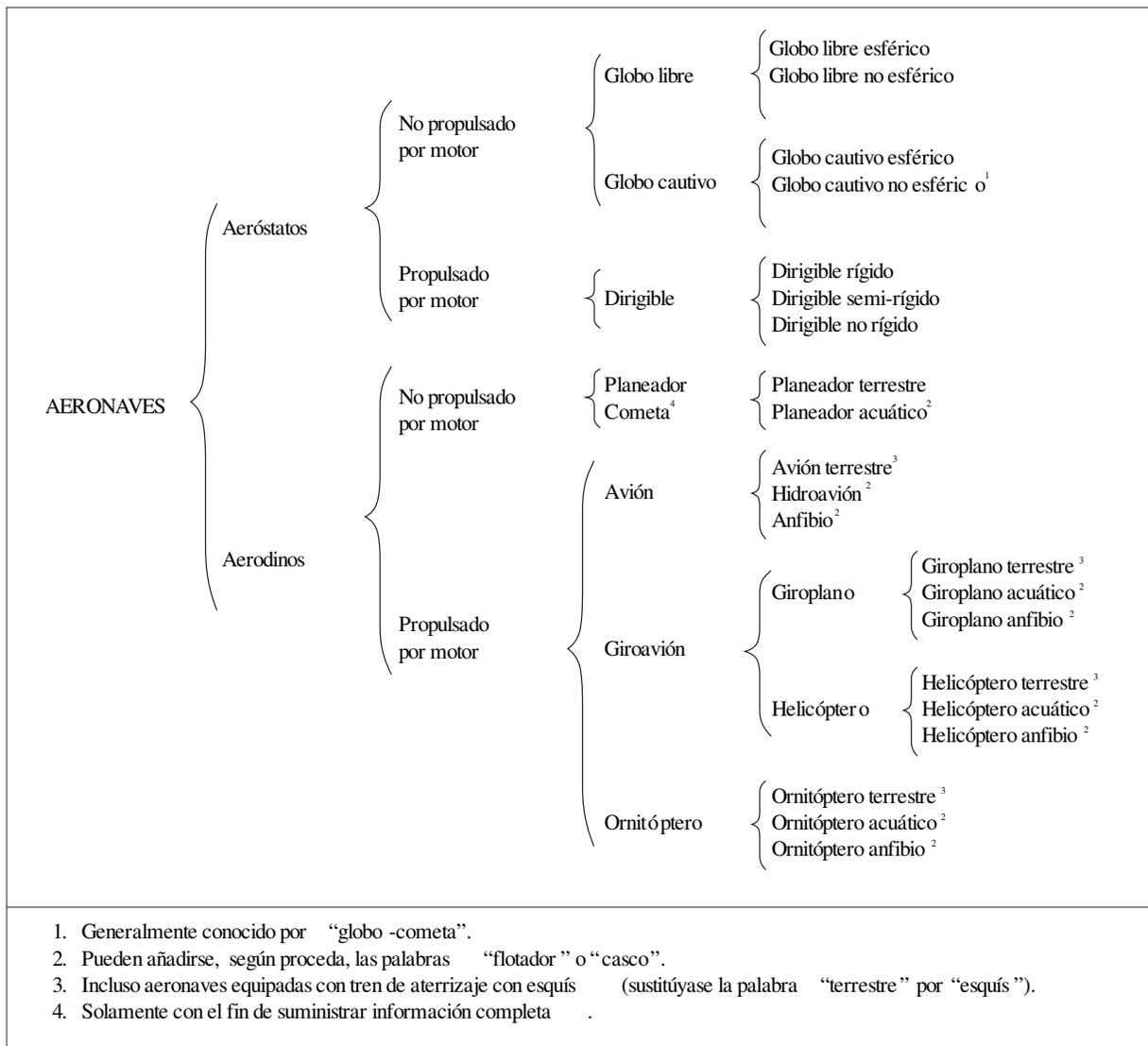
#### **Enlace C2**

2.2.5 El enlace C2 conecta la RPS con la RPA para fines de dirigir el vuelo. El enlace puede ser de tipo simple o dúplex. Puede ser por visibilidad directa de radio (RLOS) o más allá de la visibilidad directa de radio (BRLOS) según se describe en a) y b).

- a) **RLOS**: se refiere a la situación en la cual los transmisores y receptores están dentro de la cobertura de radioenlace mutuo y, por ello, son capaces de comunicarse directamente o a través de una red terrestre siempre que el transmisor a distancia tenga RLOS a la RPA y las transmisiones se completen en un marco de tiempo comparable; y
- b) **BRLOS**: se refiere a cualquier configuración en la cual los transmisores y receptores no están en RLOS. Por consiguiente, BRLOS incluye todos los sistemas de satélite y posiblemente cualquier sistema en que una RPS se comunica con una o más estaciones terrestres a través de una red terrestre que no puede completar las transmisiones en un marco temporal comparable al de un sistema RLOS.

La diferencia entre RLOS y BRLOS estriba principalmente en si cualquier parte del enlace de comunicaciones introduce un retardo apreciable o variable en las comunicaciones fuera de la arquitectura del enlace.

**Tabla 2-1. Clasificación de aeronaves**



### Otros componentes

2.2.6 Los siguientes componentes pueden ser parte del RPAS:

- a) equipo de comunicaciones y vigilancia ATC [p. ej., radiocomunicación oral, comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC), vigilancia dependiente automática — radiodifusión (ADS-B), transpondedor de radar secundario de vigilancia (SSR)];
- b) equipo de navegación;
- c) equipo de lanzamiento y recuperación — equipo para despegue y aterrizaje de RPA (p. ej., catapulta, winche, cohete, red, paracaídas, bolsa de aire);
- d) computadora de control de vuelo (FCC), sistema de gestión de vuelo (FMS) y piloto automático;
- e) equipo de supervisión de la salud del sistema; y
- f) sistema de terminación de vuelo — permite el proceso intencional de terminar el vuelo en forma controlada en caso de emergencia.

Los sistemas de terminación de vuelo se diseñan para minimizar la posibilidad de lesiones o daños a personas, bienes u otras aeronaves en tierra y en el aire.

### Categorización de las RPA

2.2.7 La categorización de las RPA puede resultar útil para fines de aplicar en forma proporcionada la gestión de riesgos de seguridad operacional, y requisitos de certificación, operacionales y de otorgamiento de licencias. Las RPA pueden categorizarse según criterios como: masa máxima de despegue (MTOM), energía cinética, varios criterios de performance, tipo/área de operaciones, capacidades. En varios foros se está trabajando para elaborar un plan de categorización.

### Transferencias

2.2.8 A diferencia de la aviación tripulada donde el puesto de pilotaje es parte integrante de la aeronave, las RPA pueden pilotarse desde cualquier RPS aprobada. Cuando más de una RPS se utilice para un vuelo, pueden estar emplazadas en común o pueden estar distribuidas por todo el mundo. En cualquier caso, debe asegurarse la transferencia segura y efectiva del control de pilotaje de una estación a otra.

## 2.3 OPERACIONES DE RPAS

2.3.1 La operación del RPAS se determinará según el propósito del vuelo, las reglas de vuelo, las áreas de operación y los niveles funcionales de los enlaces C2.

2.3.2 En la aviación tripulada se considera que las operaciones internacionales son aquellas en las cuales la aeronave atraviesa una frontera internacional o vuela en el espacio aéreo de alta mar. Los RPAS presentan escenarios adicionales para tener en cuenta en los cuales la RPA solamente, la RPS solamente o la RPA y la RPS se explotan en un territorio que no es el del Estado del explotador, como por ejemplo:

- a) la RPA vuela en el espacio aéreo de solo un Estado (Estado X) mientras está pilotada a distancia desde una RPS emplazada en cualquier otro Estado (Estado Y);

- b) la RPA o la RPS es operada en el espacio aéreo de alta mar; o
- c) la RPA y la RPS están siendo operadas en territorio de un Estado que no es el Estado del explotador.

2.3.3 Estos nuevos escenarios plantean problemas que afectan el otorgamiento de licencias (véase el Capítulo 8) y la investigación de accidentes (véase el Capítulo 9).

### Tipo de operación

2.3.4 En el Anexo 6 — *Operación de aeronaves* se definen diferentes tipos de operación para la aviación tripulada:

- a) operación de transporte aéreo comercial; y
- b) operación de la aviación general, que comprende la aviación de negocios y los trabajos aéreos.

2.3.5 No obstante, para los RPAS la distinción no se considera pertinente. Las distinciones normativas se basarán en la escala y complejidad de la operación, más bien que en los tipos tradicionales de operación o clases de aeronave. Esto tiene consecuencia respecto a las responsabilidades de los explotadores de RPAS, según se explica en el Capítulo 6. Cabe señalar que el transporte de personas a bordo de una RPA no se considerará en el marco normativo inicial.

2.3.6 Las RPA diseñadas y construidas para fines que no son recreativos pueden estar reglamentadas en el marco de la jurisdicción de la autoridad de aviación civil, incluso si se utilizan para fines recreativos. Por el contrario, las aeronaves modelo diseñadas y construidas para fines recreativos, si se usan para otro fin que no sea recreativo, pueden estar reglamentadas en el marco de la jurisdicción de la administración de aviación civil.

### Reglas de vuelo

2.3.7 Se aplican las IFR y VFR, al igual que para aeronaves tripuladas (p. ej., requisitos de equipo, operaciones y responsabilidad); no obstante, las situaciones siguientes pueden resultar más difíciles de tratar:

- a) vuelo IFR — vuelo efectuado de acuerdo con las reglas de vuelo por instrumentos:
  - 1) cuando se vuela según IFR en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC), puede encontrarse tránsito VFR que posiblemente tenga derecho de paso. El piloto a distancia debe ser capaz de identificar estas situaciones y tomar las medidas apropiadas;
- b) vuelo VFR — vuelo efectuado de acuerdo con las reglas de vuelo visual:
  - 1) para realizar vuelos VFR, el piloto a distancia debe contar con un medio para cumplir con los mínimos de visibilidad y de distancia de las nubes; y
  - 2) cuando se vuela según VFR, puede encontrarse otro tránsito, ya sea IFR o VFR, que posiblemente tenga derecho de paso. El piloto a distancia debe ser capaz de identificar estas situaciones y adoptar las medidas apropiadas.

2.3.8 Los Estados deberían considerar las consecuencias de la operación de RPA en tal proximidad respecto de otras aeronaves que tendrían que aplicarse las reglas de derecho de paso, en particular la RPA, debido a su pequeño tamaño u otras características físicas, no podrá detectarse visualmente con tiempo suficiente para evitar la proximidad peligrosa.

### **Área de operación**

2.3.9 Las RPA que se tenga la intención de explotar en cualquier espacio aéreo determinado deben cumplir con los requisitos de dicho espacio aéreo, p. ej., certificaciones, aprobaciones y equipo. Independientemente de estos requisitos de certificaciones, aprobaciones o equipo, las RPA pueden ver prohibida su operación en ciertas áreas, como por encima de zonas densamente pobladas, si así lo determina la administración de aviación civil.

### **Operaciones VLOS**

2.3.10 Según se define en el Anexo 2, durante las operaciones VLOS, el piloto a distancia u observador RPA debe mantener contacto visual directo sin ayudas con la aeronave pilotada a distancia.

2.3.11 Los límites o el alcance dentro de los cuales las operaciones VLOS pueden realizarse en condiciones de seguridad no están definidos. No obstante, al determinar la extensión del alcance, deberán considerarse las capacidades del piloto a distancia y el observador RPA, las condiciones meteorológicas, el tamaño y la perceptibilidad de la RPA y cualquier otro factor pertinente.

2.3.12 Las operaciones VLOS pueden realizarse con un alcance horizontal mayor cuando uno o más observadores RPA apoya al piloto en el mantenimiento de la RPA alejada de otro tránsito y obstáculos. El alcance vertical también puede aumentarse dependiendo de la ubicación del observador RPA (p. ej., a bordo de otra aeronave).

### **Operaciones BVLOS**

2.3.13 Cuando ni el piloto a distancia ni los observadores RPA puedan mantener contacto visual directo sin ayudas con la RPA, las operaciones se consideran BVLOS. Los requisitos de equipo mínimo para apoyar las operaciones BVLOS aumentan considerablemente a medida que aumenta el alcance y la complejidad de tales operaciones, así como los costos involucrados en asegurar la solidez del enlace C2. Es fundamental contar con capacidad para detectar tránsito en conflicto u obstáculos y adoptar las medidas apropiadas.

---



## **Capítulo 3**

# **AUTORIZACIÓN ESPECIAL**

### **3.1 RESEÑA**

3.1.1 Todas las aeronaves no tripuladas, ya sean pilotadas a distancia, completamente autónomas o combinaciones de ambas, están sujetas al mandato del Artículo 8 del Convenio de Chicago de contar con autorización especial. En el Apéndice 4 del Anexo 2 figuran normas relativas a esta autorización que se aplican a las operaciones internacionales de las RPA. La operación de una RPA dentro de los límites de su Estado de matrícula sigue perteneciendo al ámbito de competencia de la respectiva autoridad nacional.

3.1.2 En este capítulo se proporciona orientación sobre la aplicación y uso de las normas contenidas en el Anexo 2, Apéndice 4, con respecto a la autorización especial.

### **3.2 REGLAS GENERALES DE UTILIZACIÓN (ANEXO 2, APÉNDICE 4)**

3.2.1 El Artículo 8 del Convenio de Chicago exige que las aeronaves sin piloto que se prevea utilizar sobre el territorio de otro Estado obtengan una autorización especial concedida por dicho Estado. Para ayudar a los explotadores de RPAS a presentar su solicitud y a las autoridades del Estado en evaluar dichas solicitudes, en el Anexo 2, Apéndice 4, sección 3 se detallan los elementos que han de incluirse en la misma. En el Apéndice A de este manual figura un modelo para utilizar al respecto: formulario de solicitud de autorización.

3.2.2 Para facilitar la aplicación práctica y la ejecución del proceso de autorización especial, los Estados pueden convenir mutuamente en procedimientos más sencillos a través de acuerdos o arreglos bilaterales o multilaterales para la explotación de RPA específicas o categorías de RPA. Esto reducirá la carga del trabajo de los explotadores de RPAS y las autoridades del Estado. El mismo objetivo puede lograrse mediante medidas normativas a nivel regional.

3.2.3 La coordinación con la autoridad de servicios de tránsito aéreo (ATS) competente es obligatoria antes de la explotación de RPA sobre alta mar. Con arreglo al Anexo 2, 2.1.2, la autoridad ATS competente es la autoridad designada por el Estado que preste dichos servicios sobre alta mar. Normalmente, la autoridad ATS es el ANSP designado para ese volumen de espacio aéreo.

3.2.4 Se recomienda utilizar el formulario de solicitud de autorización para la coordinación requerida con la autoridad ATS competente para la explotación de una RPA sobre alta mar (véase el Apéndice A). La autoridad ATS competente puede exigir información adicional.

3.2.5 Se requiere autorización y coordinación previas donde pueda preverse razonablemente en la fase de planificación que la RPA ingresará en el espacio aéreo de otro Estado. Por ejemplo, situaciones en que las condiciones exigirían que el piloto a distancia dirija al vuelo por rutas alternativas, evitando condiciones meteorológicas peligrosas, zonas restringidas o donde el aeródromo de alternativa en caso de emergencia esté situado en otro Estado. Por el contrario, una emergencia imprevista no exigiría planificación previa ni autorización especial previa, dado que no podría haberse previsto razonablemente.

3.2.6 Deben observarse las condiciones para la explotación de las RPA especificadas por el Estado de matrícula, el Estado del explotador, si es diferente de éste, y por los Estados en los cuales se realizará el vuelo. Estas condiciones pueden surgir de reglamentos nacionales o regionales relativas, por ejemplo, a requisitos con respecto a:

- a) equipo (p. ej., transpondedores SSR, ADS-B);
- b) operaciones (p. ej., hora de los vuelos, altitud);
- c) criterios de performance (p. ej., velocidad, velocidades verticales de ascenso y descenso, radio de viraje);
- d) clases de espacio aéreo; y
- e) calificaciones del personal de operaciones.

3.2.7 Al igual que para las aeronaves tripuladas, debe presentarse un plan de vuelo para el vuelo de una RPA con arreglo al Anexo 2, Capítulo 3, en particular antes de volar a través de fronteras internacionales. El plan de vuelo debe cumplir las condiciones del Anexo 2, 3.3, y contener la información respecto a los conceptos que figuran en la lista del Anexo 2, 3.3.2. Cada Estado en el cual vaya a realizarse el vuelo puede exigir información adicional con respecto a la operación prevista de la RPA.

#### **Certificados y licencias**

3.2.8 En la solicitud de autorización debe incluirse copias de todos los certificados pertinentes, licencias de los pilotos a distancia y licencia de la estación de radio.

#### **Solicitud de autorización**

3.2.9 Con arreglo al Anexo 2, la solicitud de autorización se efectuará ante las autoridades competentes del Estado o de los Estados en que operará la RPA en un plazo no menor de siete días antes de la fecha prevista para el vuelo, a menos que el Estado lo especifique de otro modo.

---

## Capítulo 4

# APROBACIONES DE CERTIFICADOS DE TIPO Y DE AERONAVEGABILIDAD

### 4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 En este capítulo se presenta un análisis de los retos normativos y consideraciones para las aprobaciones de certificados de tipo y de aeronavegabilidad para RPA, RPS y RPAS como sistema completo. El Artículo 31 del Convenio de Chicago exige que toda aeronave que se emplee en la navegación internacional esté provista de un certificado de aeronavegabilidad. En el Anexo 2, Apéndice 4, se reitera lo anterior y se exige además que los RPAS sean aprobados, teniendo en cuenta las interdependencias de los componentes.

4.1.2 Se supone que los procesos y procedimientos existentes aplicados a la aprobación de diseño de tipo de aeronaves tradicionales tripuladas (p. ej., certificación de tipo y certificación de tipo suplementario), aprobación de producción, mantenimiento de la aeronavegabilidad y modificaciones o alteraciones de los productos aeronáuticos también se aplican a los RPAS, en la mayor medida posible.

4.1.3 Con arreglo a este enfoque, se reconoce que existen posibles configuraciones y arreglos operacionales que pueden no estar incluidos. Una vez que resulte claro cuáles son los escenarios probables necesarios para apoyar una industria de RPAS exitosa y se obtenga experiencia en los procesos de aprobación de certificados de tipo y de aeronavegabilidad, puede ser necesario volver a tratar este aspecto.

### 4.2 GENERALIDADES

4.2.1 El *Manual de aeronavegabilidad* (Doc 9760) resulta pertinente y es aplicable a los RPAS en la mayoría de los aspectos de aprobación de diseño de tipo y de aeronavegabilidad de las RPA. No obstante, dadas las características singulares que han de considerarse, se reconoce que los RPAS presentan ciertos retos para el sistema de aprobación de la aeronavegabilidad. Estas características pueden surgir del carácter distribuido de los RPAS, integrados por una RPA y una o más RPS conectados mediante enlaces C2 y posiblemente otros componentes. Estas diferencias se explican en el presente capítulo.

4.2.2 Comparadas con las aeronaves tripuladas, también pueden haber nuevos aspectos multinacionales debido a la distribución de los RPAS con respecto a los Estados de diseño, fabricación, matrícula y del explotador y sus respectivos requisitos de vigilancia.

4.2.3 La RPA debe, mientras que la RPS puede, tener aprobación de diseño de tipo para operaciones internacionales. Se prevé que las RPA deberán contar con una aprobación de diseño de tipo en forma de certificado de tipo (TC) que se expediría a un titular de CT para RPA cuando haya demostrado, y el Estado de diseño haya confirmado, el cumplimiento de una base de certificación de tipo apropiada y convenida. Esta base de certificación incluiría requisitos aplicables adoptados o adaptados de aeronaves tripuladas tradicionales en todos los sectores apropiados de diseño y construcción, por ejemplo, estructuras y materiales, sistemas eléctricos y mecánicos, sistemas de propulsión y de combustible, y ensayos de vuelo. El carácter distribuido de los RPAS también requiere que el ámbito de aprobación del diseño se amplíe a partir de la propia RPA para incluir las RPS (posiblemente de varios tipos), los enlaces C2, según corresponda, y cualquier otro componente del sistema para permitir la realización segura del vuelo

desde el despegue al aterrizaje. La aprobación de diseño de tipo debe incluir instrucciones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad (ICA) y documentación operacional (p. ej., manual de vuelo). Toda limitación relacionada con el diseño de tipo que afecte la función y la operación del RPAS puede requerir restricciones específicas, limitaciones operacionales y controles o disposiciones operacionales suplementarias para lograr un nivel de seguridad operacional aceptable de los vuelos en el espacio aéreo internacional.

4.2.4 La RPA es el componente aeronave del RPAS y debe contar con un certificado de aeronavegabilidad. Si bien está relacionado con la aeronave (y por lo tanto corresponde al ámbito del Estado de registro de la RPA), el certificado de aeronavegabilidad confirma que el RPAS, como sistema completo, se ajusta al diseño de tipo de la RPA y está en condiciones de funcionar en seguridad.

4.2.5 En la operación, el carácter distribuido del RPAS implica que las disposiciones para asegurar la continua validez de un certificado de aeronavegabilidad de una RPA individual deberán abarcar la RPS y especificar otros componentes constitutivos. Por consiguiente, las demostraciones de cumplimiento también deberán asegurar que todos los componentes empleados durante un vuelo son aceptables en el marco de las condiciones del CofA, incluyendo todas las instrucciones con respecto a ICA, mantenimiento y control de configuración.

### 4.3 PRINCIPIOS RECTORES

4.3.1 Al elaborar este texto, se establecieron ciertos principios rectores:

- a) entre los componentes del RPAS, solo la RPA se incluye en el registro de aeronaves;
- b) la RPA estará provista de un CofA, expedido por el Estado de matrícula, que comprenderá todos los componentes requeridos del RPAS;
- c) cada RPS no tendrá control del pilotaje de más de una RPA en un momento dado;
- d) se prevé que el PIC a distancia tenga control continuo sobre la RPA en las condiciones normales de operación. Una interrupción del enlace C2 se considera una condición de operación anormal. Por consiguiente, el diseño del RPAS debería tener en cuenta posibles interrupciones del enlace C2. La duración de la interrupción o la fase de vuelo pueden llevar a que la situación constituya una emergencia. Deberían establecerse procedimientos apropiados para casos anormales o de emergencia para hacer frente a cualquier interrupción del enlace C2 que sean conmensurables con la probabilidad de ocurrencia de ésta (véase el Capítulo 11);
- e) el RPAS, en tanto sistema, integrado por la RPA, las RPS aprobadas y los enlaces C2, está provisto de una aprobación de diseño implícita a través de un TC expedido a la propia RPA, pero que incluye las RPS y los enlaces C2. Análogamente, la RPA recibe una aprobación de aeronavegabilidad individual a través de un CofA que incluye las RPS y los enlaces C2. En conclusión, la RPA recibe el certificado de aeronavegabilidad para todo el RPAS sobre la base del TC de la RPA y diseño de tipo conexo;
- f) una RPA se considera en condiciones de aeronavegabilidad, cuando un RPAS, que comprende la RPA, ha demostrado ajustarse a un diseño de tipo aprobado y cumple con las ICA a través de medidas de mantenimiento o inspecciones. Las inspecciones normativas y las directrices de aeronavegabilidad aplicables deberían asegurar que el RPAS se mantiene en condiciones de operar en seguridad y que la RPA funciona con una RPS a través de enlaces C2, ambos de plena conformidad con el diseño del RPAS;
- g) una RPA debería estar equipada con arreglo a los requisitos de equipamiento operacional aplicables para operaciones en el tipo y clase de espacio aéreo y reglas de vuelo, p. ej., VFR o IFR. Del mismo modo, la RPS debe satisfacer los requisitos de equipo; y

- h) solo habrá un diseño de tipo RPA, pero pueden haber múltiples RPS para esa única RPA.

#### 4.4 CERTIFICACIÓN INICIAL

4.4.1 La RPA será certificada mediante la expedición de un TC, que comprenderá todos los componentes conexos requeridos para el vuelo controlado. La RPS, al igual que el motor y la hélice, podrían certificarse mediante un TC o proceso similar.

4.4.2 El funcionamiento de un RPAS requiere que el piloto a distancia tenga capacidad para dirigir el vuelo en tiempo real mediante el empleo de un enlace C2. Por consiguiente, el enlace C2 es una parte necesaria de este principio de vuelo en seguridad y debe abarcarse en el proceso de certificación. Solo se considera posible certificar la tecnología de comunicaciones para el enlace C2 como parte del sistema total bajo la responsabilidad del titular de TC para RPA si se puede demostrar que se consigue el nivel apropiado de performance segura. Este enlace C2 podría adquirirse de un proveedor de servicios por contrato con el explotador del RPAS; no obstante, su integración en condiciones de seguridad en el diseño del RPAS permanecería bajo la responsabilidad general del titular del TC de la RPA.

4.4.3 Cuando se emplee un servicio contratado en el diseño de tipo, p. ej., para el enlace C2, el explotador del RPAS debe asegurar que existen arreglos adecuados para esta función. (Véase el Capítulo 11 por información sobre el enlace C2).

4.4.4 Cabe señalar que basarse en las tecnologías de comunicaciones como los satélites podría, si se interrumpe o pierde dicho enlace, afectar negativamente a varias RPA al mismo tiempo. Esta falla de carácter amplio no está abarcada en el proceso de certificación de tipo aplicado a las aeronaves tripuladas, que se concentra en condiciones de falla independientes y en consecuencias para cada aeronave. Este aspecto deberá continuarse investigando.

#### Diseño de tipo

4.4.5 En la aviación tripulada la aeronave es la única entidad en la cual se integran todos los componentes de la aeronave. Por consiguiente, el enfoque de aeronavegabilidad para la aviación tripulada se concentra en la propia aeronave. Cuando se considera un RPAS, la RPA es un componente del sistema; no obstante, con arreglo al principio de hacer corresponder los RPAS con el marco de aleación tripulada en la medida de lo posible, la RPA se designa como componente que recibe la aprobación de diseño de tipo. Esto significa que el titular del TC para la RPA también es responsable de la integración segura de todos los componentes, p. ej., RPS y otros sistemas requeridos que apoyarían la operación segura de la RPA, lo que concuerda con el Convenio de Chicago con respecto a los certificados.

4.4.6 Se prevé que un RPAS esté integrado por solamente una RPA, una o más RPS, uno o más enlaces C2 e incluya componentes adicionales requeridos como los sistemas de lanzamiento y recuperación. Por consiguiente, el diseño de tipo de cada RPA está limitado a contener solo una RPA pero puede contener múltiples RPS, enlaces C2 y otros componentes esenciales.

4.4.7 Al igual que en las aeronaves tripuladas, pueden definirse múltiples configuraciones de RPAS (p. ej., variantes de modelos de RPA, tipos o modelos de RPS y otros componentes esenciales), dentro de los documentos de definición del diseño de tipo [p. ej., hoja de datos de certificado de tipo (TCDS)], en la medida en que resulte clara la configuración de cada RPAS aprobado. Cuando se expide un certificado de tipo para una RPA, las funciones de los diversos tipos de motores, hélices, RPS y componentes así como su intercambiabilidad para operar seguramente la aeronaves deberán considerarse y reflejarse apropiadamente en el diseño de tipo aprobado.

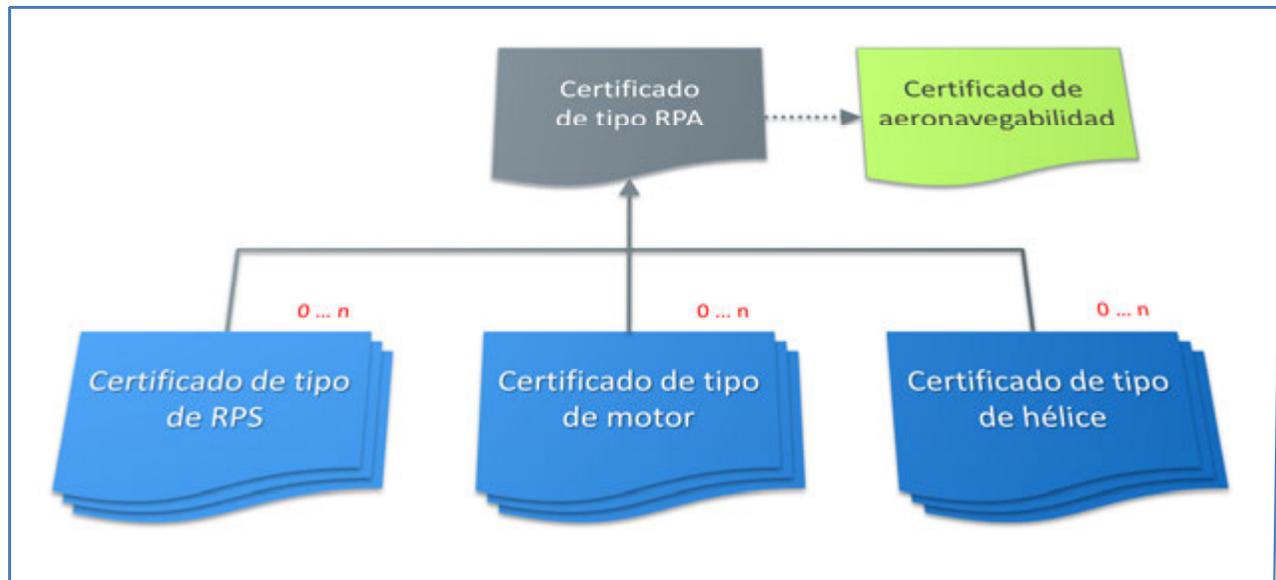
### Certificación de tipo

4.4.8 La expedición original de un TC de aeronave por el Estado de diseño proporciona pruebas satisfactorias de que el diseño y los detalles de dicho tipo de aeronave se han examinado y se ha determinado que cumplen las normas de aeronavegabilidad aplicables. El mismo principio se aplica a los RPAS, es decir la RPA, la RPS, los enlaces C2 y otros componentes del sistema.

4.4.9 Componentes importantes, como motores o hélices, también pueden tener TC, como es a veces el caso en la aviación tripulada; no obstante, esto no es esencial dado que el titular de TC de la RPA es responsable de la integración completa de todos los componentes. Análogamente, el TC aplicable a la RPA debería integrar todos los diversos tipos de motores, hélices, RPS y componentes que podrían utilizarse con la RPA. Esto constituye la base para que el Estado de matrícula pida un CofA.

4.4.9.1 Los Estados de diseño pueden determinar la necesidad de imponer normas de certificación para un TC de RPS. La RPS, si tiene un TC, se consideraría como nuevo producto aeronáutico, pero su TC sería parte del TC de la RPA, en forma análoga a los de motores y hélices.

4.4.10 La solicitud de TC debería ir acompañada de toda la documentación necesaria, incluyendo documentación de diseño, manual de vuelo, manual de mantenimiento y otros manuales, procedimientos normales y de emergencia y, cuando corresponda, procedimientos de transferencia entre RPS así como detalles de los enlaces C2 requeridos (véase la Figura 4-1).



**Figura 4-1. Relaciones entre los TC**

4.4.11 Hay solo dos formas de aprobar el diseño de una RPS: mediante un TC de RPA o mediante un TC de RPS. El titular de TC de RPA demostrará la integración de todos los diversos tipos de motores, hélices, RPS y componentes que puedan utilizarse con la RPA. Dentro de esta demostración, el titular del TC puede aplicar el proceso de orden de norma técnica (TSO) a partes del RPAS para reducir la carga de la verificación a nivel RPA.

4.4.12 Antes de expedir un TC para la RPA, el Estado de diseño deberá asegurar el cumplimiento de todos los requisitos de certificación aplicables y la integración de todos los componentes para la seguridad del vuelo, incluyendo los componentes importantes que poseen TC o aprobaciones de diseño independientes. Cabe señalar que, si bien hay tres productos aeronáuticos definidos para la aviación tripulada, en el contexto de los RPAS, ese número podría ser de cuatro, según se indica en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1. TC para productos aeronáuticos**

<i>Productos aeronáuticos que pueden poseer un TC</i>	
<i>Aeronaves tripuladas</i>	<i>Aeronaves pilotadas a distancia</i>
Aeronave (en la cual se instalan otros productos)	RPA
Motor	Motor
Hélice	Hélice
—	RPS

#### 4.5 ENLACE C2

4.5.1 El enlace C2 no es un “producto”, por consiguiente su tipo no será certificado en forma independiente.

4.5.2 Hay dos formas de funcionamiento para el enlace C2: dentro del RLOS y más allá del RLOS (BRLOS). En cada caso, el enlace forma parte del diseño de tipo general y como tal el titular de TC de la RPA deberá definirlo y tratarlo completamente dentro del proceso de certificación. (Véase 2.2.5 y el Capítulo 11 por información adicional sobre enlaces C2).

4.5.3 El RPAS, en tanto sistema, puede diseñarse para operaciones RLOS o BRLOS o combinación de operaciones utilizando enlaces C2 contratados de diferentes proveedores de servicios. Cuando el diseño del RPAS emplea un RLOS, BRLOS o una combinación de ambos, la documentación de aprobación del diseño de tipo de RPA debería definir todos los enlaces C2 aprobados y los requisitos de performance necesarios, como parte del diseño de tipo RPA aprobado.

4.5.4 La capacidad del enlace C2, en el estado actual de la tecnología, puede no ser capaz de proporcionar los niveles de fiabilidad e integridad requeridos para la realización segura del vuelo desde el despegue y el aterrizaje en todas las condiciones de operación. Por consiguiente, puede ser necesario poner limitaciones de diseño o mitigaciones operacionales para asegurar un nivel aceptable de performance de seguridad operacional para todas las funciones ejecutadas por el enlace C2. El titular de la aprobación de diseño de la RPA debe demostrar que las funciones críticas de seguridad implantadas en el enlace C2 satisfacen un nivel aceptable de performance de seguridad operacional.

4.5.5 Otros aspectos importantes relacionados con el enlace C2 y la aeronavegabilidad comprenden la protección de dicho enlace con respecto a pirateo o intrusión, simulación de señales y otras formas de interferencia o secuestro mal intencionado, así como la interferencia no intencional. Deben implantarse medidas de mitigación para impedir que el enlace C2 conecte la RPS con una RPA no prevista o vice versa. En las secciones 9.11, 11.4 y 11.5 figuran información sobre estos aspectos.

4.5.6 Durante la realización de cualquier vuelo, todos los componentes que se utilicen deben aprobarse según se define en el diseño de tipo aprobado (p. ej., en el TCDS). El cambio de componente durante el vuelo, particularmente el sistema o servicio C2 o la RPS es aceptable, en la medida en que se realiza con arreglo a procedimientos establecidos en el diseño de tipo de RPA y cada componente se encuentra en la configuración apropiada para mantener la validez del CofA.

## 4.6 MANUAL DE VUELO

4.6.1 El manual de vuelo de la RPA debería abarcar todas las combinaciones de modelos de RPS indicadas en el diseño de tipo aprobado de la RPA. Puede haber considerables variaciones entre diferentes RPS utilizadas con la misma RPA. Al elaborar el manual de vuelo de la RPA, debería considerarse específicamente los aspectos de actuación humana incluyendo las comunicaciones de la tripulación, p. ej., piloto a distancia a piloto a distancia, piloto a distancia a observador de RPA y otro personal de apoyo y piloto a distancia a ATC.

4.6.2 El manual de vuelo de la RPA debería contener toda la información necesaria para la operación del RPAS. Además de los procedimientos requeridos para la aviación tripulada, deberían incluirse los siguientes, entre otros:

- a) procedimientos de transferencia de la RPA de una RPS a otra;
- b) especificaciones y procedimientos del enlace C2 para responder a la interrupción o pérdida de dicho enlace;
- c) procedimientos de terminación de vuelo, si corresponde; y
- d) procedimientos de seguridad y protección específicos del RPAS (p. ej., seguridad de la RPS, enlace C2).

## 4.7 MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD

4.7.1 Se requiere ICA para cada componente del RPAS para que el Estado de diseño expida un TC de RPA. Las ICA deberían ser preparadas por el titular de TC durante la fase de diseño de la RPAS para abarcar el sistema completo y aprobarse durante el proceso TC.

4.7.2 No se prevé que los tipos de ICA para RPAS se aparten considerablemente de los establecidos para la aviación tripulada; no obstante, el proceso ICA para aviación tripulada puede tener que ajustarse debido a las características singulares del RPAS.

4.7.3 Dichas instrucciones globales tienen por objeto definir cuándo, qué y cómo deberían mantenerse los sistemas pertinentes durante toda su vida de servicio para asegurar el nivel de seguridad operacional requerido de cada componente del RPAS.

### Vigilancia de la fiabilidad y presentación de informes

4.7.4 Los requisitos actuales de los Estados respecto de la presentación de informes pueden exigir adaptaciones para tratar el carácter específico de los RPAS. El nivel de notificación no debería exceder del que se requiere actualmente para la aviación tripulada y, en el caso de RPAS pequeños o sencillos, podrían reducirse para minimizar la carga.

4.7.5 La notificación de fallas, casos de mal funcionamiento y defectos correspondientes al RPAS debería abarcar todo el sistema; por consiguiente, se aplica a todos los Estados y organizaciones en sus respectivos niveles de responsabilidad. Con el marco de certificado de aeronavegabilidad (CofA) definido en este documento, los elementos siguientes pueden ayudar a identificar los aspectos que rodean a la seguridad operacional continua del RPAS que deberán considerarse con respecto a la aviación tripulada:

- a) identificación de fallas, casos de mal funcionamiento o defectos notificables que podrían afectar el estado de aeronavegabilidad y el funcionamiento seguro y continuo del RPAS;

- b) identificación de componentes críticos para la RPA y la RPS; y
- c) establecimiento de una taxonomía RPAS para accidentes e incidentes.

#### **4.8 LISTA DE DESVIACIONES RESPECTO A LA CONFIGURACIÓN (CDL) Y LISTA MAESTRA DE EQUIPO MÍNIMO (MMEL)**

La CDL y la MMEL son métodos establecidos para apoyar el funcionamiento continuo por un tiempo limitado con defectos menores que no afectan considerablemente la seguridad del vuelo, aunque puede necesitarse proceso y procedimientos adicionales de mantenimiento u operación para apoyarlas. Este enfoque también se considera aplicable a las RPAS, y por consiguiente se podría prever que el proceso y procedimientos para la elaboración y aprobación de estos documentos sean similares a los correspondientes para las aeronaves tripuladas.

#### **4.9 VIGILANCIA DEL DISEÑO**

El Estado de diseño debería ejercer la vigilancia en la fase inicial de la certificación. Antes de expedir el TC a la RPA, el Estado de diseño debe confirmar que se ha demostrado en forma satisfactoria la integración segura de todos los posibles componentes.

#### **4.10 APROBACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE DISEÑO**

Algunos Estados definen requisitos para que la organización de diseño de tipo posea aprobaciones en apoyo de la gama de productos que diseña. Para las organizaciones de diseño de tipo que emprenden labores sobre RPAS, RPA y RPS, se suponen que prevalezcan los requisitos aplicables a la aviación tripulada establecidos por su autoridad de aeronavegabilidad, aunque puede ser necesario introducir algunas alteraciones en términos de referencia, alcance de los trabajos, etc.

#### **4.11 PRODUCCIÓN**

4.11.1 Algunos Estados definen requisitos para que la organización de producción posea aprobaciones en apoyo de la gama de productos que producen. Para las organizaciones de producción que emprenden labores sobre RPAS, RPA y RPS, se supone que prevalezcan los requisitos aplicables a la aviación tripulada establecidos por su autoridad de aeronavegabilidad, aunque puede ser necesario introducir algunas alteraciones en términos de referencia, alcance de la labor, etc.

4.11.2 Un solicitante (fabricante) puede ser admisible para recibir un certificado de producción o una aprobación como organización de producción de la autoridad de aeronavegabilidad, sujeto a la determinación por dicha autoridad de aeronavegación sobre la base de su examen de los datos de apoyo y de la inspección de las instalaciones, procesos y organización de producción, el solicitante ha cumplido con los requisitos pertinentes.

4.11.3 La organización de producción puede tener un acuerdo con la organización de diseño para asegurar que cuenta con toda la documentación necesaria para fabricar o construir el producto de conformidad con el diseño de tipo y, cuando corresponda, ensayar el producto.

4.11.4 Los procesos para las inspecciones de conformidad iniciales realizados después de la fabricación y montaje, y la comprobación del diseño de tipo aprobado están bien establecidos en la aviación tripulada y deberán seguirse también para las RPA, RPS y todas las partes aplicables del diseño de tipo aprobado, incluso el uso del certificado de conformidad de la producción aplicable.

4.11.5 El Estado de fabricación debería ejercer la vigilancia de la seguridad operacional en la fase de producción (p. ej., aprobación de la organización de producción y de su sistema de calidad).

4.11.6 El Estado de fabricación debe organizar, en acuerdo con el Estado de diseño cuando sea diferente de éste, un proceso para mantener la aeronavegabilidad de los productos entregados bajo su vigilancia.

## 4.12 INTEGRACIÓN DE PRODUCTOS RPAS

4.12.1 La producción final de una aeronave tripulada puede ser realizada por un único fabricante que efectúa el montaje de la misma e integra todos los sistemas requeridos. Como se señaló anteriormente, otras organizaciones de producción pueden ensamblar partes para formar conjuntos completos, productos, etc., por ejemplo un motor, que posteriormente pueden entregarse con un certificado de conformidad apropiado, cuando corresponda. Estas partes pueden luego integrarse en la línea de producción de la aeronave, como parte del proceso de producción final, o pueden suministrarse en el terreno como piezas de recambio o repuestos que pueden instalarse en una aeronave ya entregada en el marco de actividades de mantenimiento.

4.12.2 Para los RPAS, es posible que una organización solo integre componentes constituyentes, como la RPA o RPS, de otros proveedores en un sistema (RPAS), sin producir ni ensamblar componentes. En este caso, la organización podría considerarse como organización de producción final y, por consiguiente, debería contar con las aprobaciones de producción necesarias para apoyar la integración del sistema. Si la RPA se fabrica por una organización diferente, tendría que contar con la conformidad final de dicha organización antes de ser integrada.

4.12.3 Como asunto de producción, no se considera dentro del ámbito de un explotador en el marco de su certificado de explotador de RPAS (ROC), adquirir componentes individuales del sistema y realizar la integración inicial, a menos que el explotador sea titular de una aprobación de producción además de su ROC.

4.12.4 Es posible introducir cambios en el RPAS entregado, por ejemplo la adición de una nueva RPS del mismo modelo que la integrada previamente o de un modelo diferente pero aprobado. Este cambio puede integrarse como actividad de mantenimiento cuando se lleva a cabo con arreglo a procesos y procedimientos aprobados por el Estado de matrícula; no obstante, la configuración resultante debe cumplir con el diseño de tipo aprobado. Los procesos y procedimientos aprobados aplicables tendrían que definirse por el titular del TC para verificar la correcta integración e interfuncionamiento con la RPAS existente.

## 4.13 CERTIFICACIÓN DE LA AERONAVEGABILIDAD

### Certificado de aeronavegabilidad (CofA)

La RPA es un componente del RPAS, y con arreglo al Artículo 31 del Convenio de Chicago, se requiere que la aeronave posea un CofA si realiza operaciones internacionales. El Estado de matrícula, una vez obtenida pruebas satisfactorias de que la RPA, las RPS y otros componentes se ajustan al diseño de tipo y están en condiciones de funcionar en seguridad, expedirá un CofA a la RPA.

#### 4.14 REGISTROS DE GESTIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL RPAS

4.14.1 Es necesario poder definir la configuración completa de la RPA con respecto a la cual se expide un CofA, incluyendo todos los componentes que constituyen el RPAS. El registro de gestión de la configuración debería, por lo tanto, contener suficientes detalles para describir todos los componentes del RPAS a efectos de proporcionar trazabilidad completa de las reconfiguraciones o cambios de piezas.

4.14.2 El registro de gestión de la configuración debería ser similar al empleado para aeronaves tripuladas, p. ej., como recopilación de componentes instalados; requisitos y actividades de mantenimiento; piezas por número de serie, cambios de las mismas; y verificaciones de funcionamiento, así como cualquier servicio contratado y sus aspectos de actuación.

4.14.3 Esto puede exigir la ampliación de los procesos actuales para para abarcar todos los componentes del RPAS y su integración.

#### 4.15 MANTENIMIENTO DE LA VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS

4.15.1 La validez del CofA de una RPA debería controlarse de la misma forma en que se hace en la aviación tripulada. Por consiguiente, deberían aplicarse los mismos procedimientos y procesos utilizados para asegurar el mantenimiento de la validez del CofA, aunque exigirán ampliación para abarcar todos los componentes del RPAS.

4.15.2 El RPAS puede volverse a configurar durante el vuelo, como en la transferencia de una RPS a otra o el cambio de enlace terrestre a enlace C2 por satélite. Esto tiene nuevas consecuencias sobre mantenimiento de la validez del CofA para la RPA y puede ser necesario imponer requisitos adicionales. Las condiciones especificadas en el CofA deben cumplirse durante todo el vuelo. El explotador debe ser capaz de demostrar que todas las configuraciones empleadas durante el vuelo siguen siendo válidas, p. ej., que una RPS que se utilizará después de una transferencia tiene una configuración válida y posee adecuados documentos de conformidad de mantenimiento, según lo requiere el Estado de matrícula. El carácter dinámico de este nuevo escenario debe reflejarse en el registro de gestión de la configuración del RPAS.

#### 4.16 OPERACIONES

4.16.1 En los párrafos siguientes se esbozan las áreas que requieren más consideración y medidas por parte del Estado de matrícula para tratar aspectos de operaciones y aeronavegabilidad relativos a las novedosas características de los RPAS.

##### Vigilancia

4.16.2 Como se señaló anteriormente, la configuración del RPAS puede ser dinámica. Los componentes del RPAS también pueden estar distribuidos por todo el mundo, presentando situaciones de vigilancia muy complejas. La OACI podrá tratar en una etapa ulterior arreglos para encarar estas situaciones. Por consiguiente, al principio todos los componentes constituyentes del RPAS estarían gestionados en el marco de un único certificado de explotador donde un Estado proporciona la vigilancia de la operación y cumplimiento de los reglamentos, códigos y normas aplicables (p. ej., CofA, registro de gestión de configuración, otorgamiento de licencias de piloto a distancia e instrucción).

4.16.3 Los explotadores de RPAS pueden elaborar argumentos comerciales que dependen que se compartan recursos (p. ej., contratación de servicios RPS de área local, instalaciones y servicios de mantenimiento y pilotos a distancia). Por consiguiente, es necesario contar con un marco internacional para facilitar el reconocimiento de certificados y licencias relacionados con RPA expedidos por otros Estados miembros.

### **Mantenimiento de la aeronavegabilidad**

4.16.4 Los procesos para mantener la conformidad con el diseño de tipo y asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad mediante mantenimiento e inspecciones periódicas así como las medidas correctivas obligatorias (p. ej., directrices de aeronavegabilidad) se consideran igualmente aplicables a los componentes individuales del RPAS.

4.16.5 El mantenimiento necesario para asegurar la conformidad con el diseño de tipo de la RPA y todos los otros componentes del RPAS deben definirse y especificarse dentro de la norma de diseño de tipo. Las normas, procedimientos y documentación para la puesta en servicio de todos los componentes deben conformarse con los de la RPA.

4.16.6 Debe reconocerse que el proceso de la aviación tripulada establece el sistema de gestión de la configuración contra solo la aeronave a través de la CofA y la continua revalidación en el marco de los sistemas de mantenimiento aprobados, y con ello proporciona un nivel de aseguramiento de la aeronavegabilidad vuelo por vuelo. Las arquitecturas distribuidas del RPAS significan que es posible introducir cambios en la configuración del RPAS durante el vuelo. La demostración continua de la conformidad con el diseño de tipo y los requisitos del CofA durante las operaciones siguen siendo aplicables pero deben poder abarcar este aspecto dinámico. Si bien cada cambio de configuración puede ser controlado en forma independiente y aprobado en forma adecuada en el marco del proceso básico de aeronavegabilidad, todavía no se ha convenido en la forma de demostrar que el RPAS funciona dentro de la configuración aprobada durante todo el vuelo.

## **4.17 RESPONSABILIDAD DE LOS ESTADOS DE DISEÑO, FABRICACIÓN, MATRÍCULA Y DEL EXPLOTADOR**

4.17.1 Las responsabilidades de los Estados con respecto al RPAS son en gran medida similares a las de la aviación tripulada, con unas pocas excepciones como se describe a continuación.

### **Estado de diseño**

4.17.2 El Estado de diseño expide un TC donde se define y aprueba el diseño de tipo de la RPA una vez aceptada la evidencia satisfactoria de que la RPA, inclusive la RPS y todos los componentes conexos, cumple plenamente con los requisitos de diseño apropiados.

4.17.3 El Estado de diseño de la RPA, cuando sea distinto del Estado de diseño de la RPS, del motor o de la hélice, es responsable de las actividades generales de certificación de tipo, así como de las obligaciones posteriores a dicha certificación.

### **Estado de fabricación**

4.17.4 No se han identificado diferencias específicas con respecto a los requisitos de la aviación tripulada.

### Estado de matrícula

4.17.5 El Estado de matrícula es responsable de asegurar la elaboración y promulgación de reglamentos nacionales con respecto a los requisitos de importación y exportación de RPAS, si corresponde. Es necesario aplicar estas consideraciones con respecto a la exportación de RPA o RPS como componentes independientes.

*Nota.— Las RPS no se incluyen en el registro de aeronaves.*

4.17.6 Debido al carácter distribuido de los RPAS, el Estado de matrícula tendrá que otorgar consideración especial a asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad.

### Estado del explotador

4.17.7 No se han identificado diferencias específicas con respecto a los requisitos existentes de la aviación tripulada.

## 4.18 CONSIDERACIONES PARA EL FUTURO

En ausencia de suficientes antecedentes de servicio operacional y experiencia de certificación con RPAS, en este capítulo todavía no se proporciona orientación específica sobre procedimientos para la certificación de diseño de tipo y de la aeronavegabilidad. Se insta a los Estados a que establezcan procedimientos que puedan ser reflejados por la OACI en futuras orientaciones sobre certificación y en SARPS a medida que se obtenga dicha experiencia y antecedentes de servicio. Se prevé que la complejidad del sistema RPAS distribuido, basado en una gestión de la configuración concentrada en la aeronave, será difícil de gestionar, tanto desde el punto de vista de los requisitos operacionales como de vigilancia normativa. Por consiguiente se prevé que a medida que la industria madure y exija una mayor flexibilidad, surgirá la necesidad de permitir la gestión de la configuración y la gestión del mantenimiento de las RPS a través de múltiples Estados sobre la base de principios y normas internacionales.

---



## **Capítulo 5**

# **MATRÍCULA DE LAS RPA**

### **5.1 MARCAS DE NACIONALIDAD Y MATRÍCULA**

5.1.1 Con arreglo al Artículo 20 del Convenio de Chicago, toda aeronave empleada en la navegación aérea internacional deberá llevar las correspondientes marcas de nacionalidad y matrícula. Reconociendo que los tamaños y diseños de las aeronaves pilotadas a distancia pueden diferir considerablemente de los de aeronaves tripuladas actuales, se han adoptado normas para el Anexo 7 — *Marcas de nacionalidad y de matrícula de las aeronaves*, para hacer lugar a dichas diferencias. Si la aeronave no posee las partes mencionadas en el Anexo 7, 4.3.1 y 4.3.2 o estas no son de tamaño suficiente para colocar las marcas que se describen en 5.1.1, 5.2.1 ó 5.2.2, el Estado de matrícula determinará la ubicación y las medidas de las marcas de nacionalidad o comunes y de las marcas de matrícula, teniendo en cuenta la necesidad de que se identifique prontamente la aeronave.

#### **Placa de identificación**

5.1.2 Las aeronaves pilotadas a distancia pueden no tener una entrada principal al fuselaje. Por consiguiente, en el Anexo 7 se estipula que el Estado de matrícula determine la ubicación apropiada para fijar la placa de identificación:

- a) en una posición de modo que sea visible, cerca de la entrada o del compartimento principal; o
- b) de modo que sobresalga, en la parte inferior de la aeronave si no hay entrada o compartimento principal.



## Capítulo 6

# RESPONSABILIDADES DEL EXPLOTADOR DE RPAS

### 6.1 RESEÑA

6.1.1 En este capítulo se proporciona orientación sobre la función y responsabilidades del explotador de RPAS, sobre la base de las disposiciones contenidas en el Anexo 6 — *Operación de aeronaves, Parte I — Transporte aéreo comercial internacional — Aviones* y documentos conexos. El explotador se define como una persona, organización o empresa que se dedica, o propone dedicarse a la explotación de aeronaves. En el contexto de las RPA, la operación de aeronaves comprende el RPAS.

6.1.2 Debido al carácter distribuido de los componentes del RPAS, las operaciones de este sistema pueden ser más complejas que las de las aeronaves tripuladas. Esto conduce al requisito de que los explotadores de RPAS deben poseer un ROC, según se especifica en el Anexo 2, Apéndice 4. Al otorgar un ROC, el reglamentador considerará la capacidad del explotador de RPAS en cuanto a satisfacer responsabilidades especificadas, muchas de las cuales se describen a continuación.

6.1.3 Como se explicó en el Capítulo 2, desde el punto de vista normativo, no se establecen distinciones entre los tipos de operación como se aplican en la aviación tripulada p. ej., transporte aéreo comercial, aviación general, aviación de negocios. Se considera que establecer un marco normativo que abarca todos los RPAS utilizados con fines no recreativos es de importancia fundamental. Las distinciones entre tipos de operaciones pueden considerarse en una fecha posterior. Análogamente, no se ha establecido un límite de peso mínimo por debajo del cual la RPA esté exceptuada del cumplimiento de los SARPS de la OACI; estos límites podrían convenirse en fecha posterior.

### 6.2 GENERALIDADES

6.2.1 Con arreglo a las disposiciones del Anexo 6, el explotador de RPAS es responsable de la realización segura de todas las operaciones. Esto comprende el establecimiento y puesta en marcha de un sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS) según se describe en el Capítulo 7.

6.2.2 El explotador de RPAS debe cumplir todos los requisitos establecidos por el Estado del explotador con respecto a su explotación. Estos requisitos deberían ser coherentes con el tamaño, estructura y complejidad de la organización del explotador de RPAS.

6.2.3 El explotador de RPAS también es responsable de contratar servicios de proveedores (p. ej., proveedores de servicios de comunicaciones), según sea necesario para realizar sus operaciones.

6.2.4 El explotador de RPAS debe cerciorarse de que todos los empleados están familiarizados con las leyes, reglamentos y procedimientos aplicables al desempeño de sus tareas, prescritos para las zonas que han de atravesarse, los aeródromos que han de utilizarse y las instalaciones y servicios de navegación aérea relacionados con ellos.

6.2.5 Los procedimientos del explotador de RPAS no deben permitir que los miembros de la tripulación de vuelo a distancia realicen, durante las fases de vuelo críticas, actividades distintas de las necesarias para la operación segura del RPAS.

6.2.6 El explotador de RPAS, o un representante designado, debe tener la responsabilidad del control operacional.

6.2.7 La responsabilidad del control operacional solo debería delegarse al piloto al mando (PIC) a distancia y a un encargado de operaciones de vuelo o despachador de vuelo si el método de control y supervisión de las operaciones de vuelo aprobados por el explotador requiere el empleo de ese tipo de personal.

### 6.3 CERTIFICADO DE EXPLOTADOR DE RPAS (ROC)

6.3.1 Según se especifica en el Anexo 2, Apéndice 4, un explotador de RPAS debe disponer de un ROC expedido de conformidad con los reglamentos aplicables y que concuerde con las disposiciones del Anexo 6. Este certificado es comparable al certificado de explotador de servicios aéreos (AOC) para un explotador de transporte aéreo comercial.

6.3.2 El ROC autoriza al explotador de RPAS a realizar operaciones de conformidad con las condiciones y limitaciones que se detallan en las especificaciones relativas a las operaciones adjuntas al ROC.

6.3.3 La expedición de un ROC por parte del Estado del explotador depende de que dicho explotador demuestre que cuenta con una organización adecuada, un método de control y supervisión de las operaciones de vuelo, un programa de instrucción y arreglos de servicios de escala y mantenimiento acordes con el carácter y la amplitud de las operaciones especificadas y conmensurable con el tamaño, estructura y complejidad de la organización.

6.3.4 El alcance del control y la supervisión debería incluir operaciones con RPA "puerta a puerta" y el uso de una o más RPS emplazadas en uno o más lugares.

6.3.5 El Estado del explotador debería establecer un sistema para la certificación y supervisión permanente del explotador de RPAS para asegurar que se mantienen las normas de operación requeridas.

6.3.5.1 El sistema para la certificación y la supervisión permanente del explotador de RPAS puede basarse en el proceso descrito en el Doc 8335, *Manual de procedimientos para la inspección, certificación y supervisión permanente de las operaciones*, para explotadores de transporte aéreo comercial.

#### Contenido del ROC

6.3.6 El ROC debería contener por lo menos lo siguiente:

- a) Estado del explotador y autoridad expedidora;
- b) número de ROC y fecha de vencimiento;
- c) nombre del explotador, razón social (si difiere de aquél) y dirección de su oficina principal;
- d) fecha de expedición y nombre, firma y título del representante de la autoridad expedidora;
- e) el lugar donde pueda encontrarse la información de contacto de las autoridades de gestión operacional;
- f) descripción de los tipos de operaciones autorizadas;
- g) los tipos o modelos de RPA cuyo uso se autoriza;

- h) modelos y emplazamientos de las RPS cuyo uso se autoriza; y
- i) las zonas de operación o rutas autorizadas.

### Reconocimiento del ROC

*Nota 1.— En el Apéndice C de la Resolución A38-12 de la Asamblea, se dispone que hasta que no entren en vigor las normas internacionales relativas a determinadas categorías, clases o tipos de aeronaves, los certificados expedidos o convalidados de conformidad con los reglamentos nacionales por el Estado miembro en que está matriculada la aeronave serán reconocidos por los demás Estados miembros en caso de vuelos sobre sus territorios, incluyendo aterrizajes y despegues.*

*Nota 2.— En el caso de los RPAS, todavía no se han elaborado las normas relativas a la certificación y otorgamiento de licencias. Por consiguiente, en el ínterin, hasta que se elaboren los SARPS relativos a los RPAS no tiene que considerarse automáticamente que todo otorgamiento de certificados y licencias cumple con los SARPS de los Anexos conexos, incluidos los Anexos 1, 6 y 8.*

6.3.7 Los Estados miembros deberían reconocer como válido un ROC expedido por otro Estado miembro, siempre que los requisitos de acuerdo con los cuales se haya concedido el certificado sean conmensurables con las normas aplicables especificadas en el Anexo 6, Parte I, para el certificado de explotador de servicios aéreos, hasta tanto entren en vigor normas internacionales para el ROC.

### Expedición y formato del ROC

6.3.8 Con arreglo a las disposiciones del Anexo 6, el Estado del explotador, antes de la certificación de un explotador de RPAS, debería requerir a este último demostraciones, conmensurables con el tamaño, estructura y complejidad de su operación, que le permitan evaluar la idoneidad de la organización, método de control y supervisión de las operaciones de vuelo, el arreglo de servicio de escala y de mantenimiento. Estas demostraciones deberían exigirse además del examen o inspecciones de manuales, registros, instalaciones y equipo.

6.3.9 Además, para seguir ajustándose a las disposiciones del Anexo 6, el Estado del explotador tiene la responsabilidad de la primera certificación, la expedición del ROC y la supervisión permanente del explotador del RPAS. El Estado del explotador debería considerar las aprobaciones y aceptaciones del Estado de matrícula, o bien actuar de acuerdo con ellas. De conformidad con estas disposiciones, el Estado del explotador debería asegurar que las medidas que emprende concuerdan con las aprobaciones y aceptaciones del Estado de matrícula y que el explotador de RPAS cumple con los requisitos de éste.

6.3.10 Los privilegios y el ámbito de las actividades cuya realización por el explotador RPAS ha aprobado, deberían consignarse en las especificaciones de operaciones adjuntas al ROC.

### Mantenimiento de la validez del ROC

6.3.11 El mantenimiento de la validez de un ROC dependerá de que el explotador de RPAS mantenga los requisitos indicados en 6.3.8 bajo la supervisión del Estado del explotador.

### Enmiendas del ROC

6.3.12 La certificación de un explotador RPAS es un proceso continuo. Con el tiempo, los explotadores de RPAS pueden no estar satisfechos con las autorizaciones iniciales expedidas con sus ROC. La evolución de oportunidades del mercado puede hacer que un explotador cambie de modelo de RPAS y procure obtener aprobación para nuevas

zonas de operaciones que exijan otras capacidades adicionales. El Estado debería exigir evaluaciones técnicas adicionales antes de expedir los instrumentos escritos oficiales por los que se aprueba cualquier cambio al ROC original así como otras autorizaciones. Siempre que sea posible, cada solicitud debería apoyarse, utilizando la autorización original como fundamento para determinar la medida de la evaluación pendiente por el Estado antes de la expedición del instrumento oficial.

## 6.4 GESTIÓN DEL PERSONAL

### Puestos de plantilla y requisitos correspondientes

6.4.1 En forma conmensurable con el tamaño, estructura y complejidad de la organización, el explotador del RPAS debería:

- a) designar un director ejecutivo responsable, con autoridad para asegurar que todas las actividades pueden financiarse y realizarse con arreglo a los requisitos aplicables. Dicho director ejecutivo debería ser responsable de establecer y mantener un sistema de gestión efectivo;
- b) nombrar a una persona o grupo de personas con la responsabilidad de asegurar que el explotador permanece cumpliendo con los reglamentos aplicables. Dichas personas deberían responder en última instancia ante el ejecutivo contable;
- c) contar con personal calificado y competente suficiente para las tareas y actividades previstas que han de realizarse con arreglo a los requisitos aplicables;
- d) mantener los apropiados registros de experiencia, calificación e instrucción para mostrar el cumplimiento de c); y
- e) asegurar que todo el personal está familiarizado con las reglas y procedimientos aplicables al desempeño de sus funciones.

### Competencia del personal

6.4.2 El explotador de RPAS debe asegurar que su personal está adecuadamente calificado y es competente para realizar sus tareas asignadas y cumplir sus responsabilidades. Dicho personal debería tener el necesario conjunto de competencias y los conocimientos, habilidades y actitudes conexas, a saber:

- a) conocimiento teórico (“saber”);
- b) habilidades prácticas (“saber cómo”); y
- c) actitudes acordes con el alcance de sus funciones en relación con las operaciones de RPAS (“ser”).

6.4.3 La combinación e integración de estos tres elementos constituyen las normas de competencia que el personal debería demostrar como individuos y como miembros de un equipo.

6.4.4 El explotador de RPAS debería establecer programas de instrucción inicial y periódica para asegurar el mantenimiento de la competencia de su personal. Estos programas deberían dirigirse a todo el personal asignado a operaciones en tierra y de vuelo, o directamente involucrados en las mismas, y asegurar que todo el personal ha demostrado su competencia en su función particular y es consciente de sus responsabilidades y de la relación que tales funciones guardan con la operación en su totalidad.

### Mantenimiento de registros

6.4.5 El explotador de RPAS debería establecer un sistema de mantenimiento de registros que permita el adecuado almacenamiento y trazabilidad fiable de todas las actividades desarrolladas, abarcando como mínimo:

- a) la organización del explotador;
- b) SMS;
- c) otorgamiento de licencias al personal y verificación de competencias;
- d) documentación de todos los procesos fundamentales del sistema de gestión;
- e) registros de mantenimiento; y
- f) registros de gestión de seguridad.

6.4.6 Los registros deberían almacenarse de forma que se garantice su protección respecto de daños, alteraciones y robo.

### Servicios contratados que no son para C2

6.4.7 Cuando se contraten o se adquieran servicios como parte de su actividad, el explotador de RPAS debe asegurar que tales servicios o productos se ajustan a los requisitos aplicables.

6.4.8 El explotador RPAS puede contratar servicios de otras organizaciones que estén certificadas y bajo vigilancia de la autoridad competente de vigilancia de la seguridad operacional de la aviación (p. ej., organismos de mantenimiento reconocidos). En estos casos, los acuerdos contractuales pueden cubrir solamente asuntos comerciales y técnicos. Los aspectos de seguridad operacional se tratarán por la autoridad de vigilancia de la seguridad operacional (véase la Figura 6-1).



Figura 6-1. Vigilancia por la autoridad de vigilancia de la seguridad operacional de la aviación

6.4.9 En el Capítulo 7 se proporciona información relativa a los servicios contratados de una organización que no está certificada o no está bajo vigilancia directa de la autoridad competente.

### Arreglos contractuales entre explotadores RPAS

6.4.10 Un explotador de RPAS puede determinar la necesidad de contratar servicios RPS de otro explotador RPAS para lograr ventajas operacionales y comerciales. Esta compartición de recursos otorgaría flexibilidad a los explotadores RPAS y aumentaría el ámbito dentro del cual pueden realizar operaciones.

6.4.11 Para facilitar este arreglo, cada Estado del explotador debería permitir la concertación de dichos acuerdos contractuales en forma bilateral o multilateral o a través de la legislación nacional o regional. Esto podría involucrar la vigilancia de explotadores de RPAS emplazados en otro Estado.

6.4.12 Después de la implantación de legislación nacional o acuerdos entre los Estados del explotador y acuerdos entre los explotadores de RPAS, podría contratarse servicios de RPS. Quizás deba encararse el reconocimiento de licencias expedidas por otros Estados para apoyar operaciones internacionales (véase el Capítulo 8 sobre otorgamiento de licencias). En la Figura 6-2 se ilustra la forma en que podría darse dicho proceso de reconocimiento.

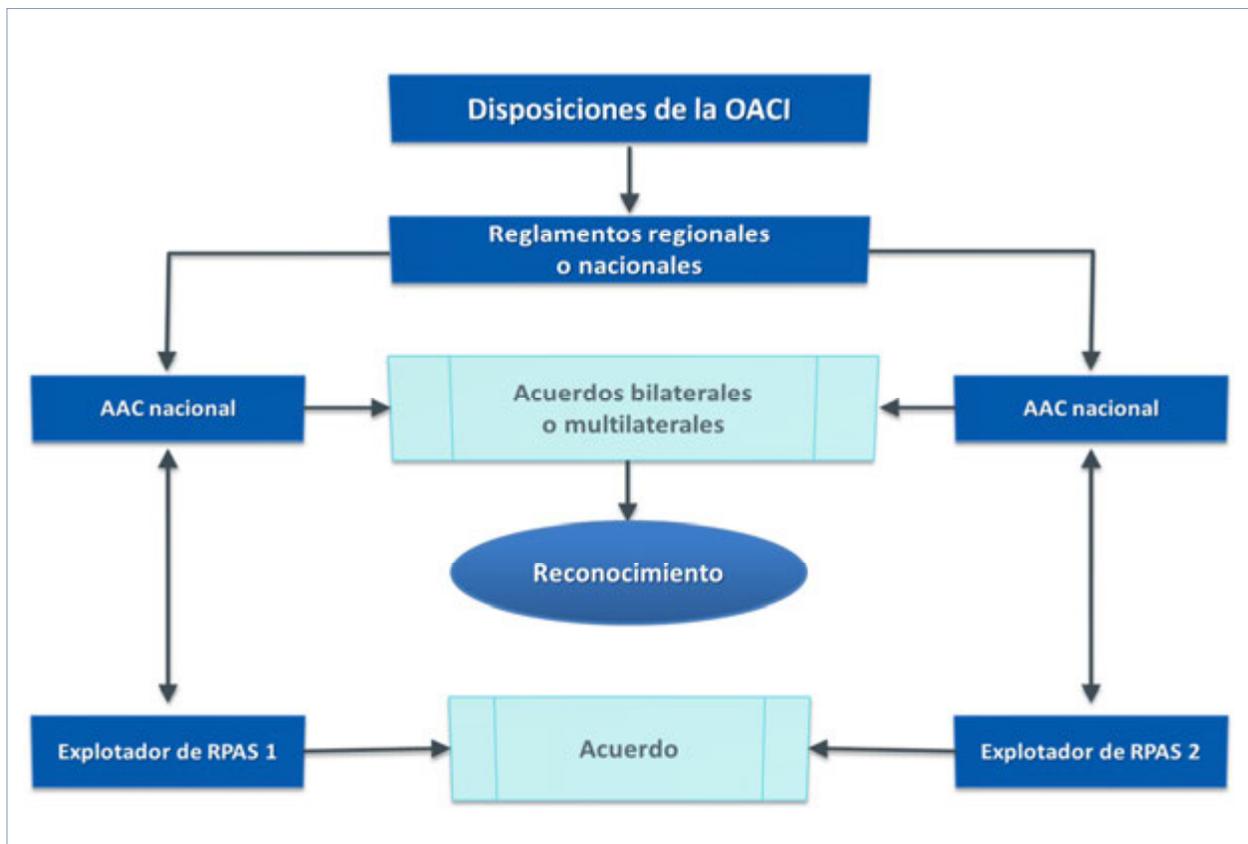


Figura 6-2. Flujo del reconocimiento

## 6.5 VIGILANCIA DE LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES

6.5.1 Debido al carácter complejo presentado por el enlace C2, tanto el Estado de matrícula como el Estado del explotador tienen funciones de vigilancia críticas que deben cumplirse dado que el enlace C2 constituye un componente esencial del RPAS.

6.5.2 El Estado de matrícula es responsable de asegurar la aeronavegabilidad de la RPA. El Estado del explotador es responsable de asegurar que el explotador de RPAS realiza una operación en condiciones de seguridad que comprende garantizar que la RPA es explotada y mantenida con arreglo a las condiciones especificadas en el CofA.

6.5.3 El explotador de RPAS puede adquirir enlaces C2 de un proveedor de servicios de comunicaciones, sujeto a la aprobación del Estado del explotador. Estos enlaces C2 deben cumplir con las condiciones especificadas en el CofA expedido por el Estado de matrícula.

6.5.4 El explotador de RPAS debería demostrar al Estado del explotador que:

- a) el proveedor de servicios C2 está abarcado en la vigilancia de la seguridad operacional ejercida por una autoridad estatal de aviación civil reconocida, o que los aspectos de seguridad operacional del enlace C2 se incluyen en el SMS del explotador de RPAS;
- b) en el caso de que el proveedor de servicios C2 cuente con su propio SMS, se han establecido procedimientos para intercambiar información de seguridad operacional con el explotador de RPAS; y
- c) el sistema C2 cumple con los requisitos de actuación especificados en el diseño de tipo de la RPA.

6.5.5 Las funciones de responsabilidades del proveedor de servicios C2 se describen en el Capítulo 11.

## 6.6 REQUISITOS DE DOCUMENTOS

6.6.1 En el Artículo 29 del Convenio de Chicago se requiere que se lleven a bordo de las aeronaves varios documentos. Estos documentos deben ser accesibles a las tripulaciones de vuelo durante el vuelo y estar a disposición de los inspectores cuando la aeronave se encuentra en tierra. Los mismos requisitos se aplican a las aeronaves no tripuladas; no obstante, el tamaño de la configuración de la RPA puede hacer que no resulte práctico colocar documentos originales en papel a bordo. Para satisfacer los requisitos del Convenio de Chicago, se necesitan nuevos enfoques como versiones electrónicas de los documentos que resulten accesibles a los pilotos a distancia, inspectores y personal de mantenimiento, ya sea en la RPA o la RPS.

### Documentos en posesión del explotador de RPAS

6.6.2 Los siguientes documentos, manuales e información específicos del explotador de RPAS deben estar disponibles, en forma autenticada, en el local de gestión operacional del explotador de RPAS o en otro emplazamiento especificado por el Estado del explotador:

- a) ROC;
- b) especificaciones de operaciones pertinentes a los modelos de RPA y RPS, relacionados con el ROC;
- c) manual de operaciones, incluyendo el manual de operaciones de RPAS y el manual de la RPS;

- d) manual de vuelo RPA/RPAS;
- e) manual de control de mantenimiento (MCM);
- f) certificados de seguro de responsabilidad civil por daños a terceros;
- g) certificado de matrícula de cada RPA;
- h) CofA de cada RPA;
- i) certificados de cualquier componente adicional del RPAS, si corresponde;
- j) todas las licencias de estación de radio, si corresponde;
- k) todos los certificados de homologación acústica, si corresponde;
- l) notificación de cargas especiales, si corresponde; y
- m) manifiestos de carga, si corresponde.

#### **Documentos en las RPS**

6.6.3 Los documentos, manuales e información siguientes, entre otros, deben estar disponibles en las RPS que se prevea utilizar durante el vuelo:

- a) manual de operaciones incluyendo las MEL, CDL, manual de operaciones de RPAS y manual de la RPS;
- b) manual de vuelo RPA/RPAS;
- c) especificaciones de operaciones pertinentes a los modelos de RPA y RPS relacionados con el ROC;
- d) diarios de a bordo para la RPA;
- e) MCM, libro de mantenimiento y libro técnico para la RPA;
- f) MCM, libro de mantenimiento y libro técnico para la RPS;
- g) detalles de los planes de vuelo presentados, actuales, ATS y operacionales, si corresponde;
- h) cartas aeronáuticas vigentes y adecuadas para la ruta de vuelo y todas las rutas a lo largo de las cuales es razonable prever que el vuelo pueda desviarse, incluyendo cartas de salida, llegada y aproximación a todos los aeródromos o helipuertos pertinentes;
- i) información relativa a los servicios de búsqueda y salvamento para la zona de vuelo previsto;
- j) aviso a los aviadores (NOTAM) y documentación de información del servicio de información aeronáutica (AIS);
- k) información meteorológica;
- l) requisito de combustible, carga de combustible y registros correspondientes;

- m) manifiestos de carga e información sobre mercancías peligrosas, si corresponde;
- n) documentos de masa y centraje; y
- o) toda otra documentación que pueda ser pertinente al vuelo o exigida por los Estados involucrados en la operación.

6.6.4 La información técnica respecto del RPAS (p. ej., libros de vuelo y de mantenimiento, cambios al plan de vuelo y situación del combustible) deben estar actualizados y toda la información pertinente debe trasladarse a los sucesivos pilotos a distancia. Los libros y registros electrónicos deberían actualizarse tan pronto como sea posible durante el tramo de vuelo de cada piloto a distancia, o inmediatamente después del mismo.

6.6.5 El formato (p. ej., electrónico) de los documentos indicados anteriormente debe resultar aceptable para el Estado del explotador y todos los otros Estados involucrados en la operación.

#### **Documentos a bordo de la RPA**

6.6.6 Los siguientes documentos deben estar disponibles a bordo de cada RPA:

- a) ROC (copia fiel certificada);
- b) certificado de matrícula de la RPA (copia fiel certificada);
- c) CofA de la RPA (copia fiel certificada);
- d) licencias de cada piloto a distancia involucrado en el vuelo en cuestión (copias fieles certificadas);
- e) diario de a bordo;
- f) especificaciones de operaciones;
- g) manifiestos de carga e información sobre mercancías peligrosas, si corresponde;
- h) certificado de homologación acústica, si corresponde; y
- i) licencia de estación de radio de aeronave (copia fiel certificada).

6.6.7 El formato (p. ej., electrónico) de los documentos indicados anteriormente debe resultar aceptable para el Estado del explotador y para todos los demás Estados involucrados en la operación.

#### **Documentos en el área de operaciones terrestres de la RPA o en sus cercanías**

6.6.8 Los documentos, manuales e información, incluyendo entre otros los siguientes, deberían estar disponibles en las áreas de operaciones terrestres de las RPA o en sus cercanías:

- a) manual de vuelo de la RPA o partes pertinentes del mismo; y
- b) manifiestos de carga e información sobre mercancías peligrosas, si corresponde;

## 6.7 INSTALACIONES Y SERVICIOS OPERACIONALES

6.7.1 Con arreglo a las disposiciones del Anexo 6, el explotador del RPAS debe asegurar que no se inicie un vuelo a menos que se haya determinado, por todos los medios razonables de que se dispone, que las instalaciones o servicios terrestres, espaciales aéreos o marítimos disponibles y requeridos necesariamente durante ese vuelo para la operación segura del RPAS, sean adecuados al tipo de operación de acuerdo con el cual haya de realizarse el vuelo y funcionen debidamente para ese fin.

6.7.2 El explotador del RPAS debe asegurar que se notifique, sin retraso indebido, cualquier deficiencia de las instalaciones y servicios observada en el curso de sus operaciones al proveedor ATS pertinente, si corresponde.

## 6.8 RESPONSABILIDADES DEL EXPLOTADOR DE RPAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD

### Responsabilidad de mantenimiento del explotador de RPAS

6.8.1 El explotador de RPAS es responsable de asegurar que todos los componentes del RPAS se mantienen en condiciones de aeronavegabilidad. Además, debe asegurar que el equipo operacional y de emergencia necesario para el vuelo previsto se encuentre en estado de funcionamiento.

6.8.2 El explotador de RPAS debe establecer e implantar un programa de mantenimiento con arreglo a la recomendación del fabricante y aprobado por el Estado de matrícula.

6.8.3 El explotador de RPAS no explotará un RPAS a menos que su mantenimiento y el visto bueno de conformidad para entrar en servicio sean realizados por un organismo de mantenimiento reconocido o con arreglo a un sistema equivalente, siempre que uno de estos modos de mantenimiento sea aceptable para el Estado de matrícula. Cuando el Estado de matrícula acepte el sistema equivalente, la persona que firme la conformidad de mantenimiento estará habilitada para ello según lo establecido en el Anexo 1.

*Nota.— Para los fines del presente manual, la expresión “organismo de mantenimiento” significa un organismo de mantenimiento reconocido o un sistema equivalente, siempre que uno de ellos sea aceptable para el Estado de matrícula.*

### Manual de control de mantenimiento (MCM) del explotador de RPAS

6.8.4 El explotador debería proporcionar, para uso y orientación del personal de mantenimiento y operacional en cuestión, un MCM aceptable para el Estado de matrícula.

6.8.5 El MCM debería describir claramente los procedimientos de mantenimiento, incluso los procedimientos para completar y firmar un certificado de conformidad de mantenimiento cuando se haya y realizado y completado dicho mantenimiento.

6.8.6 El explotador de RPAS debería proporcionar copias del MCM aprobado a cada RPS y lugar de mantenimiento.

6.8.7 El explotador de RPAS debe proporcionar al Estado del explotador y al Estado de matrícula una copia del MCM del explotador, conjuntamente con todas las enmiendas y revisiones del mismo, e incorporar en él los textos obligatorios que el Estado del explotador o el Estado de matrícula puedan exigir.

6.8.8 En el diseño de MCM se debería observar los principios de factores humanos [véase el *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683)].

### **Programa de mantenimiento**

6.8.9 El explotador de RPAS debería establecer y proporcionar, para uso y orientación del personal de mantenimiento y operacional en cuestión, un programa de mantenimiento aprobado por el Estado de matrícula.

6.8.10 Cuando el Estado de matrícula sea diferente del Estado del explotador, el examen del programa puede coordinarse mediante un procedimiento aprobado según se define en el MCM y en el Manual de procedimientos de la compañía.

6.8.11 En el diseño y aplicación del programa de mantenimiento del explotador RPAS deberían observarse los principios de factores humanos (véase el Doc 9683).

6.8.12 El programa de mantenimiento debe contener, entre otras cosas, las siguientes:

- a) tareas de mantenimiento e intervalos a los cuales estas se realizarán sobre la base de la RPA, RPS, C2, y otros componentes del RPAS;
- b) un programa de mantenimiento de la integridad estructural (SIP);
- c) procedimientos para apartarse de lo estipulado en a) y b) para tareas que no tienen designaciones obligatorias del Estado de diseño; y
- d) descripciones del programa de vigilancia de la condición y fiabilidad de las RPA, RPS, equipo de lanzamiento y recuperación y otros componentes esenciales.

### **Registros de mantenimiento**

6.8.13 El explotador de RPAS se asegurará de que los registros relacionados con el mantenimiento de todos los componentes del RPAS se reciben del organismo de mantenimiento y se conservan con arreglo a los procedimientos aprobados del explotador de RPAS, MCM y reglamentos aplicables del Estado.

6.8.14 El explotador del RPAS debería conservar los siguientes registros de mantenimiento durante un período mínimo de 90 días después de retirado permanentemente de servicio el componente a que se refieren:

- a) tiempo total de servicio (horas, tiempo transcurrido y ciclos, según corresponda) de la RPA y de todos los componentes de duración limitada;
- b) situación actualizada del cumplimiento de toda la información obligatoria sobre el mantenimiento de la aeronavegabilidad;
- c) detalles pertinentes de las modificaciones y reparaciones;
- d) tiempo de servicio (horas, tiempo transcurrido y ciclos, según corresponda) desde la última revisión general de la RPA o de sus componentes sujetos a revisión general obligatoria; y
- e) situación actual de la RPA en cuanto al cumplimiento del programa de mantenimiento.

6.8.15 Los registros detallados de los trabajos de mantenimiento deberían conservarse durante un año por lo menos a partir de la firma de la conformidad (visto bueno) de mantenimiento para mostrar que se han cumplido todos los requisitos para la firma de un certificado de conformidad de mantenimiento.

6.8.16 En los casos en que el Estado de matrícula y el Estado del explotador sean diferentes, el explotador de RPAS debería cerciorarse de que en cada emplazamiento pertinente se dispone de registros apropiados para la RPA, RPS y equipo de lanzamiento y recuperación a efectos de que los inspeccione la autoridad competente.

### **Información sobre el mantenimiento de la aeronavegabilidad**

6.8.17 El explotador de RPAS debe asegurarse de que todos los RPAS se mantienen y funcionan con arreglo a los requisitos del Estado de matrícula y pueden funcionar en condiciones de seguridad en todo momento durante su vida útil de servicio.

6.8.18 Deberían establecerse sistemas de presentación de informes y cumplirse con el suministro de información obligatoria sobre mantenimiento de la aeronavegabilidad, en forma acorde con las disposiciones del Anexo 6, Parte I, sección 8.5; y Anexo 8 — *Aeronavegabilidad*, Parte II — *Procedimientos para la certificación y el mantenimiento de la aeronavegabilidad*, Capítulo 4. (En el Doc 9760 figura orientación sobre mantenimiento de la aeronavegabilidad).

### **Modificaciones y reparaciones**

6.8.19 El explotador de RPAS debe cerciorarse de que todas las modificaciones y reparaciones realizadas en los componentes del RPAS se ajustan a los requisitos de aeronavegabilidad aceptables para el Estado de matrícula.

6.8.20 El explotador de RPAS debe establecer procedimientos para asegurarse de que los datos corroboradores que prueben el cumplimiento de los requisitos de aeronavegabilidad se conservan con arreglo a los reglamentos del Estado.

### **Mantenimiento y entrada en servicio del RPAS**

6.8.21 El explotador del RPAS no explotará dicho sistema a menos que su mantenimiento y el visto bueno para entrar en servicio sean realizados por un organismo de mantenimiento.

6.8.22 Con arreglo al Anexo 6, deberá completarse y firmarse un certificado de conformidad (visto bueno) de mantenimiento, según lo prescriba el Estado de matrícula. En el caso de los RPAS, esto puede entrañar el uso de diarios de registro separados para cada RPA y RPS.

6.8.23 El explotador del RPAS debe asegurarse de que el mantenimiento de su sistema se realiza de conformidad con el programa de mantenimiento.

6.8.24 Si una RPS u otro componente esencial está emplazado y es mantenido en un Estado distinto del Estado de matrícula, el explotador del RPAS debe asegurar al Estado de matrícula que los componentes se mantienen en forma adecuada. El Estado de matrícula puede exigir arreglos contractuales, acuerdos bilaterales o multilaterales o reglamentos nacionales según se describe en 6.4 para apoyar dichos arreglos.

## 6.9 TRIPULACIÓN DE VUELO A DISTANCIA Y PERSONAL DE APOYO

6.9.1 En la aviación tripulada, un miembro de la tripulación de vuelo es un miembro de la tripulación, titular de la correspondiente licencia, a quien se asignan obligaciones esenciales para la operación de una aeronave durante el período de servicio de vuelo. Las expresiones “tripulación de vuelo a distancia” y “miembro de la tripulación de vuelo a distancia” se han elaborado como medio para referirse a pilotos a distancia titulares de licencias a quienes se han asignado obligaciones esenciales para la operación de un RPAS durante un período de servicio de vuelo.

### Composición y funciones de la tripulación de vuelo a distancia

6.9.2 El explotador del RPAS es responsable de cumplir con los requisitos del Estado y de la realización de todas las operaciones en condiciones de seguridad.

6.9.3 El explotador del RPAS es responsable de designar y de autorizar a un piloto a distancia para que actúe como PIC a distancia. En algunos casos, como en los vuelos de muy prolongada duración donde no resulta práctico para que una persona se desempeñe como PIC a distancia en forma continua, el explotador del RPAS, si así lo aprueba el Estado, puede establecer políticas y procedimientos apropiados para la transferencia de las responsabilidades del PIC a distancia. En estos casos, solo un piloto a distancia puede tener la responsabilidad de PIC a distancia en cualquier momento dado.

6.9.4 El explotador del RPAS es responsable de designar otros miembros de la tripulación de vuelo a distancia según sea necesario.

6.9.5 Los explotadores de RPAS pueden considerar las ventajas de incluir en la fase de planificación del vuelo a todos los pilotos a distancia involucrados en la operación prevista.

### Consideraciones sobre el PIC a distancia

6.9.6 El explotador del RPAS es responsable de designar el PIC a distancia. Este individuo es responsable de la operación de la RPA con arreglo al reglamento del aire, leyes, reglamentos y procedimientos de los Estados en los que se realizan las operaciones, excepto que el PIC a distancia puede apartarse de las mismas en circunstancias que hagan absolutamente necesaria esa desviación por consideraciones de seguridad operacional. El PIC a distancia tendrá autoridad final en cuanto a la disposición de la RPA mientras esté al mando de la misma (véase el Capítulo 9 por consideraciones sobre el PIC a distancia).

### Transferencia de la responsabilidad del PIC a distancia durante el vuelo

6.9.7 Las operaciones RPAS pueden tener muy larga duración, posiblemente varios meses, y ser pilotadas desde diferentes lugares, posiblemente de diferentes Estados. Esto crea considerables problemas jurídicos dado que un individuo no puede, en la práctica cumplir con todas las responsabilidades de PIC a distancia durante todo el vuelo. Si no hay transferencia de mando, el PIC a distancia estará fuera de servicio durante parte del vuelo. Si el Estado permite la transferencia de responsabilidades de PIC a distancia, estas transferencias entre pilotos a distancia, ya sea en el mismo emplazamiento o en RPS muy separadas, deberán identificar explícitamente si la responsabilidad del PIC a distancia se transfiere simultáneamente con la transferencia de la RPA.

### Programas de instrucción para los miembros de la tripulación de vuelo a distancia

6.9.8 El explotador de RPAS debería establecer y mantener un programa de instrucción RPAS, aprobado por el Estado del explotador, por el que se asegure que todos los miembros de la tripulación de vuelo reciben formación adecuada para ejecutar las tareas que les han sido asignadas en términos de conocimientos, habilidades y actitudes.

El programa de instrucción debería consistir en formación respecto de los modelos RPS desde los cuales el piloto a distancia manejará el vuelo de los tipos RPA específicos y debería incluir:

- a) conocimientos y habilidades relativos a los procedimientos operacionales de RPA para la zona de operación prevista y en el transporte de mercancías peligrosas;
- b) coordinación de la tripulación de vuelo a distancia y procedimientos de transferencia, si corresponde;
- c) situaciones o procedimientos anormales y de emergencia (p. ej., pérdida del enlace C2, terminación de vuelo);
- d) métodos para mantener la conciencia de la situación del entorno de la RPA; y
- e) aspectos de actuación humana relativos a la gestión de recursos de tripulación, gestión de amenazas y errores (TEM) y automatización o interfaz ser humano-máquina (HMI) que sean específicos de la aviación no tripulada.

6.9.9 La instrucción debería impartirse con carácter periódico, según lo determine el Estado del explotador y debe incluir una evaluación de la competencia.

#### **Gestión de la fatiga**

6.9.10 Los pilotos a distancia deben ser capaces de realizar sus tareas con un adecuado nivel de alerta. Para asegurar esto, los explotadores de RPAS cuyas organizaciones comprenden turnos de operación y planes de horarios de tripulación deberían establecer políticas y procedimientos relativos al tiempo de vuelo y de servicio, horarios de turnos de operación y períodos de descanso de la tripulación sobre la base de principios científicos. Dichas políticas y procedimientos deberían documentarse en el manual de operaciones y pueden comprender:

- a) instrucción y educación sobre riesgos operacionales relacionados con la fatiga y contramedidas correspondientes;
- b) implantación de procedimientos de mitigación cuando sea necesario y vigilancia de su eficacia; y
- c) examen continuo de los riesgos relacionados con la fatiga mediante procesos de gestión de la seguridad operacional.

#### **Personal de apoyo**

6.9.11 El explotador de RPAS, si utiliza servicios de despacho, debería cerciorarse de que la exclusión y la competencia de los despachadores de vuelo se corresponde con las tareas que se les asignan.

6.9.12 El explotador de RPAS es responsable de designar cualquier otro personal de apoyo necesario para la realización segura de su operación. Esto puede incluir observadores de RPA, técnicos de estación terrestre y otra tripulación de apoyo en tierra para el lanzamiento y la recuperación, etc. El explotador de RPAS es responsable de asegurar que la instrucción y competencia de estos individuos corresponde a las funciones que se les asignan.

---

## Capítulo 7

# GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL

### 7.1 RESEÑA

7.1.1 En este capítulo se presenta información relativa a las funciones y responsabilidades de seguridad operacional de las organizaciones aeronáuticas del Estado y proveedores de servicio en el marco de la vigilancia de la seguridad operacional con respecto a los RPAS. Las áreas abarcadas son el programa estatal de seguridad operacional (SSP), la vigilancia de los SMS de los proveedores de servicios y los privilegios de los explotadores de RPAS que comprenden, entre otras cosas, proveedores de servicios contratados que funcionan en el marco de la gestión de riesgos de seguridad operacional del SMS del explotador del RPAS.

7.1.2 Estas responsabilidades se relacionan directamente con disposiciones que figuran en el Anexo 19 — *Gestión de la seguridad operacional* y con el texto de orientación del *Manual de gestión de la seguridad operacional (SMM)* (Doc 9859).

7.1.3 Uno de los objetivos del Anexo 19 y su texto de orientación conexo consiste en armonizar la implantación de métodos de gestión de la seguridad operacional para Estados y organizaciones involucrados en actividades aeronáuticas. Por consiguiente, los SARPS del Anexo 19 tienen por objeto ayudar a los Estados a gestionar los riesgos de seguridad operacional de la aviación.

*Nota.— En el Doc 9859 figura orientación adicional sobre los objetivos y el establecimiento e implantación de SSP y sistemas de gestión de la seguridad operacional.*

### 7.2 PROGRAMA ESTATAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL (SSP)

7.2.1 Un SSR es un sistema de gestión para la reglamentación y administración de la seguridad operacional por el Estado. Con arreglo al Anexo 19 (véase la Norma 3.1.1), cada Estado establecerá un SSP a fin de alcanzar un nivel aceptable de rendimiento en materia de seguridad operacional en la aviación civil.

7.2.2 El SSP, y el SMS de sus proveedores de servicios, permiten identificar efectivamente las deficiencias de seguridad operacional del sistema que se encuentran en las operaciones RPAS, así como la resolución de problemas de seguridad operacional.

7.2.3 Las disposiciones relativas a la recopilación, análisis e intercambio de datos sobre seguridad operacional exigen que el sistema de notificación voluntaria de incidentes sean sin aplicación de sanciones y protejan las fuentes de la información. Cada Estado debe establecer un sistema de notificación obligatoria de incidentes y un sistema de notificación voluntaria de incidentes y facilitará y promoverá estos programas de notificación ajustando sus leyes, reglamentos y políticas aplicables, según sea necesario. Los explotadores de RPAS, pilotos a distancia y otras partes interesadas deberían notificar las deficiencias que encuentren en materia de seguridad operacional empleando estos sistemas.

7.2.4 En los Apéndices 2 y 3 del Capítulo 4 del Doc 9859 figura orientación sobre procedimientos de notificación obligatoria y sistema de notificación voluntaria y confidencial del Estado.

### **7.3 EXPLOTADOR DE RPAS**

7.3.1 El explotador de RPAS es una persona, organización o empresa que se dedica, o propone dedicarse, a la explotación de RPAS.

7.3.2 Independientemente del tipo de explotación (p. ej., privada, de negocios, comercial), todos los explotadores de RPAS deben estar certificados por el Estado. Se prevé que uno de los requisitos para la certificación sea que el explotador de RPAS haya implantado un SMS efectivo.

### **7.4 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL (SMS) DEL EXPLOTADOR DE RPAS**

7.4.1 Como parte de su SSP, cada Estado debe exigir que los proveedores de servicios bajo su autoridad implanten un SMS. Con arreglo al Anexo 19, los explotadores de aeronaves son proveedores de servicios y deben implantar un SMS. Esto se aplica igualmente a los explotadores de RPAS.

7.4.2 Las posibles consecuencias sobre el rendimiento en materia de seguridad operacional de la organización debida a la interacción de los interesados internos y externos del sistema aeronáutico deben tenerse en cuenta cuando se implante un SMS. Es importante evaluar los riesgos relacionados con las operaciones RPAS que se realizan, especialmente el posible impacto sobre otros proveedores de servicio. La introducción de RPA en el espacio aéreo no segregado exige una evaluación profunda del rendimiento en materia de seguridad operacional de las operaciones RPAS. Sobre la base de esto, el SMS de un explotador de RPAS debería:

- a) establecerse de conformidad con los elementos del marco SMS que figuran en el Apéndice 2 del Anexo 19; y
- b) ajustarse a la dimensión del proveedor de servicios y a la complejidad de sus productos o servicios de aviación.

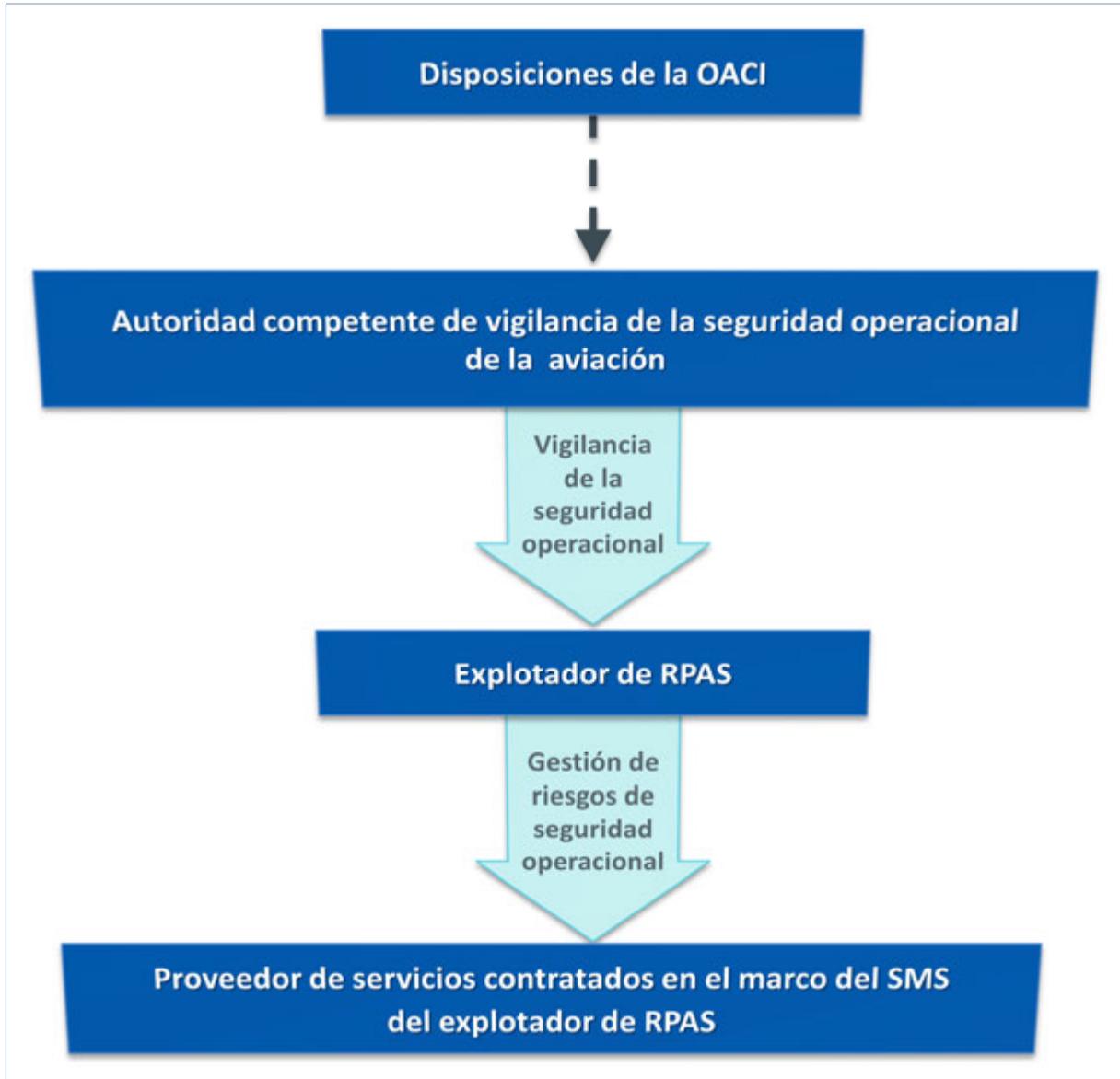
### **7.5 RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES DE RENDICIÓN DE CUENTAS SOBRE LA SEGURIDAD OPERACIONAL**

7.5.1 Las obligaciones de rendición de cuentas, responsabilidades funcionales y atribuciones relativas al SMS de todos los miembros de la administración superior deben describirse en la documentación SMS del explotador del RPAS. Las funciones de seguridad operacional obligatorias realizadas por el personal técnico involucrado en el establecimiento e implantación del SMS de un explotador de RPAS pueden incorporarse en las descripciones, procesos y procedimientos existentes relativos a las correspondientes tareas. El tamaño, estructura y complejidad de la organización puede variar, pero las funciones de seguridad operacional deben permanecer sin cambios.

7.5.2 El explotador de RPAS es responsable del rendimiento en materia de seguridad operacional de los productos o servicios suministrados por contratistas que no requieren certificación o aprobación de seguridad operacional por separado, incluyendo cuando los productos y servicios están disponibles directamente del proveedor de servicios mediante una red mundial de socios de distribución independientes y terceras partes en diferentes lugares (p. ej., Inmarsat, SITA, ARINC). En este caso, el explotador de RPAS debería asegurar, en el marco de su SMS, el rendimiento en materia de seguridad operacional de los servicios contratados (véase la Figura 7-1).

7.5.3 Por el contrario, si el contratista está certificado o aprobado por la administración de aviación civil (AAC) del Estado, el explotador de RPAS no tiene la obligación de incluir la seguridad operacional de los servicios o productos proporcionados en el marco de su SMS. Si bien puede no exigirse necesariamente a todos los contratistas que cuenten con un SMS, sigue siendo responsabilidad del explotador del RPAS asegurar que se ven satisfechos sus propios requisitos de rendimiento en materia de seguridad operacional.

*Nota.— En el Capítulo 6 se tratan los acuerdos contractuales con los proveedores de servicios.*



**Figura 7-1. Proveedor de servicios contratados en el marco del SMS del explotador de RPAS**

## **7.6 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y GESTIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL EN LAS OPERACIONES RPAS**

En las actividades de aviación existen peligros. También pueden introducirse involuntariamente en una operación siempre que se efectúen cambios en el sistema de aviación. Es necesario contar con un sistema de notificación efectivo en funcionamiento para poder identificar peligros, evaluar los riesgos conexos y desarrollar estrategias de mitigación apropiadas en el contexto de los productos o servicios de RPAS. El establecimiento de procedimientos de notificación de seguridad operacional debería tratarse y apoyarse en la política de seguridad operacional del explotador RPAS, con arreglo a las dimensiones, estructura y complejidad de las operaciones. En el Capítulo 5 del Doc 9859 figura orientación sobre identificación de peligros y procesos de gestión de riesgos de seguridad operacional.

## **7.7 COORDINACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE RESPUESTAS A EMERGENCIAS**

La aplicabilidad de la planificación de respuestas a emergencias por los explotadores de RPAS puede ampliarse a otros proveedores de servicio afectados por un suceso de seguridad operacional generado por un RPAS o su funcionamiento. Por consiguiente, el explotador del RPAS debería asegurarse de coordinar su plan de respuesta a emergencias con los planes de respuesta a emergencias de las organizaciones con las cuales interactuaría.

---

## Capítulo 8

# OTORGAMIENTO DE LICENCIAS Y COMPETENCIA

### 8.1 RESEÑA

8.1.1 Los pilotos de distancia son fundamentales para la operación segura de los RPAS. Tienen las mismas responsabilidades básicas que los pilotos de aeronaves tripuladas en cuanto a la operación de la aeronave con arreglo a las reglas del aire y a las leyes, reglamentos y procedimientos de los Estados en que se llevan a cabo las operaciones. No obstante, la competencia de estos individuos deberá examinarse cuidadosamente para asegurar que sus conocimientos, habilidades y actitudes corresponden a estos nuevos tipos de operaciones.

8.1.2 En el presente capítulo se proporciona texto de orientación sobre el otorgamiento de licencias de piloto a distancia armonizado y a la competencia del observador de RPA. En el Anexo 1, se tratan varios tipos de licencia de pilotos [licencia de piloto privado (PPL), licencia de piloto comercial (CPL), licencia de piloto con tripulación múltiple (MPL) y licencia de piloto de transporte de línea aérea (ATPL)]. El piloto a distancia es una nueva categoría de profesional de aviación. A diferencia de la aviación tripulada, se prevé que se elaborará una única licencia de piloto a distancia que abarque todos los tipos de escenarios. Esta licencia comprenderá habilitaciones, limitaciones y anotaciones, según corresponda.

8.1.3 El texto de orientación que se presenta en este documento constituye la culminación de las mejores prácticas y procedimientos empleados en aprobaciones de RPAS anteriores, así como aportes de órganos gubernamentales, industria y otras partes interesadas. Cabe señalar que el texto presentado en este capítulo es un enfoque armonizado que se recomienda para el otorgamiento de licencias de piloto a distancia y para la competencia del observador de RPA. Debido a que los RPAS son una nueva parte de la aviación, cada solicitud de licencia de piloto a distancia debería ser evaluada por el reglamentador con respecto a sus propios méritos técnicos y puede requerir autorizaciones específicas basadas en las necesidades o capacidades específicas del RPAS en cuestión.

8.1.4 Las directrices que se presentan en este capítulo no se aplican a personas que manejan aeronaves de juguete o modelo cuando estos sistemas se usan exclusivamente para fines deportivos o recreativos. No obstante, estas personas deben ajustarse a la legislación, ordenanzas, restricciones regionales o nacionales u otra orientación convenida relativa al vuelo de aeronaves modelo o de juguete.

8.1.5 El otorgamiento de licencias a los controladores de tránsito aéreo no se verá afectado por la introducción de los RPAS. No obstante, cuando se introducen RPAS dentro de un entorno ATC, podría exigirse al personal ATC requisitos de instrucción adicionales específicos de las diferentes características de los tipos de RPAS, incluyendo entre otras cosas, performance, comportamiento, comunicaciones, limitaciones operacionales y procedimientos de emergencia.

8.1.6 Cabe señalar también que debido a la rápida evolución de la tecnología de RPAS, este texto de orientación estará sujeto a examen y revisión continuos y se actualizará cuando corresponda.

### 8.2 FUNDAMENTOS

8.2.1 Existen varias categorías de aeronaves, entre ellas aviones, dirigibles, globos libres, planeadores, helicópteros y aeronaves de despegue vertical. Las aeronaves de cada una de estas categorías pueden ser

posiblemente pilotadas a distancia. Para las aeronaves tripuladas, las habilitaciones de clase distinguen entre monomotor y multimotor y avión terrestre e hidroavión; no obstante, para las aeronaves no tripuladas, las habilitaciones de clase deben incluir también la RPS y su interacción con la RPA. Estas consideraciones requieren un nuevo enfoque del otorgamiento de licencias.

### **8.3 AUTORIDAD OTORGADORA DE LICENCIAS**

8.3.1 Las licencias de piloto a distancia deberían expedirse o convalidarse por la autoridad de otorgamiento de licencias del Estado en el cual está emplazada la RPS, incluso si ésta solo está ubicada temporariamente en el Estado. Esto facilita la vigilancia del piloto a distancia por la autoridad de otorgamiento de licencias.

*Nota.— El Artículo 32 del Convenio de Chicago que estipula que el piloto y los demás miembros de la tripulación operativa de toda aeronave que se emplee en la navegación internacional estarán provistos de certificados de actitud y de licencias expedidos o convalidados por el Estado en el que la aeronave esté matriculada, no se aplica a las licencias de piloto a distancia.*

### **8.4 ORIENTACIÓN PARA EL REGLAMENTADOR SOBRE REGLAS RELATIVAS A LA LICENCIA DE PILOTO A DISTANCIA Y A LA COMPETENCIA DEL OBSERVADOR DE RPA**

#### **Reglas generales**

8.4.1 Nadie actuará como piloto al mando a distancia o como copiloto a distancia de una RPA a menos que sea titular de una licencia de piloto a distancia que contenga las habilitaciones adecuadas para los fines de ejecutar la operación.

8.4.2 Nadie debería actuar como observador de RPA a menos que haya recibido instrucción basada en la competencia sobre las funciones de observador visual relativas a las operaciones VLOS de RPA.

#### **Actuación humana**

8.4.3 Los requisitos para la licencia de piloto a distancia y los requisitos para competencia del observador de RPA deberían considerar la integración de aspectos de actuación humana en el enfoque de instrucción basada en la competencia y evaluación.

8.4.4 Todos los interesados (instructores, evaluadores, preparadores de cursos, proveedores de instrucción, inspectores, etc.) involucrados en el proceso de instrucción y evaluación deberían recibir orientación sobre la forma de elaborar, implantar y gestionar o supervisar la instrucción basada en la competencia y las evaluaciones que integran elementos de actuación humana. La instrucción sobre actuación humana no debería ser un aspecto separado.

#### **Obligación de que el personal porte sus documentos**

8.4.5 Cuando se esté operando una RPA o RPS:

- a) el piloto a distancia debe ser titular de una evaluación médica vigente;

- b) el piloto a distancia debe estar en posesión de una licencia de piloto a distancia válida;
- c) un observador de RPA debería estar en posesión de una prueba de competencia de observador de RPA expedida por el explotador del RPAS o una organización de instrucción reconocida;
- d) el piloto a distancia debe satisfacer los requisitos de experiencia reciente establecidos por la autoridad otorgadora de licencias o, si es mayor, los requisitos de experiencia reciente establecidos por el Estado del explotador; y
- e) en el caso de los vuelos internacionales, deberá proporcionarse a las autoridades involucradas una copia de las licencias de piloto a distancia, de conformidad con el Anexo 2, Apéndice 4, 3.2 g).

### **Competencia lingüística**

8.4.6 Los pilotos a distancia que deben comunicarse con el ATS deben demostrar la capacidad de hablar y comprender el idioma utilizado para comunicaciones ATS al nivel especificado en los requisitos de competencia lingüística del Anexo 1, Apéndice 1, y poseer prueba de competencia lingüística.

8.4.7 La prueba de competencia lingüística en idioma inglés o en el idioma utilizado para comunicaciones involucradas en el vuelo pilotado a distancia debería estar anotada en la licencia de piloto a distancia.

8.4.8 Dicha prueba de competencia lingüística debería indicar el idioma, el nivel de competencia y la fecha de validez.

8.4.9 El solicitante de una prueba de competencia lingüística debería demostrar por lo menos un nivel operacional de competencia lingüística tanto en el uso de fraseología como en lenguaje claro. Para ello, el solicitante debería demostrar en una forma aceptable para la autoridad otorgadora de licencias, su capacidad para:

- a) comunicarse eficazmente en situaciones de trato oral únicamente y en situaciones de contacto directo;
- b) comunicarse con precisión y claridad sobre temas comunes, concretos y relacionados con el trabajo;
- c) utilizar estrategias de comunicación apropiadas para intercambiar mensajes y para reconocer y solucionar mal entendidos en un contexto general o relacionado con el trabajo;
- d) resolver satisfactoriamente y con relativa facilidad las dificultades lingüísticas que surjan por complicaciones o cambios inesperados que ocurren dentro del contexto de una situación de trabajo ordinaria o de una función comunicativa que por lo demás les sea familiar; y
- e) utilizar un dialecto o acento que sea inteligible para la comunidad aeronáutica.

8.4.10 Excepto para los pilotos a distancia que hayan demostrado competencia lingüística a nivel experto, la anotación de competencia lingüística debería evaluarse periódicamente, con arreglo al nivel de competencia lingüística.

### **Crédito para licencias de piloto a distancia**

8.4.11 La autoridad otorgadora de licencias debería establecer métodos y criterios para reconocer conocimientos, experiencia y habilidades previas demostradas adquiridas en la aviación tripulada y no tripulada.

### **Convalidación de licencias de piloto a distancia**

8.4.12 Cuando un Estado miembro convalida una licencia de piloto a distancia expedida por otro Estado miembro, como alternativa a la expedición de su propia licencia, debería establecer dicha validez mediante una actualización adecuada que debe portarse junto con la licencia de piloto a distancia.

### **Crédito para licencias de piloto a distancia obtenido durante el servicio militar**

8.4.13 Para que los titulares de licencias de piloto militar o de licencias de piloto a distancia militar puedan obtener licencias de piloto a distancia civil, deberían solicitarlas al Estado miembro donde prestaron el servicio.

8.4.14 La autoridad otorgadora de licencias debería reconocer el conocimiento, experiencia y habilidades obtenidas en el servicio militar.

8.4.15 La autoridad otorgadora de licencias debería establecer métodos y criterios para reconocer los conocimientos, experiencia y habilidades previos demostrados obtenidos durante el servicio militar.

### **Alumno piloto a distancia**

8.4.16 Todo alumno piloto a distancia debería reunir los requisitos prescritos por el Estado miembro interesado. Además, los alumnos pilotos a distancia no deberían volar solos como piloto a distancia en un RPAS:

- a) a menos que lo hagan bajo la supervisión o con autorización de un instructor de RPAS reconocido; o
- b) en vuelo internacional de RPA, salvo por acuerdo especial o general al respecto entre los Estados miembros interesados.

8.4.17 Ningún Estado miembro permitirá que un alumno piloto a distancia vuele una RPA a menos que sea titular de una evaluación médica vigente.

### **Licencia de piloto a distancia — edad mínima**

8.4.18 El solicitante de una licencia de piloto a distancia debería tener como mínimo 18 años de edad.

### **Solicitud y expedición de licencias de piloto a distancia y habilitaciones, limitaciones y anotaciones conexas**

8.4.19 Toda persona que satisfaga los requisitos de admisibilidad debería poder someter una solicitud de licencia de piloto a distancia.

8.4.20 Aunque poseer (o haber poseído) una licencia de piloto válida puede recibir crédito con respecto al conocimiento, experiencia y habilidades relacionadas con una licencia de piloto a distancia, la posesión de la licencia de piloto válida para la aviación tripulada no es un requisito previo.

8.4.21 Debería someterse a la autoridad otorgadora de licencias una solicitud en la forma y modo establecidos por dicha autoridad para:

- a) la expedición, revalidación o renovación de la licencia de piloto a distancia y habilitaciones, limitaciones y anotaciones conexas; o

- b) habilitaciones adicionales, levantamiento de limitaciones o enmiendas de las anotaciones.

8.4.22 La solicitud debería ir acompañada de pruebas de que el solicitante cumple los requisitos mencionados anteriormente.

#### **Atribuciones y condiciones**

8.4.23 *Atribuciones.* Las atribuciones del titular de una licencia de piloto a distancia, incluyendo todas las habilitaciones, limitaciones y anotaciones conexas, son, dentro de la categoría de RPA y tipo de RPS apropiados, actuar como piloto a distancia de un RPAS para el tipo de operación que se realice. El piloto a distancia también puede actuar como observador de RPA, si está debidamente capacitado.

8.4.24 El ejercicio de las atribuciones otorgadas por una licencia de piloto a distancia depende de la validez de la licencia y de las habilitaciones contenidas en la misma, si corresponde, así como de la evaluación médica.

8.4.25 *Condiciones.* Una vez elaborados los requisitos para la categoría y habilitación de tipo de las RPA, y definidas las habilitaciones de clase para las RPS, estas deberían incluirse en el examen de habilidades de un solicitante de licencia de piloto a distancia.

#### **Exámenes de conocimientos teóricos**

8.4.26 Los solicitantes de licencia de piloto a distancia deberían:

- a) rendir los exámenes correspondientes a la licencia de piloto a distancia y habilitaciones conexas que procuran obtener de la autoridad otorgadora de licencias de un Estado miembro; y
- b) solo rendir el examen cuando lo recomiende el instructor autorizado o la organización de instrucción reconocida responsable de su capacitación y una vez completado los elementos apropiados del curso de instrucción con un nivel satisfactorio.

8.4.27 La recomendación del instructor autorizado u organización de instrucción reconocida debería ser válida por un período establecido por la autoridad otorgadora de licencias. Si el solicitante no ha intentado rendir por lo menos un examen de conocimientos teóricos dentro de este período de validez, el instructor autorizado o la organización de instrucción reconocida debería determinar la necesidad de continuar la instrucción sobre la base de las necesidades del solicitante.

#### **Normas de aprobación**

8.4.28 Debería otorgarse la aprobación de un examen de conocimientos teóricos a todo solicitante que logre el porcentaje mínimo establecido por la autoridad otorgadora de licencias correspondiente a dicho examen.

8.4.29 El solicitante debería aprobar los exámenes de conocimientos teóricos integrados por más de una prueba, dentro de un período de tiempo establecido por la autoridad otorgadora de licencia.

#### **Período de validez**

8.4.30 La realización satisfactoria del examen de conocimientos teóricos debería ser válida durante un período establecido por la autoridad otorgadora de licencia.

### Temas de conocimiento

8.4.31 El solicitante de una licencia de piloto a distancia debería haber demostrado un nivel de conocimientos apropiado a las atribuciones que la licencia de piloto a distancia confiere a su titular y también apropiado a la categoría de RPA que se prevea incluir en la licencia de piloto a distancia, como mínimo en los temas siguientes:

- a) derecho aéreo;
- b) conocimiento general de los RPAS;
- c) performance, aplicación y carga del vuelo;
- d) actuación humana;
- e) meteorología;
- f) navegación;
- g) procedimientos generales;
- h) principios de vuelo; y
- i) radiotelefonía.

### Examen práctico (pericia)

8.4.32 Antes de rendir un examen de pericia para la expedición de una licencia de piloto a distancia, el piloto debería haber aprobado los exámenes de conocimientos teóricos requeridos.

8.4.33 Una vez terminada la instrucción requerida el instructor autorizado o la organización de instrucción reconocida debería recomendar al solicitante que rindiera una prueba de pericia. Los registros de instrucción deberían ponerse a disposición del examinador de RPA.

8.4.34 El solicitante de licencia de piloto a distancia debería rendir una prueba de pericia para demostrar su capacidad de realizar, como PIC a distancia de la categoría de RPA apropiada y RPS conexas, los procedimientos y maniobras pertinentes con nivel de competencia apropiado a las atribuciones otorgadas.

8.4.35 El candidato a una prueba de pericia para la licencia de piloto a distancia debería haber recibido instrucción sobre operaciones en la misma categoría de RPA y RPS conexas que se utilizará en la prueba.

8.4.36 El solicitante de una licencia de piloto a distancia debería demostrar su capacidad para:

- a) reconocer y gestionar amenazas y errores;
- b) operar la RPA dentro de sus límites o de los límites impuestos por la reglamentación;
- c) ejecutar todas las maniobras con suavidad y precisión;
- d) demostrar buen juicio y aptitud para el vuelo;
- e) aplicar los conocimientos aeronáuticos; y

- f) dominar la RPA en todo momento de modo que se asegure la ejecución con éxito de algún procedimiento o maniobra.

8.4.37 Los progresos en la adquisición de la pericia requerida deberían evaluarse en forma continua.

#### **Requisitos de experiencia**

8.4.38 El solicitante de una licencia de piloto a distancia debería tener experiencia apropiada en operar una RPA en vuelo real o en simulador.

8.4.39 El solicitante de una licencia de piloto a distancia debería haber logrado la experiencia en cuestión en un curso de instrucción reconocida. La instrucción debería ser basada en la competencia y residirá en un entorno RPAS apropiado.

#### **Instrucción en RPAS**

8.4.40 El solicitante de una licencia de piloto a distancia debería haber recibido instrucción con doble mando en RPAS de un instructor en RPAS autorizado en la categoría de RPA apropiada y RPS conexas para las habilitaciones de categoría, tipo y clase que se procura obtener.

8.4.41 El instructor en RPAS debería asegurarse de que la experiencia operacional del solicitante de licencia de piloto a distancia ha alcanzado el nivel de actuación exigido para el piloto a distancia en los siguientes aspectos, si corresponde:

- a) reconocimiento y gestión de amenazas y errores;
- b) operaciones previas al vuelo, incluso inspección y servicio de la RPA y la RPS, verificaciones de comunicaciones y verificación de funcionamiento de los mandos, establecimiento de la RPS, carga y validación de la información de planificación de vuelo y obtención de autorizaciones ATC cuando corresponda;
- c) operaciones en el aeródromo y en circuito de tránsito, cuando corresponda, precauciones y procedimientos en materia de prevención de colisiones (CA) en tierra y en vuelo, incluyendo el uso de observadores de RPA y servicios de comunicaciones si es necesario;
- d) control de la RPA por referencia visual a menos que el RPAS no incluya maniobras con referencia visual;
- e) recuperación respecto del vuelo a velocidades aerodinámicas críticamente lentas, altas velocidades de caída y, en el caso de aviones RPA, prevención de barrenas;
- f) recuperación de actitudes inusuales empleando instrumentación de vuelo o mediante el uso de sistemas de cámara;
- g) despegues y aterrizajes normales y con viento de costado;
- h) procedimiento de navegación utilizando todos los medios disponibles, incluyendo cambios de destino o cambio durante el vuelo de la programación del plan de vuelo por enlace C2 perdido;
- i) identificación de condiciones meteorológicas peligrosas y procedimientos para evitar las mismas;

- j) procedimientos y maniobras anormales y de emergencia, incluyendo fallas simuladas del motor de la aeronave y los sistemas eléctricos, fallas de soporte lógico, pérdida de enlace C2, fallas y en caso de mal funcionamiento limitados a la RPS, falla de comunicaciones;
- k) en el caso de los helicópteros RPA: procedimientos anormales y de emergencia; autorrotación, pérdida de pala que retrocede, asentamiento con potencia con bajas revoluciones del rotor, aterrizajes forzosos, operaciones en terrenos con pendiente, despegue con máxima performance, aproximación con pendiente pronunciada, aterrizaje y despegue rodados.
- l) cumplimiento de las restricciones aeroespaciales, cumplimiento lateral y vertical de las instrucciones y procedimientos de los servicios ATC; y
- m) en el caso de los helicópteros RPA: vuelo estacionario — rodaje y virajes; transición del estacionario al vuelo y del vuelo al estacionario.

### **Reconocimiento del tiempo de vuelo**

#### 8.4.42 Crédito por tiempo de vuelo:

- a) a menos que la autoridad otorgadora de licencias especifique otra cosa, el tiempo que ha de acreditarse para una licencia de piloto a distancia debería haberse adquirido en operaciones de RPAS;
- b) el solicitante de una licencia de piloto a distancia y habilitación conexas debería acreditarse totalmente con todo el tiempo de vuelo realizado en la categoría RPA y RPS conexas apropiadas, para la cual se procura obtener la licencia de piloto a distancia y habilitaciones conexas;
- c) la autoridad otorgadora de licencias debería determinar si la experiencia como piloto a distancia adquirida en la instrucción en un dispositivo de instrucción para simulación de vuelo (FSTD) de RPA es aceptable como parte del tiempo de vuelo en RPA total requerido y en qué medida se reconocerá dicha experiencia; y
- d) cuando el solicitante de la licencia de piloto a distancia haya acumulado tiempo de vuelo como piloto de aeronaves tripuladas o como piloto a distancia en RPA de otras categorías, la autoridad otorgadora de licencias debería determinar si esa experiencia es aceptable y, en tal caso, la consiguiente disminución del tiempo de vuelo requerido.

### **Acreditación del conocimiento teórico**

8.4.43 El solicitante de una licencia de piloto a distancia debería acreditarse con respecto a los requisitos de instrucción y examen de conocimientos teóricos para la licencia de piloto a distancia en otras categorías de RPA o tipo de RPS. Este crédito también se aplica a los solicitantes de licencia de piloto a distancia que hayan completado con éxito los exámenes de conocimientos teóricos para la expedición de una licencia de piloto a distancia en otra categoría de RPA o tipo de RPS.

### **Registro del tiempo de vuelo en RPA**

8.4.44 El piloto a distancia debería mantener un registro fiable de los detalles de todos los vuelos ejecutados en RPA, en una forma y modo establecido por la autoridad otorgadora de licencia.

### Habilitaciones de clase y tipo

8.4.45 Ningún titular de licencia de piloto a distancia debería desempeñarse como piloto a distancia a menos que posean una habilitación válida y apropiada de clase o tipo, excepto cuando rindan pruebas de pericia o verificaciones de competencia para la expedición o renovación de habilitaciones de clase o tipo, o estén recibiendo instrucción en RPAS.

8.4.46 Si se efectúa una modificación a los tipos de RPA o RPS para los cuales está habilitado el piloto a distancia y ello no requiere el establecimiento de un tipo diferente, el explotador del RPAS debería capacitar al piloto a distancia para realizar los vuelos pilotados a distancia utilizando los tipos de RPA o RPS modificados.

8.4.47 Debería establecerse una habilitación de clase para RPA y RPS certificadas para operaciones con un solo piloto a distancia, que tengan formas de manejo, performance y características comparables, a menos que la autoridad otorgadora de licencia considere necesario establecer una habilitación de tipo.

8.4.48 Debería establecerse una habilitación de tipo para operaciones con una tripulación mínima de por lo menos dos pilotos a distancia o cuando la autoridad otorgadora de licencia lo considere necesario.

8.4.49 Cuando se expide una habilitación de clase que limita las atribuciones para desempeñarse como piloto a distancia solamente durante la fase en crucero del vuelo, dicha limitación debería anotarse en la habilitación.

8.4.50 Cuando se expide una habilitación de tipo que limita las atribuciones para desempeñarse como copiloto a distancia, o que limita las atribuciones para desempeñarse como piloto a distancia durante la fase en crucero del vuelo, dicha limitación debería anotarse en la habilitación.

### Operaciones nocturnas

8.4.51 Las operaciones nocturnas involucran habilidades y áreas de conocimiento específicas y se prevé que los programas de instrucción incorporarán dichos aspectos en la instrucción y exámenes del piloto a distancia cuando resulte práctico.

8.4.52 La autoridad otorgadora de licencia debería requerir que los pilotos a distancia reciban instrucción con doble mando en operaciones nocturnas de RPA, incluyendo despegue, aterrizaje y navegación antes de ejercer las atribuciones de la licencia de piloto a distancia en operaciones nocturnas.

### Aptitud sicofísica

8.4.53 El piloto a distancia debería poseer una evaluación médica vigente.

*Nota.— La orientación sobre la evaluación médica para pilotos a distancia figura en 8.7.*

## 8.5 INSTRUCTOR EN RPAS

### Requisitos previos generales y requisitos específicos

8.5.1 Antes de que la autoridad de otorgamiento de licencias expida una autorización de instructor RPAS, el solicitante de la misma debería:

- a) poseer una licencia de piloto a distancia con habilitaciones de categoría, clase y tipo apropiadas para las cuales se procure obtener las atribuciones de instructor;
- b) contar con suficiente capacitación y experiencia para lograr el nivel requerido de competencia en todas las tareas, maniobras, operaciones y principios requeridos, así como en los métodos de instrucción; y
- c) estar facultado para actuar como PIC a distancia del RPAS durante dicha instrucción en RPAS.

8.5.2 A los instructores cualificados y autorizados en RPAS se les puede asignar la tarea de efectuar evaluaciones, verificaciones o pruebas en técnicas de instrucción para la categoría o tipo de RPA y tipo de RPS pertinentes a efectos de determinar que todas las normas de actuación requeridas se han cumplido satisfactoriamente. Estas normas de actuación pueden ser obligatorias como objetivos finales o exigir que se cumplan de manera permanente. En ambos casos, el instructor de RPAS tiene la responsabilidad de determinar el nivel realmente alcanzado y recomendar las medidas de rectificación inmediatas en caso necesario.

8.5.3 Antes de la instrucción, los instructores de RPAS deberían pasar por un proceso de selección para asegurarse de que la motivación y disposición del individuo son apropiadas para la función de instructor.

8.5.4 Además, la selección de un instructor en RPAS debería basarse en criterios que tienen por objetivo definir una capacidad demostrada en las funciones que desea enseñar.

8.5.5 Los programas de instrucción para la función de instructor en RPAS deberían centrarse en el desarrollo de las competencias en las siguientes áreas:

- a) gestión de la seguridad operacional;
- b) preparación del entorno de instrucción;
- c) gestión de los alumnos;
- d) impartición de la instrucción;
- e) evaluación de los alumnos;
- f) evaluación del curso; y
- g) mejoramiento permanente de la actuación.

*Nota.— La orientación sobre competencias del instructor figura en los PANS-TRG (Doc 9868).*

### **Competencias**

8.5.6 Todos los instructores en el RPAS deberían estar capacitados para:

- a) preparar recursos;
- b) crear un clima conducente al aprendizaje;
- c) presentar los conocimientos;
- d) integrar TEM y gestión de recurso de tripulación;

- e) administrar el tiempo para alcanzar los objetivos de instrucción;
- f) facilitar el aprendizaje;
- g) evaluar el rendimiento de los alumnos;
- h) vigilar y examinar los progresos;
- i) evaluar las sesiones de instrucción; y
- j) informar sobre los resultados.

### **Evaluación de la competencia**

8.5.7 El solicitante de una autorización de instructor de RPAS debería aprobar una evaluación de competencia en el tipo o clase de RPA y tipo de RPS pertinentes para demostrar su capacidad de impartir instrucción a un alumno piloto a distancia en el nivel requerido para la expedición de la licencia de piloto a distancia.

8.5.8 La evaluación debería llevarse a cabo en el mismo tipo o clase de RPA o tipo de RPS o FSTD empleado para la instrucción de RPAS.

8.5.9 Todos los instructores RPAS deberían recibir cursos de actualización y volverse a evaluar utilizando un proceso de instrucción y evaluación documentado que resulta aceptable para la autoridad otorgadora de licencias, o implantado con una organización certificada o reconocida, a intervalos establecidos por dicha autoridad pero no mayores de tres años.

### **Condiciones especiales**

8.5.10 En el caso de la introducción de una nueva RPA o RPS en la flota de un explotador, cuando no sea posible el cumplimiento de los requisitos establecidos por la autoridad de otorgamiento de licencias, dicha autoridad puede considerar la expedición de la autorización específica otorgando atribuciones para la instrucción RPAS. Dicha autorización debería limitarse a los vuelos de instrucción necesarios para la introducción del nuevo tipo de RPA o RPS. La autoridad otorgadora de licencia debería determinar el período de validez de esta autorización.

### **Revalidación y renovación de la habilitación de instructor en RPAS**

8.5.11 Al expedir nuevas autorizaciones de instructor en RPAS, y para fines de revalidación, la autoridad otorgadora de licencias debería acreditar:

- a) los solicitantes las habilidades de enseñanza y aprendizaje ya demostradas para la autorización de instructor en RPAS poseída previamente; y
- b) la totalidad de las horas acumuladas en la función de examinador RPAS durante las pruebas de pericia o verificaciones de competencia para los requisitos de revalidación correspondientes a todas las autorizaciones de instructor en RPAS poseídas previamente.

8.5.12 La autoridad otorgadora de licencias debería:

- a) determinar el período de validez de la autorización de instructor en RPAS; y
- b) establecer métodos para la revalidación y renovación de la autorización de instructor en RPAS.

## 8.6 COMPETENCIA DEL OBSERVADOR DE RPA

### Generalidades

8.6.1 Pueden asignarse tareas como observador de RPA a todo individuo que satisfaga los requisitos de competencia correspondientes.

8.6.2 La posesión de una licencia de tripulación de vuelo válida para la aviación tripulada o una licencia válida de piloto a distancia no debería ser requisito previo pero puede considerarse al evaluar la competencia del individuo para desempeñarse como observador RPA.

### Edad mínima

8.6.3 La persona a quien el explotador asigne funciones de observador de RPA debería tener como mínimo dieciocho (18) años de edad.

### Curso de instrucción

8.6.4 Una persona a quien el explotador asigne funciones de observador de RPA debería completar un curso de instrucción basado en competencias. Un registro de esta instrucción debería conservarse y estar disponible para inspección.

## 8.7 EVALUACIÓN MÉDICA

8.7.1 La evaluación médica de clase 3, aplicable a los controladores de tránsito aéreo, se considera apropiada para los pilotos a distancia.

8.7.2 Si las normas médicas que se prescriben en el Anexo 1, Capítulo 6, no se satisfacen, puede considerarse la flexibilidad brindada por el Anexo 1, 1.2.4.9, dado el entorno particular de la RPS y la ejecución de las operaciones RPAS.

*Nota.— En el Manual de procedimientos para el establecimiento y gestión de un sistema estatal para el otorgamiento de licencias al personal (Doc 9379), figura texto de orientación para aplicar el Anexo 1, 1.2.4.9.*

8.7.3 El período de validez de una evaluación médica de Clase 3 comienza en la fecha del examen médico y no se extiende más allá de 48 meses, reduciéndose a 24 meses cuando el titular de la licencia ha cumplido sus 40 años de edad.

*Nota.— El texto de orientación para ayudar a las autoridades otorgadoras de licencias y examinadores médicos se publica por separado en la edición actual del Manual de medicina aeronáutica civil (Doc 8984).*

8.7.4 La evaluación médica de Clase 3 expedida a un controlador de tránsito aéreo no debería considerarse automáticamente válida para un piloto a distancia y viceversa. El examinador médico tienen flexibilidad para considerar el entorno laboral del solicitante cuando evalúe la aptitud sicofísica y puede determinar que lo que resulta aceptable para uno es inaceptable para el otro. Por esta razón, en la evaluación médica de Clase 3 debería indicarse que ha sido expedida para un piloto a distancia.

---

# Capítulo 9

## OPERACIONES DE RPAS

### 9.1 RESEÑA

La operación segura de las aeronaves exige el cumplimiento de varios requisitos que se establecen en los Anexos del Convenio de Chicago. Estos requisitos se aplican por igual a las operaciones de RPAS y tienen por objeto mitigar los riesgos a las personas y propiedades en tierra y a otros usuarios del espacio aéreo. A continuación se tratan las diferencias que existen con respecto a la aviación tripulada.

### 9.2 PLANIFICACIÓN OPERACIONAL DE LOS VUELOS

La planificación operacional de los vuelos debería incluir disposiciones similares a las de las operaciones tripuladas. Además, puede requerirse necesidades específicas de los RPAS, como el número de pilotos a distancia y la planificación del tiempo de servicio de la tripulación para misiones de larga duración o la disponibilidad de RPS. Esos requisitos pueden no estar disponibles en el momento de la salida pero pueden ser necesarios para la operación en una fase ulterior del vuelo. El explotador de RPAS debía establecer procedimientos para asegurar una operación fluida en toda la duración del vuelo, incluyendo pilotos a distancia que puedan ejercer las responsabilidades de las diferentes fases de vuelo como el despegue, ascenso, crucero, aproximación y aterrizaje, todas las cuales deberían incluirse en el manual de operaciones.

### 9.3 MANUALES DE RPAS

#### Manual de operaciones

9.3.1 El explotador de RPAS debe proporcionar un manual de operaciones para uso y orientación del personal de operaciones RPAS afectado. El manual de operaciones debe enmendarse y revisarse según sea necesario para asegurar que la información que contiene se mantiene actualizada. Todas esas enmiendas o revisiones deben facilitarse a todo el personal que deba utilizar este manual.

9.3.2 El Estado del explotador debería establecer el requisito de que el explotador de RPAS le proporcione un ejemplar del manual de operaciones conjuntamente con todas las enmiendas o revisiones, para revisión y aceptación y, cuando se requiera, aprobación. El explotador de RPAS debe incorporar en el manual de operaciones todos los textos obligatorios que el Estado del explotador pueda exigir.

9.3.3 El manual de operaciones, que puede publicarse en partes separadas correspondientes a los aspectos específicos de las operaciones, debería organizarse con arreglo a la estructura siguiente:

- a) generalidades;
- b) información sobre funcionamiento del RPAS;

- c) áreas, rutas o aeródromos; y
- d) instrucción.

9.3.4 *Manual de funcionamiento del RPAS.* El explotador del RPAS debería proporcionar a la tripulación de vuelo a distancia y personal de operaciones designado un manual de funcionamiento RPAS, para cada tipo de RPA explotado, que comprenda cada modelo de RPS conexo, procedimientos normales, anormales y de emergencia relativos al funcionamiento de todos los sistemas pertinentes relacionados con la operación de cada RPA y las listas de verificación que han de utilizarse.

*Nota 1.— El manual de funcionamiento del RPAS es parte del manual de operaciones.*

*Nota 2.— El diseño de los manuales de funcionamiento del RPAS debería observar los principios de actuación humana.*

## 9.4 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

### Condiciones meteorológicas y limitaciones de la performance

9.4.1 El piloto a distancia debería examinar toda la información meteorológica disponible relativa a la operación y a las limitaciones de la performance del RPAS. Particular atención debería prestarse a las condiciones siguientes:

- a) visibilidad en la superficie;
- b) dirección y velocidad del viento;
- c) condiciones meteorológica peligrosas, incluyendo cumulonimbos, engelamiento y turbulencia; y
- d) temperatura en altitud.

9.4.2 No deberían realizarse vuelos hacia condiciones de engelamiento conocidas o previstas a menos que el sistema esté certificado y equipado para volar en esas condiciones, con los sistemas de protección contra engelamiento en funcionamiento con arreglo a la MEL, y el piloto a distancia está actualizado y calificado para operaciones en tiempo frío.

### Impactos sobre las radiofrecuencias (RF)

9.4.3 La interferencia electromagnética (EM) (p. ej., erupciones solares, cenizas volcánicas, actividad ionosférica) puede afectar el funcionamiento de los enlaces C2 y la recepción del GPS y debería ser tomada en cuenta por el piloto a distancia antes y durante el vuelo.

9.4.4 El piloto a distancia debería considerar la información disponible respecto de la posibilidad de interferencia EM y su impacto sobre el RPAS y la realización del vuelo. Debería considerarse también la posibilidad de interferencia electrónica intencional o involuntaria.

9.4.5 Deberían evitarse las operaciones en áreas con grandes volúmenes de transmisión o interferencia RF (p. ej., sitios radar, cables de alta tensión) a menos que los ensayos técnicos hayan confirmado que las operaciones en dichas áreas no tendrán consecuencias negativas sobre el funcionamiento seguro del RPAS.

## 9.5 CONSIDERACIONES SOBRE OPERACIONES

### Operaciones con visibilidad directa visual (VLOS)

9.5.1 Una operación VLOS es aquella en que el piloto a distancia o el observador de RPA mantiene contacto visual directo y sin ayuda con la RPA.

9.5.2 Para las operaciones VLOS, el contacto visual debe ser directo, lo que significa que el piloto a distancia u observador de RPA debe mantener una visión continua y sin obstrucciones de la RPA, permitiendo que el piloto a distancia o el observador de RPA vigile la trayectoria de vuelo de la aeronave con respecto a otras aeronaves, personas, obstáculos (p. ej., vehículos, barcos, estructuras, terreno), con fines de mantener la separación y evitar colisiones. El contacto visual directo debe asegurarse sin ayudas visuales (p. ej., telescopio, binoculares, visión electro óptica reproducida o aumentada) más allá de los lentes correctivos. Las operaciones VLOS deberían ejecutarse en condiciones meteorológicas que permitan al piloto a distancia u observador de RPA evitar conflictos de tránsito y otros riesgos de seguridad operacional relacionados con los peligros presentes en el entorno de operaciones.

9.5.3 La planificación de los vuelos debería asegurar que el piloto a distancia o el observador de RPA cuentan con suficiente techo y visibilidad, distancia con respecto al terreno y margen de franqueamiento de obstáculos como para mantener un contacto visual continuo con la RPA en condiciones pronosticadas para continuar durante todo el vuelo. Además, estas condiciones deben permitir la detección visual de otras aeronaves en las cercanías.

9.5.4 Las operaciones VLOS, en las cuales la RPA vuela a distancias relativamente cortas con respecto al piloto a distancia o del observador de RPA y a altitudes relativamente bajas, normalmente emplean una RPS manual con pantallas limitadas. El término “relativo” se utiliza para indicar que las distancias y altitudes aceptables están relacionadas con la perceptibilidad de la RPA y de posibles intrusos (p. ej., otras aeronaves, incluso RPA en el entorno de operaciones, lo que depende de sus colores, tamaños, velocidades e iluminación).

9.5.5 El piloto debe contar con capacidad de comunicaciones en tiempo real con los observadores de RPA y, si se ejecutara una transferencia, con los otros pilotos a distancia. En algunas situaciones, el piloto a distancia también necesitará mantener comunicaciones en tiempo real con la dependencia ATC local.

9.5.6 Si el piloto a distancia no puede vigilar visualmente la RPA y se basa en observadores de RPA, deberán considerarse varios factores adicionales, a saber:

- a) instrucción y competencia del piloto a distancia y del observador de RPA;
- b) demoras en las comunicaciones entre el observador de RPA y el piloto a distancia;
- c) comunicaciones simultáneas de múltiples observadores RPA o instrucciones contradictorias;
- d) procedimientos de falla de comunicaciones entre el observador de RPA y el piloto a distancia;
- e) capacidad del piloto a distancia para determinar la maniobra CA óptima cuando no esté en contacto visual con la RPA o con el tránsito conflictivo; y
- f) tiempo de reacción del piloto a distancia.

9.5.7 Las maniobras predeterminadas y la fraseología que utilizarán los observadores de RPA y los pilotos a distancia para cambiar la trayectoria de vuelo pueden contribuir a reducir la exposición a tránsito conflictivo u obstáculos y restaurar el vuelo normal después de ejecutar un plan para evitar o mitigar cada amenaza. Estas maniobras predeterminadas pueden comprender dirección y sentido, velocidad y ampliación de virajes, ascenso y descenso hacia y desde una altitud específica, etc.

### Operaciones VLOS nocturnas

9.5.8 El piloto a distancia o el observador de RPA enfrentarán un reto adicional durante la noche para evaluar distancias, distancias relativas y trayectoria. Las operaciones VLOS no deberían llevarse a cabo por la noche a menos que se hayan establecido medios adecuados para mitigar las distintas amenazas posibles y que dichos medios puedan utilizarse.

### Operaciones más allá de VLOS (BVLOS)

9.5.9 Para realizar vuelos más allá de VLOS del piloto a distancia o del observador de RPA, el piloto en cuestión debe contar con un medio para detectar y evitar tránsito y todo otro peligro como las condiciones meteorológicas peligrosas, proximidad del terreno y obstáculos.

9.5.10 Antes de realizar una operación BVLOS controlada, debería establecerse una coordinación con las dependencias ATC involucradas con respecto a:

- a) toda limitación o restricción de la performance operacional específica de la RPA (p. ej., imposibilidad de ejecutar virajes de régimen estándar);
- b) cualquier perfil de vuelo con pérdida de enlace C2 preprogramada o procedimientos de terminación de vuelo; y
- c) comunicaciones telefónicas directas entre la RPS y las dependencias ATC para uso en casos imprevistos, a menos que las unidades ATC involucradas aprueben otra cosa.

9.5.11 Las comunicaciones entre la RPS y las dependencias ATC deberían ser las necesarias para la clase de espacio aéreo en el que se realizan las operaciones y deberían emplear el equipo y los procedimientos de comunicaciones ATC estándar, a menos que las dependencias ATC involucradas aprueben otra cosa.

9.5.12 En tiempo de transacción del enlace C2 debería reducirse al mínimo para no afectar negativamente la capacidad del piloto a distancia de interactuar con la RPA, con respecto a la correspondiente a las aeronaves tripuladas.

9.5.13 El carácter del enlace C2 (ya se RLOS o BRLOS), también afectará el diseño del RPAS. Desde un punto de vista operacional, la diferencia principal entre una operación RLOS y una operación BRLOS de un RPAS BVLOS serán las demoras relacionadas con el control y la presentación de información y las características de diseño seleccionadas para ajustarse a la capacidad de enlace C2 disponible.

9.5.14 En general, se prevé que los enlaces C2 de BRLOS tengan menor capacidad de datos (debido a los costos y a las limitaciones de la banda ancha) y mayores retardos de mensaje que los enlaces C2 RLOS. La RPS BVLOS se diseñará para ajustarse a la actuación del tipo de enlace C2 (BRLOS/RLOS) con los que se utilizarán.

*Nota.— Cuanto más dependiente del tiempo sea la función de control, mayor será el nivel de automatización de la RPA requerido para mantener un vuelo seguro normal.*

9.5.15 Las operaciones BVLOS que se realicen con arreglo a VFR solo deberían considerarse cuando se satisfacen las condiciones siguientes:

- a) el Estado del explotador y el Estado en cuyo espacio aéreo tiene lugar la operación hayan aprobado la misma;
- b) la RPA permanece en condiciones meteorológicas de vuelo visual durante todo el vuelo; y

- c) se utiliza capacidad DAA u otra técnica de mitigación para asegurar que la RPA permanece alejada de todo otro tránsito;
- d) la zona no tiene otro tránsito; o
- e) la operación tiene lugar en un espacio aéreo específicamente delimitado o segregado.

### **Zonas pobladas**

9.5.16 Las operaciones que se realicen sobre zonas densamente pobladas o sobre reuniones de personas al aire libre pueden exigir consideraciones especiales y deberían tener en cuenta lo siguiente:

- a) altitudes para la operación segura;
- b) consecuencias de aterrizajes no controlados;
- c) obstáculos;
- d) proximidad a aeropuertos o campos de aterrizaje de emergencia;
- e) restricciones locales respecto de operaciones de RPAS sobre zonas densamente pobladas; y
- f) terminación de emergencia de un vuelo de RPA.

### **Despegue/lanzamiento**

9.5.17 El RPAS puede operarse a partir de aeródromos establecidos o desde casi cualquier otro lugar dependiendo de los requisitos operacionales y la configuración, diseño y actuación del sistema.

### **Despegue/lanzamiento desde aeródromos**

9.5.18 Para operaciones a partir de aeródromos establecidos, el piloto a distancia debería considerar lo siguiente:

- a) reglamentos relativos a las operaciones de RPAS en un aeródromo o en sus cercanías;
- b) complejidad y densidad de las operaciones de aeronave;
- c) operaciones en tierra (p. ej., anchura de calle de rodaje, condición, otro tránsito terrestre);
- d) continuidad del enlace C2;
- e) consideraciones sobre carga útil;
- f) estela turbulenta;
- g) performance y capacidad relacionadas con la distancia o recorrido de despegue disponible y requisitos mínimos de ascenso con obstáculos, procedimientos de salida y cualquier otra condición restrictiva de vuelo relacionada con las operaciones hacia y desde el aeródromo; y
- h) disponibilidad de áreas de recuperación de emergencia.

### **Despegue/lanzamiento desde lugares que no son aeródromos**

9.5.19 Para operaciones desde lugares que no son aeródromos establecidos, el piloto a distancia debería considerar lo siguiente:

- a) área de despegue o lanzamiento y estado de la misma;
- b) ubicación y altura de todos los obstáculos que pudieran impedir el lanzamiento y la recuperación;
- c) performance y capacidad relacionadas con el franqueamiento de obstáculos, procedimientos de salida (si corresponde) y cualquier otra condición restrictiva para los vuelos;
- d) disponibilidad de áreas de recuperación de emergencia;
- e) comunicaciones ATC, si se requieren;
- f) continuidad del enlace C2;
- g) consideraciones sobre carga útil; y
- h) densidad y proximidad de tránsito de sobrevuelo.

### **Aterrizaje/recuperación**

9.5.20 Las aeronaves del RPAS pueden aterrizar en aeródromos y en casi cualquier otro lugar dependiendo de los requisitos operacionales y de la configuración, diseño y actuación del sistema.

### **Aterrizaje/recuperación en aeródromos**

9.5.21 Para las operaciones en aeródromos, el piloto a distancia debería considerar lo siguiente:

- a) reglamentos relativos a las operaciones de RPAS en el aeródromo o sus cercanías;
- b) complejidad y densidad de las operaciones de aeronaves;
- c) performance y capacidad relativas a la distancia de aterrizaje disponible y a los procedimientos de franqueamiento de obstáculos y de llegada así como cualquier otra condición restrictiva del vuelo;
- d) estela turbulenta;
- e) operaciones terrestres (p. ej., anchura de calle de rodaje, condición, y otro tránsito terrestre);
- f) continuidad de enlace C2;
- g) consideraciones de carga útil; y
- h) disponibilidad de áreas de recuperación de emergencia.

### **Aterrizaje/recuperación en lugares que no son aeródromos**

9.5.22 Para operaciones en lugares que no son aeródromos, el piloto a distancia debería considerar lo siguiente:

- a) área de aterrizaje/recuperación y estado de la misma;

- b) ubicación y altura de todos los obstáculos que pudieran impedir el aterrizaje o la recuperación (p. ej., cables, torres, árboles);
- c) performance y capacidad relacionada con el franqueamiento de obstáculos, procedimientos de llegada (si corresponde) y cualquier otra condición restrictiva de vuelo;
- d) disponibilidad de áreas de recuperación de emergencia;
- e) comunicaciones ATC, si se requieren;
- f) continuidad del enlace C2;
- g) consideraciones de carga útil; y
- h) densidad y proximidad del tránsito de sobrevuelo.

### **Preparación, instalación e inspección del equipo de recuperación**

9.5.23 La instalación, ubicación y funcionamiento del equipo de recuperación, si corresponde, deberían ser recomendados por el fabricante y, si dicho equipo está ubicado en un aeródromo, deberían coordinarse con el explotador del aeródromo. Debería asegurarse la condición y capacidad de todo el soporte físico de recuperación, dirección y ubicación del personal de recuperación y también garantizar que persona no relacionada con la recuperación o el aterrizaje de la RPA están bien alejadas del área de operaciones. Análogamente, la instalación, ubicación y funcionamiento del equipo de recuperación no debería afectar adversamente las operaciones del aeródromo.

### **Operaciones especiales**

9.5.24 Debido a sus características singulares como tipo, tamaño y configuración, y a que no hay personas a bordo, se prevé que algunas RPA operen en áreas y condiciones en las que las aeronaves tripuladas no son capaces de hacerlo o no estar aprobadas para ello. Estas operaciones comprenden interiores de edificios, en estrecha proximidad de estructuras sobre el terreno o sobre el agua y en áreas o condiciones peligrosas. Dado que las reglas actuales prohíben dichas operaciones de aeronaves, los Estados podrían adaptar a las RPA las reglas en cuestión. En las secciones siguientes se proporciona información y consideraciones para estos tipos de operaciones especiales.

#### **Operaciones de RPA en las cercanías de aeródromos, para fines distintos del despegue y aterrizaje**

9.5.25 Estas operaciones pueden comprender el control de aves en los aeródromos o en sus cercanías o inspección de instalaciones. Para evitar conflictos con otros usuarios del aeródromo, estos tipos de operaciones deberían regularse para garantizar la seguridad de los vehículos terrestres y otras aeronaves.

#### **Operaciones de RPA cerca de estructuras en tierra o agua**

9.5.26 Estas operaciones comprenden inspecciones de estructuras como torres, edificios y puentes donde su realización por otros medios exige amplios recursos. Dado que las RPA pueden volar a altitudes menores y más cerca de los obstáculos que los mínimos requeridos por los reglamentos de aviación civil, los Estados podrían considerar no aplicar las reglas existentes o establecer reglas nuevas para este tipo específico de operación.

### Operaciones de RPA en áreas y condiciones peligrosas

9.5.27 Sin personas a bordo, las RPA pueden volar en zonas y condiciones peligrosas como las proximidades de volcanes en preerupción o erupción, accidentes químicos y nucleares y en condiciones meteorológicas peligrosas. Estos tipos de operaciones deberán considerarse cuidadosamente para asegurar que las personas, propiedades y otras aeronaves no se ven sometidas a riesgos crecientes. Para reducir fallas y casos de mal funcionamiento de RPA relacionados con dichas operaciones, deberían tenerse en cuenta los aspectos siguientes:

- a) las partículas en nubes de cenizas volcánicas, químicas o nucleares, o en sus cercanías, pueden dañar elementos móviles o giratorios como los motores y actuadores;
- b) las partículas en nubes de cenizas volcánicas, químicas o nucleares o en sus cercanías pueden obstruir o taponar los sistemas de presión como los tubos de pitot o de pitot-estática;
- c) las partículas en nubes de cenizas volcánicas, químicas o nucleares, o en sus cercanías, pueden obstruir o taponar filtros de la admisión de aire al motor y los radiadores de sistemas de refrigeración;
- d) las partículas de nubes de cenizas volcánicas, químicas o nucleares, o en sus cercanías, pueden erosionar los bordes de ataque de hélices en tiempo más breve que el normal;
- e) gases en las nubes de cenizas volcánicas, químicas o nucleares, o en sus cercanías, pueden corroer partes de la RPA, especialmente las metálicas;
- f) gases en las nubes de cenizas volcánicas, químicas o nucleares, o en sus cercanías, pueden afectar adversamente la performance de los motores; y
- g) la radiación nuclear por ionización puede provocar averías eléctricas en los semiconductores empleados en elementos como las FCC, FMS u otros dispositivos electrónicos de a bordo.

### Desviación a aeródromos de alternativa

9.5.28 La planificación previa al vuelo debería incluir consideraciones de aeródromos de alternativa o sitios de recuperación, según corresponda, en caso de emergencia o imprevistos relacionados con fenómenos meteorológicos. En la preparación previa al vuelo deberían incluirse adecuadas reservas de combustible y energía, de modo que la RPA pueda desviarse con respecto a un aterrizaje o recuperación en una ubicación prevista, continuar en condiciones de seguridad al aeródromo de alternativa o sitio de recuperación, y ejecutar una aproximación y aterrizaje en el mismo. Antes de seleccionar un lugar de alternativa para recuperación o aterrizaje, el piloto a distancia debería considerar, como mínimo, la adecuación de las reservas de combustible y energía, la fiabilidad de los enlaces C2 con la RPA, la capacidad de comunicaciones ATC según corresponda y las condiciones meteorológicas en el lugar de alternativa.

## 9.6 TRANSFERENCIA DE RPS

### Generalidades

9.6.1 La transferencia de la RPA de una RPS a otra se utiliza por muchas razones, incluyendo la ampliación de la autonomía operacional o para permitir un control de precisión como el correspondiente a aeronave a terminal o por razones de mantenimiento. Las transferencias de RPS pueden darse en dos escenarios comunes:

- a) transferencia del control de pilotaje a una RPS en el mismo emplazamiento pero no acoplada. Esta transferencia puede hacerse a un segundo piloto a distancia o, en caso de mal funcionamiento de la RPS, traslado del piloto a distancia a una RPS de reserva; o

- b) transferencia del control de pilotaje a una RPS en otro emplazamiento.

*Nota 1.— La sustitución de un piloto a distancia por otro en la misma RPS se considera similar a una toma de control por un piloto o tripulación de relevo a bordo de la aeronave, más que una transferencia.*

*Nota 2.— La transferencia del mando de pilotaje de un piloto a distancia a otro dentro de una RPS de dos asientos se considera similar al intercambio de mando en una aeronave tripulada más que a una transferencia.*

*Nota 3.— La transferencia de las responsabilidades del PIC a distancia se abarca en la sección 9.9.*

### **Coordinación de transferencias entre RPS**

9.6.2 Todas las transferencias deben planificarse y coordinarse según los procedimientos establecidos en el manual de operaciones o de vuelo. Las consideraciones de la transferencia deben comprender:

- a) confirmación de la disponibilidad de un enlace de comunicaciones orales fiable entre el piloto a distancia que transfiere y el que acepta en la RPS para apoyar la coordinación de la transferencia (se recomienda que esta comunicación no se retransmita a través de la RPA);
- b) situación de la RPS que recibe (p. ej., preparación y disponibilidad, configuraciones de soporte lógico y compatibilidad con la RPA que ha de transferirse);
- c) compatibilidad en el enlace C2 (p. ej., dirección IP, frecuencia);
- d) coordinación entre los respectivos pilotos a distancia; y
- e) coordinación con el ATC (p. ej., número telefónico de contacto de emergencia), según sea necesario.

9.6.3 Antes de transferir una RPA, debe realizarse una sesión de información de transferencia entre el piloto a distancia que transfiere y el que acepta para asegurar que se comprende el estado de la RPA. Esta sesión de información debería realizarse en un momento adecuado antes de la transferencia real y debería comprender, como mínimo, lo siguiente:

- a) confirmación por el piloto a distancia que acepta de que la RPA está dentro del alcance del enlace C2 de la RPS que acepta;
- b) condición presente del RPAS y ubicación de la RPA;
- c) deficiencias y fallas de sistemas en los RPAS;
- d) condición del combustible o energía y otros elementos de consumo;
- e) configuración del enlace C2; y
- f) cambios o limitaciones de lo previsto o de la performance de la RPA.

9.6.4 El piloto a distancia que acepta debería manifestarse conforme con todos los aspectos anteriores antes de aceptar la responsabilidad por la continuación segura del vuelo.

### **Sesiones de información del piloto de relevo a distancia en una RPS única**

9.6.5 A diferencia de la aviación tripulada, a los pilotos a distancia puede asignarse un turno de trabajo que se inicia o finaliza mientras la aeronave está en vuelo. En estos casos, cuando un piloto a distancia releva al otro en la misma RPS, será necesario revisar una sesión de información de relevo, que debería comprender, como mínimo, lo siguiente:

- a) situación presente del RPAS y ubicación de la RPA;
- b) condiciones meteorológicas;
- c) condiciones del aeródromo o sitio de recuperación;
- d) deficiencias o fallas del sistema en el RPAS;
- e) situación del combustible o energía y otros elementos de consumo;
- f) configuración del enlace C2; y
- g) cambios o limitaciones al vuelo previsto o performance de la RPA.

9.6.6 El piloto a distancia que acepta debería manifestarse conforme con todos los aspectos anteriores antes de aceptar la responsabilidad por la continuación segura del vuelo.

## **9.7 EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS**

### **Lugares para aterrizajes de emergencia o amarajes forzosos**

9.7.1 La planificación de vuelo del RPAS debería comprender disposiciones para aterrizaje de emergencia de la RPA en lugares que minimicen los riesgos para la seguridad de personas o propiedades en tierra. Los pilotos a distancia, a diferencia de los pilotos de aeronaves tripuladas en condiciones de vuelo visual, tienen pocas posibilidades de observar los detalles reales del terreno en la proximidad de sus aeronaves durante una emergencia. Por consiguiente, deben basarse en mucho mayor medida en la planificación previa de escenarios de emergencia que puedan darse a lo largo de su ruta de vuelo prevista.

9.7.2 Al seleccionar lugares para aterrizaje de emergencia, el piloto a distancia debería considerar las condiciones siguientes:

- a) terreno, obstáculos en tierra, densidad de la población, conjuntos de personas al aire libre; y
- b) áreas de aterrizaje o amaraje forzoso, incluyendo la posibilidad de acceso a las mismas con fines de recuperación o extinción de incendios.

### **Pérdida del enlace C2**

9.7.3 La planificación previa al vuelo debería incluir disposiciones para casos de pérdida del enlace C2 y debería conformarse a la orientación que figura en el Manual de vuelo o en el Manual de operaciones. Los procedimientos relativos a la pérdida del enlace C2 para RPA que realizan vuelos controlados deberían ser aprobados previamente por las dependencias ATC involucradas en cada parte de la ruta de vuelo prevista, si así lo estipulan

los ANSP. Los pilotos a distancia deben notificar a la dependencia ATC inmediatamente después de haberse activado los procedimientos correspondientes a todo vuelo bajo control del ATC o para todo vuelo que pueda afectar otros vuelos controlados por el ATC, tripulados o no tripulados.

9.7.4 En el Capítulo 11 figura información adicional sobre procedimientos que han de aplicarse ante la pérdida del enlace C2.

### **Operaciones de interceptación**

9.7.5 Los explotadores de RPAS deben cumplir las normas del Anexo 2 relativas a las operaciones de interceptación. No se prevé que estos requisitos sean modificados en el futuro cercano para abarcar las RPA. En consecuencia, las autoridades de los Estados deberían considerar las posibles consecuencias para las RPA y las aeronaves interceptoras durante las maniobras de interceptación.

## **9.8 LIMITACIONES DE UTILIZACIÓN DE LA PERFORMANCE DE LA RPA**

### **Aviones pilotados a distancia**

9.8.1 Para los aviones pilotados a distancia, las limitaciones de utilización de la performance debería conformarse a las disposiciones que figuran en el Anexo 6 — *Operación de aeronaves, Parte I — Transporte aéreo comercial internacional — Aviones* o en el Anexo 6 — *Operación de aeronaves, Parte II — Aviación general internacional — Aviones*.

### **Giroaviones pilotados a distancia**

9.8.2 Para los giroaviones pilotados a distancia, las limitaciones de utilización de la performance deberían conformarse a las disposiciones que figuran en el Anexo 6 — *Operación de aeronaves, Parte III — Operaciones internacionales — Helicópteros*.

### **Aeronaves pilotadas a distancia distintas de aviones o giroaviones**

9.8.3 En las características de diseño de las aeronaves no tripuladas no se necesita tener en cuenta la segura ubicación de personas a bordo de la aeronave. Como resultado, los tipos, dimensiones y configuraciones de estas aeronaves pueden diferir considerablemente de las de aviación tripulada.

9.8.4 Las disposiciones de la OACI se han concentrado en las categorías de aeronave utilizadas con mayor frecuencia en aviación internacional — aviones, helicópteros y globos. A corto o mediano plazo no se prevé elaborar disposiciones para adopción en los Anexos 6 u 8 para la amplia gama de nuevas categorías de aeronaves.

## 9.9 TRIPULACIÓN DE VUELO A DISTANCIA

### Funciones de piloto al mando (PIC) a distancia

9.9.1 Cada PIC a distancia es responsable del funcionamiento y la seguridad de las RPA y RPS para el tramo de vuelo respectivo asignado por el explotador RPAS. La transferencia de responsabilidades de PIC a distancia, si corresponde, debe efectuarse con arreglo a procedimientos establecidos por el explotador de RPAS y aprobados por el Estado del explotador. Estos procedimientos deberían comprender un registro donde se indique cuando ocurrió la transferencia y se identifiquen los pilotos a distancia involucrados. (Véase el Capítulo 6 por información adicional sobre PIC a distancia).

9.9.2 El PIC a distancia es responsable de la terminación de vuelo, en caso de que dicha medida se considere necesaria.

9.9.3 El explotador de la RPAS debería asignar al PIC a distancia la responsabilidad de asegurar que toda transferencia de una RPS a otra se realiza con arreglo a los procedimientos que figuran en el manual de operaciones o en el manual de vuelo, según corresponda.

9.9.4 Los PIC a distancia deberían ser responsables de actualizar todos los documentos para el tramo respectivo del vuelo (p. ej., diario de a bordo, registro de mantenimiento).

### Miembros de la tripulación de vuelo a distancia en las estaciones de servicio

9.9.5 Todos los miembros de la tripulación de vuelo a distancia que deban estar en servicio deberían permanecer en su RPS según sea necesario para la segura operación del RPAS, excepto cuando su ausencia sea necesaria para realizar funciones en relación con la operación del sistema o por necesidades fisiológicas. En una operación con un único piloto a distancia, un piloto a distancia de relevo debería relevar al piloto a distancia si este último debe estar ausente de la RPS por cualquier razón.

## 9.10 ACCIDENTES E INCIDENTES GRAVES

### Registros en los registradores de vuelo y de tierra

9.10.1 En el Anexo 13 — *Investigación de accidentes e incidentes de aviación* se exige investigar los accidentes e incidentes que involucren aeronaves no tripuladas. Con arreglo al Anexo 13, Capítulo 5, 5.1.2, Nota 3, solo los UAS con aprobación de diseño u operacional deben tenerse en cuenta. Se prevé que en el futuro cercano se elaboren SARPS relativos a los registradores de vuelo de los RPAS.

9.10.2 Se requerirá un registro adecuado de las operaciones de RPAS para apoyar investigaciones de accidentes e incidentes así como para el análisis de los datos de vuelo. Se prevé que esto se aplicará particularmente a las operaciones BVLOS en el futuro cercano y quizás a operaciones VLOS.

9.10.3 Debido al carácter singular de los RPAS y a la gran variedad en las dimensiones de los sistemas, deben determinarse disposiciones para requisitos del sistema de registros en términos de escala y complejidad en relación con el tipo de operación en las que participará el RPAS.

9.10.4 Los procedimientos para apoyar la transferencia del control de pilotaje de una RPS a otra deben comprender la definición de cualquier dato específico o comunicaciones que deban registrarse para asegurar que el suceso pueda reconstruirse en forma adecuada.

### **Transmisión por enlace descendente de los datos registrados en la RPA**

9.10.5 El registro de todos los datos en la RPA y RPS puede exigirse para asegurar que la recolección de datos no se vea afectada por una pérdida de enlace C2.

9.10.6 Durante misiones de muy larga duración, el registrador de vuelo de la RPA puede tener una capacidad de almacenamiento inferior a la duración prevista del vuelo. Para evitar la pérdida de varios datos registrados, puede ser prudente transmitir por enlace descendente los datos registrados, con carácter periódico o continuo, antes de que se alcance la máxima capacidad de almacenamiento a bordo de la RPA. La capacidad de almacenamiento mínima de los registradores de vuelo a bordo de las RPA todavía no se ha definido.

### **Investigación de accidentes e incidentes**

9.10.7 El registro adecuado del mando de vuelo, trayectoria y sistemas del RPAS será fundamental para determinar sucesos que hayan conducido a un accidente o incidente. Las investigaciones sobre accidentes sufridos por RPAS en operaciones internacionales podrían involucrar a muchos Estados si los restos de la aeronave y los emplazamientos de las RPS están distribuidos en diferentes Estados. El Estado del suceso, o si la investigación se delega a otro Estado u organización regional, el Estado responsable de investigar, debe tener acceso a todos los datos con arreglo a las disposiciones del Anexo 13, incluyendo datos de la RPS. Otros Estados involucrados podrán participar en la investigación aportando representantes acreditados. El acceso a los datos disponibles en los otros Estados se organizará con arreglo a las disposiciones mencionadas del Anexo 13.

9.10.8 El explotador del RPAS debería asegurar, en la medida posible, que en el caso de que la RPA haya estado involucrada en un accidente o incidente, todos los datos relacionados con el RPAS y, si es necesario, los registradores de vuelo conexos y sus contenidos se conservarán bajo custodia segura hasta iniciarse la investigación del accidente o incidente con arreglo al Anexo 13.

9.10.9 Para fines de investigación de accidentes y recuperación de datos de vuelo, quizás deba establecerse el lugar del accidente de una RPA dentro de un radio de 6 NM. En este caso, la RPA deberá estar equipada con un sistema que pueda transmitir automáticamente la información de posición. Dependiendo de las dimensiones de la RPA, esto puede lograrse mediante un método de transmisión o radiodifusión de datos activados por emergencias que comprenda la información de posición, un transmisor de localizador o un registrador de vuelo de activación automática.

9.10.10 La elección del tipo y ubicación del equipo en la RPA deberá asegurar que se activa la transmisión o radiodifusión en caso de accidente. Para las RPA que vuelan sobre agua o tierra, incluyendo áreas donde es especialmente difícil realizar operaciones de búsqueda y salvamento, la ubicación del transmisor será un factor fundamental para asegurar su protección óptima en caso de impacto e incendio.

9.10.11 La ubicación de los dispositivos de control y conmutación (monitores de activación) de los transmisores de localizador de emergencia (ELT) fijos automáticos y sus procedimientos operacionales conexos deberán tener en cuenta la necesidad de rápida detección de una activación involuntaria.

## **9.11 REQUISITOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN**

9.11.1 La seguridad de la aviación es un asunto vital para las RPA con aspectos que son al mismo tiempo similares y singulares cuando se les compara con las aeronaves tripuladas. Dado que una RPS es similar en cuanto a finalidad y diseño a un puesto de pilotaje, debe protegerse con respecto de actos de sabotaje o de interferencia ilícita intencional. En el Anexo 6, Parte I, Capítulo 13, figuran los SARPS para proteger el compartimiento de la tripulación de vuelo. No obstante, debido al carácter fijo y expuesto de la RPS (comparado con el carácter restringido de un avión comercial donde la intrusión y el uso de armas pesadas es menos probable) debería prestarse más consideración a la posible vulnerabilidad de las instalaciones con respecto a la interferencia ilícita.

9.11.2 Análogamente, las RPA deberían almacenarse y prepararse para el vuelo en una forma que impida y detecte la manipulación indebida y asegure la integridad de los componentes vitales. En el *Manual de seguridad de la aviación* (Doc 8973 — distribución limitada) se proporcionan más detalles con respecto a la protección de las aeronaves.

9.11.3 Los sistemas para controlar los accesos a la RPS deberían ser de por lo menos el mismo nivel que los que ya existen en la industria aeronáutica comercial. A ese respecto, la OACI publica información sobre procedimientos que han de seguirse y sistemas que han de implantarse para asegurar la protección del compartimiento de la tripulación de vuelo y que pueden utilizarse como referencia general cuando se trate el carácter singular de las RPS. El *Manual de seguridad de la gestión del tránsito aéreo* (Doc 9985 — distribución limitada) constituye una fuente adicional de orientación donde se pueden encontrar textos pertinentes para la seguridad de la RPS.

9.11.4 Las tecnologías de identificación como el uso de la biometría para los sistemas de control de accesos pueden ofrecer un elevado grado de seguridad y protección para la RPS. Además, puede considerarse las diferencias en el nivel de control de acceso entre las RPS y las instalaciones en las que está ubicada.

9.11.5 Los pilotos a distancia deberían someterse, como mínimo, a las mismas normas de verificación de antecedentes que las personas a las que se otorga acceso sin escolta a las zonas de seguridad restringidas en los aeropuertos (Anexo 17 — *Seguridad*, 4.2.4). En el Doc 8973 figuran más detalles relativos a las verificaciones de antecedentes.

9.11.6 El enlace C2 proporciona funciones tan vitales como las del cableado tradicional, los cables de control y otros sistemas fundamentales. Estos enlaces pueden utilizar diversos tipos de soporte físico y soporte lógico que pueden ser suministrados y administrados por terceros. La seguridad operacional y la seguridad de la aviación de estos enlaces y servicios son igualmente importantes a las de la RPA y RPS. Deben estar protegidos contra pirateo, suplantación y otras formas de interferencia o secuestro malicioso. El Doc 9985 puede proporcionar textos generales de referencia cuando se considere el carácter singular del enlace C2.

## 9.12 TRANSPORTE SIN RIESGOS DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR VÍA AÉREA

9.12.1 El Artículo 35 del Convenio de Chicago se refiere a las restricciones sobre la carga, específicamente con respecto al transporte de municiones de guerra o material de guerra y otras mercancías peligrosas. Las disposiciones del Anexo 18 — *Transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea* rigen con más detalle el transporte internacional de mercancías peligrosas por vía aérea. Las disposiciones generales del Anexo son ampliadas por las especificaciones detalladas de las *Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea* (Doc 9284) y su suplemento, *Suplemento de las Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea* (Doc 9284SU). La mayoría de los requisitos relativos al transporte de mercancías peligrosas que figuran en el Artículo 35 y en el Anexo 18 se consideran aplicables a las RPA en su redacción actual. Si bien en ellos se hace referencia a la tripulación, se trata básicamente del suministro de información a la tripulación y a terceros acerca de las mercancías peligrosas que se transportan. Una vez más, cabría prever que los explotadores de RPAS cumplieran dichos requisitos.

9.12.2 Cuando las RPA civiles se utilicen para el transporte internacional de mercancías, se aplicarán las disposiciones del Anexo 18 y del Artículo 35 del Convenio de Chicago.

---

## Capítulo 10

### DETECTAR Y EVITAR (DAA)

#### 10.1 RESEÑA

10.1.1 En el Anexo 2 se define detectar y evitar como “capacidad de ver, captar o detectar tránsito en conflicto u otros peligros y adoptar las medidas apropiadas para cumplir con las reglas de vuelo aplicables”. Esta capacidad tiene por objeto asegurar la segura ejecución de un vuelo RPA y permitir la plena integración de todas las clases de espacio aéreo con todos los usuarios del espacio aéreo.

10.1.2 Para las RPA, puede ser necesario contar con tecnología o procedimientos adecuados para proporcionar capacidades análogas a las que tienen los pilotos de aeronaves tripuladas, utilizando uno o más sentidos (p. ej., vista, oído, tacto) y procesos cognitivos conexos. La medida apropiada consiste en evitar el peligro (p. ej., posible tránsito en conflictos) para asegurar que se cumplen los objetivos de seguridad operacional para un espacio aéreo u operaciones específicos.

10.1.3 Los RPAS pueden diseñarse con diferentes sistemas y sensores para detectar y evitar peligros diferentes. Algunos de estos sistemas pueden emplear más de un sensor para asegurar una detección fiable de peligros en una amplia gama de condiciones ambientales. Cuando un RPAS está equipado con más de un sistema DAA (es decir detectar y evitar diferentes peligros), puede ser necesario que estos sistemas sean interoperables para garantizar que se adopte una medida anticolidión apropiada y coordinada (cuando corresponda) si diferentes peligros están presentes al mismo tiempo (p. ej., tránsito en conflicto, terreno u obstáculos).

10.1.4 En el espacio aéreo en que el ATC proporciona servicios de separación entre todas las aeronaves, ya existen procedimientos ATC, procedimientos de tripulación de vuelo y requisitos de equipamiento de aeronaves (p. ej., transpondedores) para mantener la separación segura. No obstante, también puede ser necesario contar con equipo DAA y procedimientos conexos para otras clases de espacio aéreo así como para peligros distintos de las colisiones en vuelo.

10.1.5 Los RPAS deberán ser como mínimo tan seguros como las operaciones tripuladas actuales.

#### 10.2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

10.2.1 Las RPA pueden encontrar varios tipos de peligro. El *Concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial* (Doc 9854) identifica la necesidad de limitar, a un nivel aceptable, el riesgo de colisiones entre aeronaves y los siguientes peligros: “otra aeronave, el terreno, las condiciones meteorológicas, estelas turbulentas, actividades incompatibles en el espacio aéreo y, cuando la aeronave esté en tierra, movimientos de vehículos en la superficie y otros obstáculos presentes en la plataforma y en el área de maniobras”. En el Documento 9854 también se señala “respecto a cualquier peligro (es decir, cualquier condición, suceso o circunstancia que pueda provocar un accidente) puede identificarse un riesgo como la combinación de la probabilidad general o la frecuencia de acaecimiento de un efecto perjudicial inducido por el peligro, y la gravedad de ese efecto”.

*Nota.— La definición de “peligro” es objeto de examen. La terminología aceptada actualmente se refiere a “objeto o condición que potencialmente pueda causar un accidente o incidente”.*

10.2.2 Es importante reconocer que aunque la gravedad del riesgo representado por el peligro puede ser menor para una RPA, lo mismo puede no ser cierto para una aeronave tripulada que encuentre el mismo peligro en el mismo espacio aéreo y viceversa. Para un peligro único, pueden necesitarse dos análisis de riesgo, uno para aeronaves tripuladas y otro para aeronaves no tripuladas. No se debería suponer que el peligro, la gravedad del riesgo o las estrategias de mitigación serán los mismos.

10.2.3 Para integrar plenamente los RPAS en el espacio aéreo no segregado y en los aeródromos, se necesitarán estrategias de mitigación de los peligros indicados anteriormente. La gestión del tránsito aéreo contribuirá a mitigar el riesgo de estos peligros (p. ej., actividades incompatibles en el espacio aéreo) para las RPA y para otras aeronaves. No obstante, se requieren capacidades DAA u otras formas de mitigación (p. ej., procedimientos operacionales para las RPA a efectos de limitar el riesgo planteado por los peligros siguientes:

- a) tránsito en conflicto;
- b) terreno y obstáculos;
- c) condiciones meteorológicas peligrosas (es decir, tormentas, engelamientos, turbulencia);
- d) operaciones en tierra (aeronaves, vehículos, estructuras o personas en tierra); y
- e) otros peligros en vuelo, incluyendo estela turbulenta, cizalladura del viento, aves o cenizas volcánicas.

10.2.4 Los RPAS deben cumplir las reglas y procedimientos del espacio aéreo así como requisitos de seguridad operacional conexos establecidos por el Estado o por los ANSP. Puede ser necesario contar con una o más capacidades DAA para satisfacer los requisitos de enfrentar los peligros indicados anteriormente a menos que la exposición de la RPA a estos peligros y el riesgo a personas, propiedades u otras aeronaves puedan reducirse a un nivel aceptable mediante restricciones al entorno de funcionamiento, tiempo de vuelo o perfil de vuelo de la RPA. Por ejemplo, si una RPA vuela en espacio aéreo segregado (es decir no hay otras aeronaves presentes), entonces la capacidad DAA para detectar y evitar otras aeronaves en vuelo puede no ser necesaria. Análogamente, si una RPA solo volará en condiciones meteorológicas normales, la capacidad de detectar y ayudar al piloto a evitar condiciones meteorológicas peligrosas puede no ser necesaria. No obstante, si no puede impedirse que una RPA encuentre estos peligros, entonces pueden ser necesarios sistemas y procedimientos para proporcionar capacidades DAA apropiadas correspondientes a cada peligro.

10.2.5 Puede ser necesario realizar análisis de seguridad operacional para establecer capacidades de RPAS a efectos de mitigar las consecuencias de cada peligro específico que pueda encontrarse.

### 10.3 DETECTABILIDAD Y PERCEPTIBILIDAD

10.3.1 Detectabilidad y perceptibilidad se refieren a la capacidad de una RPA para ser identificada por pilotos de aeronaves tripuladas, otros pilotos a distancia, controladores de tránsito aéreo (ATCO) y otro personal. Esto puede lograrse mediante la instalación de un transpondedor o luz estroboscópica en la RPA o mediante varios otros medios, según lo apruebe la autoridad estatal competente.

10.3.2 La detectabilidad y perceptibilidad de las RPA tendrán que ser suficientes para asegurar la oportuna identificación por parte de otros usuarios del espacio aéreo y del ATC en todas las fases de vuelo (incluyendo operaciones en tierra). La oportuna detección (por medios visuales o electrónicos) asegurará que pueden aplicarse las reglas del aire en condiciones de seguridad.

10.3.3 Si una RPA muy pequeña debe integrarse en el espacio aéreo no segregado, es dudoso que resulte visible a las aeronaves tripuladas. Aun si la RPA cuenta con un transpondedor o ADS-B, no todas las aeronaves tripuladas tendrán capacidad para detectarla. Como resultado, podría ser difícil integrar estas RPA no perceptibles en el espacio aéreo no segregado, a menos que puedan resultar visibles para los pilotos de las aeronaves tripuladas.

#### 10.4 ENFOQUE DE GESTIÓN DE CONFLICTOS CON RESPECTO A DAA

10.4.1 El enfoque de gestión de conflictos con respecto a DAA está compuesto de tres capas en forma análoga al enfoque con respecto a evitar peligros aplicado a las aeronaves tripuladas, presentado en el Doc 9854. Este enfoque puede aplicarse para evitar el tránsito en conflicto así como para evitar otros peligros, y comprende tres fases, a saber:

- a) *fase de gestión estratégica de conflictos*. En general se considera que constituye la fase de planificación donde se obtienen suficientes datos para la ejecución del vuelo;
- b) *fase de suministro de separación*. En esta fase, todos los participantes emprenden medidas para garantizar la segura ejecución del vuelo, dependiendo de la clasificación del espacio aéreo. En estas fases se utiliza el suministro de separación por ATC y la instrucción de “manténgase alejado/mantenga separación segura (RWC)” por los pilotos o pilotos a distancia; y
- c) *fase anticolidión (CA)*. En esta fase, se ejecutan medida o maniobras como último recurso para resolver conflictos si las fases estratégica o táctica indicadas anteriormente no evitaron que se encontrara el peligro.

10.4.2 La fase de gestión estratégica de conflictos resalta el conocimiento de cada peligro y apoya al piloto en la planificación de medidas de mitigación, según corresponda, pero no se considera que es una parte activa de la función doble de DAA.

10.4.3 En la Figura 10-1 se muestra la forma en que puede aplicarse el proceso de gestión de conflictos para DAA específicamente cuando la función DAA enfrenta el peligro de tránsito en conflicto.

##### Primera capa: Gestión estratégica de conflictos

10.4.3.1 El piloto a distancia es responsable de planificar un vuelo seguro, lo que puede incluir la presentación de un plan de vuelo antes de éste. La RPA cumple el plan de vuelo o las autorizaciones ATC, según corresponda.

##### Segunda capa: suministro de separación o “mantenerse alejado” (RWC)

10.4.3.2 El separador o agente responsable del suministro de separación puede ser:

- a) la correspondiente dependencia ATC; o
- b) el usuario del espacio aéreo, en cuyo caso el suministro de la separación se conoce como RWC.

##### Tercera capa: función anticolidión (CA)

10.4.3.3 La CA puede lograrse mediante el uso de una capacidad DAA aprobada para enfrentar tránsito en conflicto. Si está instalado, un sistema de DAA para tránsito en conflicto debería alertar al piloto a distancia con respecto a posibles colisiones a efectos de que puedan ejecutarse acciones o maniobras de último recurso.

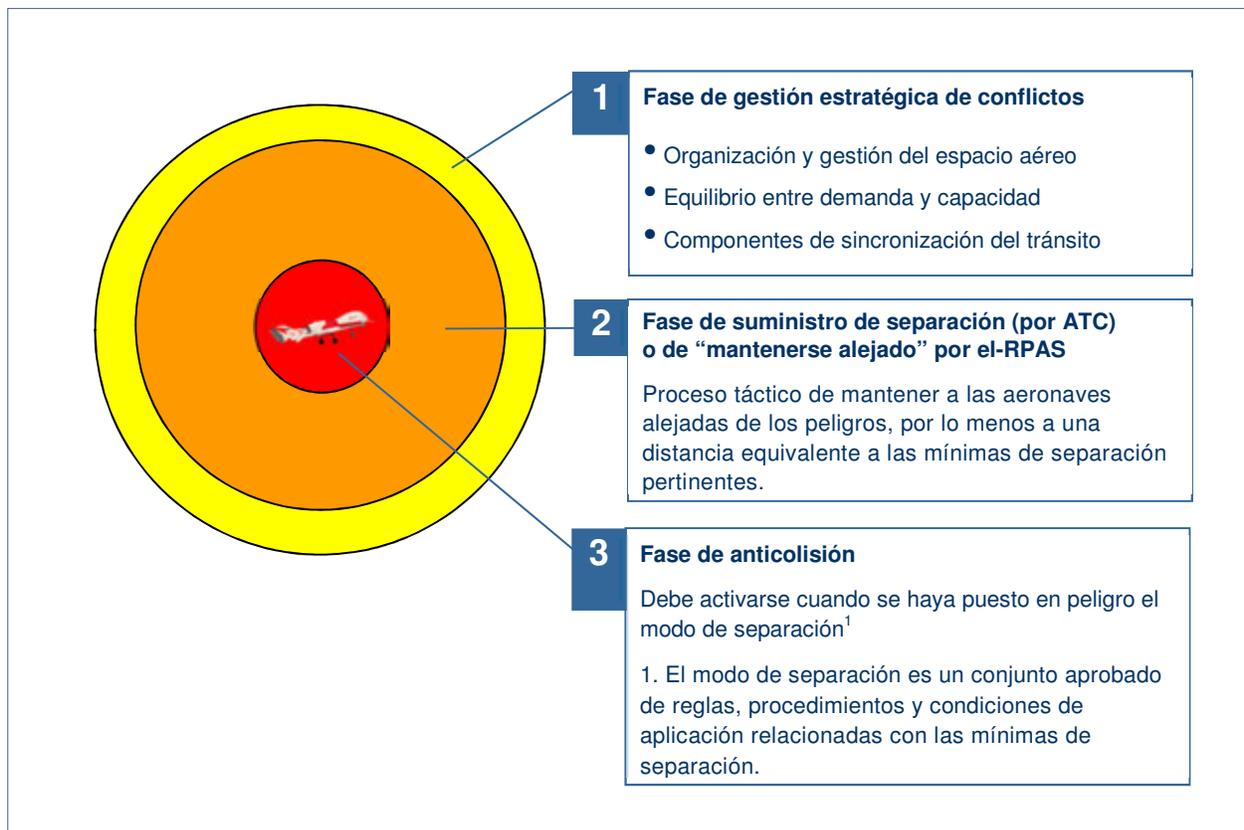
10.4.3.4 Si el diseño del sistema DAA permite una función CA automática, la RPA puede ejecutar la maniobra CA a pesar de la pérdida del enlace C2. Por el contrario, si la capacidad DAA no permite maniobras CA automáticas durante situaciones de pérdida de enlace C2, el piloto a distancia es responsable de seguir los procedimientos de contingencia establecidos.

## 10.5 DETECCIÓN DE PELIGROS POR LA RPA

10.5.1 La RPA puede detectar peligros, incluyendo el tránsito en conflicto, utilizando tecnologías ópticas y no ópticas. La detección puede apoyarse con el uso de una base de datos (p. ej., terreno y obstáculos).

10.5.2 *Técnicas ópticas.* Las técnicas ópticas se basan en la radiación PM visible y casi visible (ultravioleta e infrarrojo). Ejemplo de estas técnicas son las de vídeo, foto detección y telemetría (LIDAR) e imágenes térmicas. Las técnicas ópticas son por lo general ineficaces en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos (IMC).

10.5.3 *Técnicas no ópticas.* Las técnicas no ópticas se basan principalmente en la radiación electromagnética de radiofrecuencia (incluyendo microondas). Entre los ejemplos están el radar primario, el SSR, la ADS-B y la multilateración. Las técnicas no ópticas en general no dependen de las condiciones meteorológicas.



**Figura 10-1. Capas de protección**  
**Primera capa: Gestión estratégica de conflictos**

## 10.6 CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA OPERACIONES DE RPAS A MUY BAJA ALTURA (VLL)

Se requiere prestar especial consideración a las operaciones VLL dado que las RPA en este entorno vuelan normalmente por debajo de los 500 ft sobre el nivel del terreno (AGL). En el programa de trabajo de la OACI no figuran disposiciones para facilitar las operaciones VLL.

## 10.7 CONCIENCIA DE LA SITUACIÓN

10.7.1 La conciencia de la situación involucra que el piloto a distancia esté consciente de lo que sucede en las cercanías de la RPA, para comprender la forma en que la información, los sucesos y las propias acciones del piloto a distancia impactarán en las metas y objetivos, tanto en lo inmediato como en el futuro cercano.

10.7.2 Ya sea en operaciones IFR o VFR, la conciencia de la situación del piloto a distancia depende de una combinación de apoyo de la capacidad DAA del RPAS, instrumentos de vuelo o contribuciones externas (instrucciones ATC, preparación del vuelo).

10.7.3 La conciencia de la situación es el fundamento crítico para una toma de decisiones satisfactoria a través de una amplia gama de sistemas complejos y dinámicos. La capacidad DAA no proporcionará al piloto a distancia una conciencia de la situación como tal; en vez de ello proporciona información esencial para crear en el piloto a distancia la conciencia de la situación del entorno operacional.

10.7.4 La conciencia de la situación del piloto a distancia sobre lo que está sucediendo en las cercanías de la RPA le ayuda a comprender las consecuencias que otros tipos de información, sucesos y sus propias acciones tendrán para el objetivo de evitar cada peligro. La conciencia del piloto a distancia puede desarrollarse a través de las tres fases del enfoque de gestión de conflictos:

- a) durante la fase de gestión estratégica de conflictos, los elementos siguientes contribuyen a crear conciencia:
  - 1) planificación de vuelo;
  - 2) NOTAM;
  - 3) información meteorológica;
  - 4) entorno operacional;
  - 5) otra información pertinente;
- b) durante la fase de suministro de separación o de RWC, los elementos siguientes contribuyen a mantener la conciencia:
  - 1) equipo de a bordo [información de vigilancia, información DAA RWC, sistema anticolidión de a bordo (ACAS), sistema de advertencia y alarma de impacto (TAWS), etc.];
  - 2) ATC;
  - 3) información meteorológica;
  - 4) condiciones generales de vuelo; y

- c) durante la fase CA la conciencia de la situación del piloto puede verse afectada por alertas de un sistema DAA o del ATC.

## 10.8 EQUIPO DAA PARA RPAS

10.8.1 No se prevé contar con un único sistema DAA que se adapte a los cinco tipos de peligro identificado anteriormente. La escalabilidad de la función permitirá la rápida integración de los RPAS.

10.8.2 Algunas especificaciones de certificación exigen que el equipo instalado sea de “tipo y diseño apropiados a su función prevista”. En su debido momento se elaborarán requisitos de actuación para el equipo DAA instalado. Los requisitos correspondientes a cualquier equipo específico que se utilice para enfrentar peligros particulares en un entorno determinado son de la órbita de la autoridad estatal competente.

10.8.3 Un sistema DAA puede tener componentes distribuidos (p. ej., en tierra, en el aire, en la RPA, en la RPS, en satélites, o cualquier otra ubicación adecuada para su función prevista).

### Equipo DAA

10.8.4 La capacidad DAA para RPAS puede tener una de las siguientes clases de equipo:

- a) *detectar y evitar*. Capacidad DAA para proporcionar maniobras de resolución específicas para evitar un peligro con ejecución manual o automática. Por ejemplo, en las aeronaves tripuladas, el sistema ACAS integrado en el sistema de vuelo automático;
- b) *detectar y avisar*. Capacidad DAA de proponer una gama de posibles maniobras de resolución para evitar un peligro con ejecución manual. Por ejemplo, el sistema ACAS tradicional en las aeronaves tripuladas; o
- c) *detectar e informar*. Capacidad DAA para proporcionar información esencial sobre el peligro, que el piloto a distancia puede utilizar junto con otra información para desarrollar y ejecutar una maniobra para evitarlo. Por ejemplo, el radar meteorológico y presentación correspondiente en las aeronaves tripuladas.

## 10.9 SUPERVISIÓN DE LA INTEGRIDAD

La capacidad DAA puede ser proporcionada por un sistema de sistemas que permita al piloto a distancia garantizar un vuelo seguro mediante la gestión de uno o más de los cinco tipos de peligros descritos anteriormente. Para asegurar que el sistema funciona correctamente, puede necesitarse un sistema de vigilancia de la integridad. La función de supervisión de la integridad proporciona al piloto a distancia información sobre la salud y el modo vigente del sistema DAA.

## 10.10 CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL EN EL SISTEMA DE AVIACIÓN TOTAL

10.10.1 Debería demostrarse que la capacidad DAA en operaciones IFR o VFR satisface los requisitos de seguridad operacional, performance e interfuncionamiento de dicha función con la aviación tripulada como requisito previo a su integración en el espacio aéreo no segregado.

10.10.2 Esto exige la cuantificación de varios aspectos de “ver y evitar” que normalmente el piloto determina en forma subjetiva.

10.10.3 Un ejemplo es la cuantificación de la expresión “alejado”, que puede tener que establecerse, desde el punto de vista del diseño del sistema, en una distancia o tiempo definidos para que el sistema funcione eficazmente.

10.10.4 Los participantes y los sistemas técnicos tienen una relación interdependiente en el sistema de aviación total. Para reducir a un nivel aceptable (es decir el objetivo de seguridad operacional), el riesgo de los peligros que enfrenta la capacidad DAA, debería tenerse en cuenta dicha capacidad y todos los participantes contribuyentes, incluyendo el ATC y otras aeronaves.

10.10.5 El principio de considerar a todos los participantes en el sistema de aviación total ha sido documentado en el *Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación* (Doc 9689), donde se reconoce que la influencia de la intervención del ATC puede considerarse en relación con el riesgo de infringir la separación lateral. Este enfoque se aplicó a la implantación de la separación vertical mínima reducida (RVSM) donde se convino que limitar riesgo de colisión debido a la pérdida de la separación vertical prevista como consecuencia de sucesos operacionales debería recibir una atención por lo menos igual a la dedicada a limitar los efectos de los errores técnicos (es decir errores de los sistemas de mantenimiento de altitud en la aeronave).

## 10.11 INTERFUNCIONAMIENTO DE DAA PARA EL TRÁNSITO EN CONFLICTO

10.11.1 El enfoque genérico de la DAA como se describió anteriormente debería ser coherente con las maniobras CA vigentes empleados en la aviación tripulada. Esto reducirá los casos de respuestas contradictorias cuando se encuentran otras aeronaves, estén equipadas con ACAS o no. Durante un encuentro entre una aeronave equipada con ACAS y una RPA con capacidad DAA para tránsito en conflicto, ambas aeronaves deben coordinar implícita o explícitamente avisos de resolución que no sean contradictorios. Durante un encuentro entre una aeronave sin ACAS y una RPA, el sistema DAA de la RPA debería proponer un aviso de resolución que sea coherente con las reglas del aire. En caso de que la RPA no esté equipada con un sistema DAA, el piloto actuará con arreglo a las reglas del aire.

10.11.2 Las falsas alarmas (p. ej., alarmas activadas debido a errores de vigilancia o técnicos de otro tipo) y las alarmas accidentales o molestas (p. ej., el equipo funcionó bien, pero el personal operacional consideró que la situación no merecía una alarma) deberían reducirse al mínimo posible para no desviar la atención respecto de alarmas válidas que requieren medidas de piloto a distancia.

## 10.12 DAA PARA TRÁNSITO EN CONFLICTO — HIPÓTESIS Y POLÍTICAS OPERACIONALES

### Hipótesis de funcionamiento generales

10.12.1 Para todas las clases de espacio aéreo se aplican las siguientes hipótesis/principios a las operaciones IFR/VFR BVLOS:

- a) el RPAS debe satisfacer los requisitos de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) para el espacio aéreo. Los Estados o ANSP pueden exigir que las RPA tengan transpondedores en Modo S con señales espontáneas ampliadas en 1 090 en algunas áreas o para algunos tipos de operación;
- b) la RPA debe ser perceptible para las aeronaves tripuladas cuando vuele en VMC, mediante uso de iluminación (p. ej., luces estroboscópicas), diagrama de pintura u otros medios para compensar su pequeña sección transversal visual, si corresponde;

- c) los pilotos de distancia serán capaces de responder en forma oportuna a las instrucciones del ATC, igual que los pilotos en aeronaves tripuladas;
- d) la RPA está certificada con arreglo a las especificaciones de certificación correspondientes (véase el Capítulo 4);
- e) el RPAS solo empleará sistemas DAA aprobados por el Estado de matrícula;
- f) un sistema DAA con capacidades RWC puede necesitar definiciones cuantitativas de los valores mínimos para mantenerse alejados, tengan en cuenta la aceptación operación así como las derivaciones analíticas; y
- g) la definición cuantitativa de mínimas para mantenerse alejado pueden basarse en los riesgos de colisión teniendo en cuenta el entorno operacional (p. ej., clase de espacio aéreo y normas de separación ATC conexas), la performance de la aeronave y el interfuncionamiento con el ACAS.

### Políticas operacionales

10.12.2 La función DAA para tránsito en conflicto, así como para todos los peligros DAA, debe aplicarse en el marco del Reglamento del aire de la OACI y documentos pertinentes como el Anexo 2, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (Doc 8168), Volúmenes I y II; *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo* (PANS-ATM, Doc 4444); y el *Manual de gestión de la seguridad operacional (SMM)* (Doc 9859).

### DAA para el tránsito en conflicto — RWC

10.12.3 La función RWC es la capacidad de detectar, analizar y maniobrar a efectos de evitar un posible conflicto mediante la aplicación de ajustes al plan de vuelo vigente a efectos de impedir que el conflicto se transforme en un peligro de colisión. El uso de esta capacidad DAA debe ser compatible con el reglamento del aire y con cualquier servicio de suministro de separación proporcionado por el ATS en una determinada clase de espacio aéreo. El uso del sistema DAA para la función RWC debe ser de un modo aprobado con correspondientes criterios en materia de tiempo o distancia.

10.12.4 Una maniobra RWC puede considerarse similar a una maniobra de ver y evitar ejecutada por un piloto a bordo de una aeronave a efectos de mantener la separación segura. La función RWC vigila posibles peligros (p. ej., tránsito circundante) y, de ser necesario, calcula y proporciona al piloto a distancia un aviso de maniobra (MA) RWC. La función RWC debería poder evaluar continuamente el tránsito circundante en prevención de conflictos y proporcionar MA actualizadas hasta que la RPA está alejada de cada conflicto sucesivo. Se prevé que el piloto a distancia ponga en ejecución la MA aplicando medios de control normales.

### DAA para tránsito en conflicto — función anticolidión (CA)

10.12.5 Con arreglo al Anexo 2, Capítulo 3, “Ninguna aeronave operará tan cerca de otra que pueda ocasionar peligro de colisión” y “Ninguna de estas reglas eximirá al piloto al mando de una aeronave de la responsabilidad de proceder en la forma más eficaz para evitar una colisión, lo que incluye llevar a cabo las maniobras anticolidión necesarias basándose en los avisos de resolución proporcionados por el equipo ACAS”. Además, “Es importante, con objeto de prevenir posibles colisiones, ejercer la vigilancia a bordo de las aeronaves, sea cual fuere el tipo de vuelo o la clase de espacio aéreo en que vuele la aeronave, y mientras circule en el área de movimiento de un aeródromo”.

10.12.6 El RPAS puede estar equipado con un sistema DAA CA que ayudará a prevenir que la RPA penetre en el volumen de espacio aéreo entorno del tránsito en conflicto considerado como cuasicolisión en vuelo (NMAC) (véase la Figura 10-2). Este sistema DAA debería:

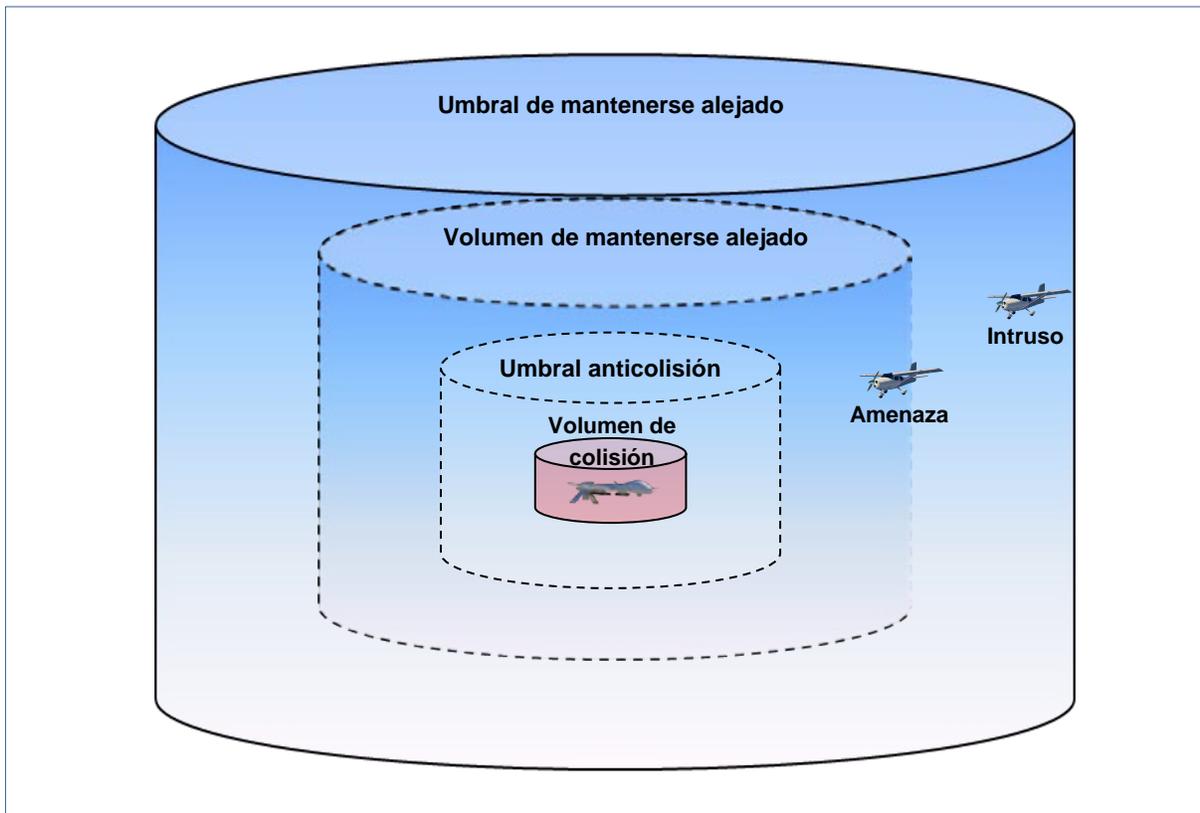
- a) alertar al piloto a distancia siempre que el RPAS (incluyendo el piloto a distancia) identifique que una aeronave amenaza está penetrando el umbral CA. Se prevé iniciar una maniobra CA cuando la aeronave amenaza se acerca al volumen de colisión;
- b) proporcionar su función prevista en aeronaves de cualquier tamaño, peso y configuración, que se prevé estén reglamentadas para volar en todas las clases del espacio aéreo;
- c) ser transparente con respecto a los tipos y emplazamientos de los sensores y sistemas empleados;
- d) ser coherente con los requisitos normativos vigentes sobre equipamiento, en términos de sistemas cooperativos (p. ej., transpondedores en Modo C/S, ADS-B, ACAS);
- e) ser interoperable con el ACAS; y
- f) observar las reglas de derecho de paso a menos que ello vaya en detrimento de la seguridad operacional (es decir resulte en una maniobra más peligrosa que si no se observan las reglas de derecho de paso).

*Nota.— En la Figura 10-2 se muestran las relaciones espaciales de los volúmenes de espacio aéreo relacionados con RWC y CA. Quedan por determinar las formas y dimensiones relativas reales de esos volúmenes.*

10.12.7 Cuando un tránsito en conflicto cruza el umbral RWC de una RPA, el sistema DAA debería alertar al piloto a distancia para que tome medidas a efectos de impedir que este intruso ingrese en el volumen RWC y se transforme en amenaza para la RPA. Análogamente, si una aeronave amenaza cruza el umbral CA de la RPA, el sistema DAA debería alertar al piloto a distancia para que tome medidas a efectos de prevenir que este incluso ingrese en el volumen de colisión y presente riesgo de colisión con RPA (véase la Figura 10-3).

10.12.8 Para tener en cuenta situaciones complejas como el caso de múltiples intrusos en conflicto, la capacidad CA de DAA debería estar en condiciones de considerar simultáneamente y priorizar maniobras CA (p. ej., menos tiempo hasta el punto de proximidad máxima (CPA) y dentro de cierta distancia o maniobras CA combinadas).

10.12.9 Si la función CA se ejecuta en forma manual (ser humano en el bucle) el diseño de sistema RPAS y correspondientes análisis de seguridad operacional deberá mostrar que las maniobras requeridas pueden realizarse en forma oportuna para evitar una colisión.



**Figura 10-2. Geometría del aseguramiento de RWC y función CA**

10.12.10 Si la función CA es automática y se realiza por defecto (debería tener una capacidad para que el piloto a distancia pueda interrumpir o inhibir). La intervención del piloto a distancia para interrumpir o inhibir la maniobra solo sería prevista en el raro caso en que el piloto a distancia tenga suficiente información para llegar a la conclusión de que permitir la maniobra automática sería más peligroso que interrumpirlo.

10.12.11 Puede no resultar seguro o eficiente contar con un requisito universal para CA automática en todas las condiciones de pérdida de enlace C2. Si bien puede ser de interés prohibir el uso de la automatización CA en algunas circunstancias, puede ser de igual interés permitir maniobras automáticas durante un período de tiempo ampliado cuando el piloto a distancia no tiene capacidad de intervención. Se necesita una extensa investigación, combinada con identificación de peligros y gestión de riesgos para apoyar la decisión de emplear un enfoque u otro en qué circunstancias hacerlo.

10.12.12 Si el enlace C2 se pierde durante la maniobra CA, la ejecución de esta maniobra debería realizarse por el sistema automático. Para una pérdida de mayor duración, una vez que el ATC tenga conocimiento de la situación (p. ej., código de transpondedor de enlace C2 perdido si se ha asignado), procedimientos de contingencia pueden mitigar la exposición al tránsito en conflicto en el espacio aéreo controlado. Los procedimientos de contingencia en caso de pérdida de enlace C2 pueden reducir la exposición de la RPA a otras aeronaves y el ATC puede autorizar en la trayectoria de vuelo de una RPA controlada para limitar el riesgo en el raro caso en que el enlace C2 se pierda por un período de tiempo considerable. La suposición de que el ATC siempre preferirá las maniobras automáticas para extensos períodos de tiempo o de que la pérdida del enlace C2 será un simple caso de mal funcionamiento (es decir no relacionado con otros casos de mal funcionamiento de la RPA que también podrían afectar la maniobra CA) está muy apartada de la realidad.

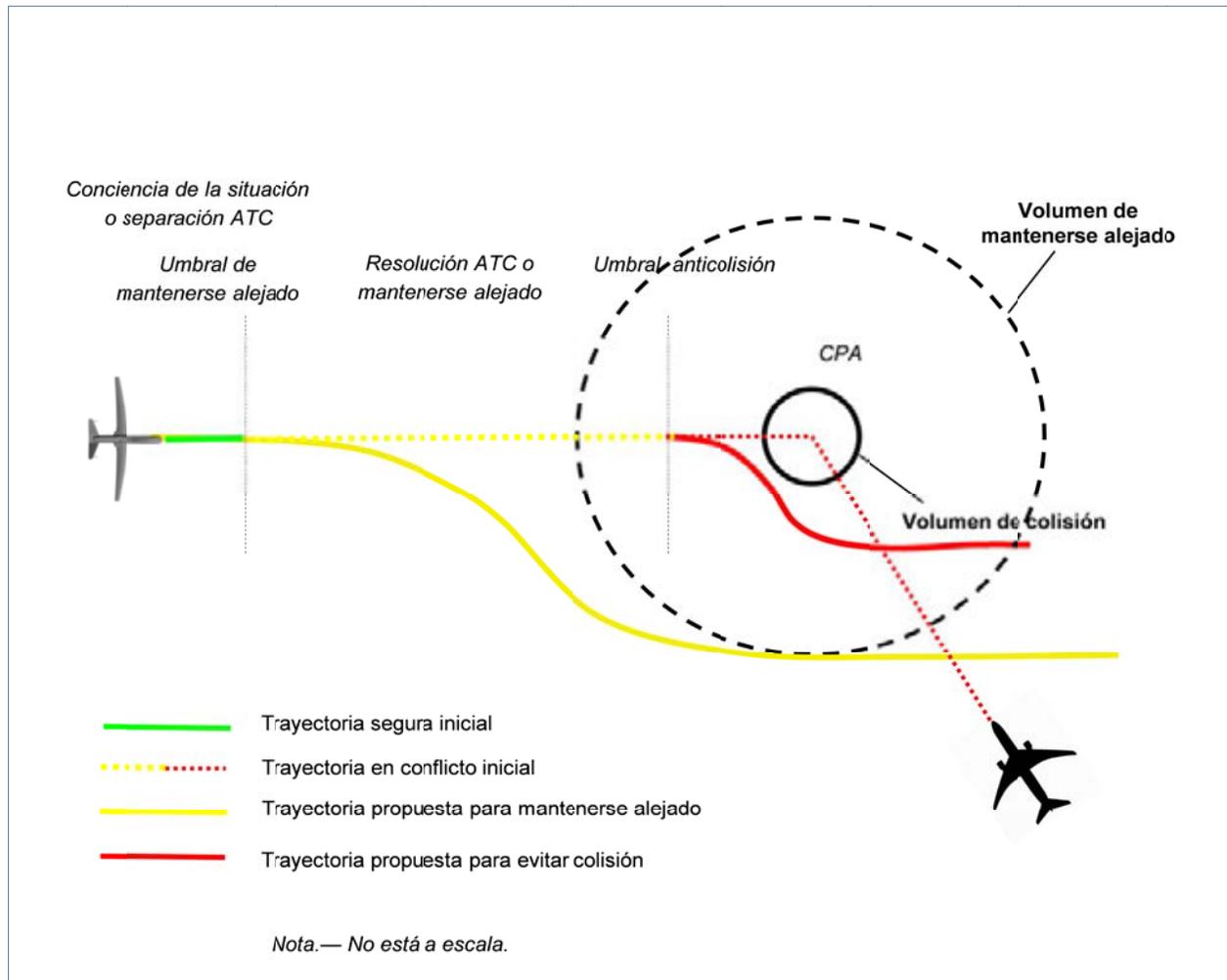


Figura 10-3. Ejemplos de resolución horizontal para RWC y CA

10.12.13 Los Estados, los ANSP y los explotadores de RPAS deberán ponerse de acuerdo en la conveniencia de utilizar maniobras CA automáticas durante situaciones de pérdida de enlace C2 y en qué condiciones hacerlo.

### 10.13 MITIGACIÓN DEL RIESGO DE COLISIÓN CON EL TERRENO Y OBSTÁCULOS

10.13.1 Evitar el terreno y los obstáculos abarca la capacidad de la RPA de evitar un impacto contra el suelo o contra obstáculos durante el vuelo.

10.13.2 El piloto debe poder identificar la proximidad del terreno y los obstáculos en forma oportuna para ejecutar un vuelo seguro. La forma en que un piloto a distancia logra lo anterior puede presentar pocas diferencias con respecto a la aviación tripulada debido a que en ambos casos el piloto puede planear y ejecutar perfiles de vuelo para permanecer horizontal y verticalmente apartado del terreno y los obstáculos. Por ejemplo, si una RPA tiene capacidad de performance de aeronave y navegación para asegurar que puede despegar, ascender, volar en crucero, descender y aterrizar a altitudes IFR o por encima de ellas a lo largo de rutas trazadas con arreglo a los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves, Volumen I — Procedimientos de vuelo* (Doc 8168)

para operaciones IFR, entonces el margen de franqueamiento de obstáculos y con respecto al terreno puede asegurarse sin contar con un sistema DAA.

10.13.3 Los sistemas DAA diseñados para enfrentar terreno y obstáculos pueden ser similares a los sistemas de advertencia de la proximidad del terreno (GPWS), TAWS y sistemas de advertencia de altitud mínima (MAWS) en las aeronaves tripuladas.

#### **Consideraciones especiales para vuelos a baja altitud**

10.13.4 Muchas RPA se utilizarán en operaciones a baja altitud, que significan que las aeronaves están muy cerca del terreno y obstáculos. Se necesitará capacidad DAA para tener en cuenta este tipo de operación.

10.13.5 Deberá demostrarse a la autoridad estatal competente que, sobre la base de la capacidad DAA, las operaciones a baja altitud propuestas pueden realizarse en condiciones de seguridad.

10.13.6 Si la función de evitar terreno y obstáculos es automática, la maniobra anticolidión se ejecuta por efecto (ser humano en el bucle). No obstante, el piloto a distancia debería contar con capacidad de interrumpir o inhibir. La intervención del piloto a distancia para interrumpir o inhibir la maniobra solo sería prevista en el raro caso de que el piloto a distancia cuente con suficiente información para llegar a la conclusión de que permitir la ejecución de la maniobra automática sería más peligroso que interrumpirla.

#### **Consideraciones sobre bases de datos**

10.13.7 Se prevé que la base de datos vigente relacionada con el terreno y obstáculos para la aviación tripulada no tengan el correcto nivel de detalle requeridos por las operaciones a baja altitud.

10.13.8 Si se requieren datos sobre terreno y obstáculos para apoyar operaciones de vuelo de RPA por debajo de las altitudes IFR, puede ser necesario introducir cambios o adiciones en las bases de datos existentes sobre el terreno y obstáculos. Cualquier cambio de ese tipo en la base de datos debería diseñarse con arreglo a normas públicas como RTCA DO-200A — *Standards for Processing Aeronautical Data* and EUROCAE ED-76 — *Standards for Processing Aeronautical Data*.

### **10.14 MITIGACIÓN DEL RIESGO DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS PELIGROSAS**

10.14.1 Todas las aeronaves se ven afectadas por las condiciones meteorológicas. En la aviación tripulada, puede vigilar los cambios de dichas condiciones, en forma visual y mediante el uso de sensores y presentación de su información. Los pilotos a distancia que realizan operaciones BVLOS deben confiar en mucho mayor medida en sensores y en la presentación de la información de éstos.

#### **Consideraciones sobre capacidad DAA para condiciones meteorológicas peligrosas**

10.14.2 Los pilotos a distancia pueden ser capaces de combinar la información DAA de detección de condiciones meteorológicas peligrosas con información procedente de otro sistema (p. ej., temperatura del aire ambiente y vientos de los sistemas de navegación, pronósticos) para tomar medidas a efectos de evitar peligros meteorológicos como el englamamiento, la cizalladura del viento o la turbulencia.

10.14.3 Los pilotos a distancia deberían considerar las consecuencias de las condiciones meteorológicas a lo largo de la trayectoria de vuelo, a efectos de evitar o tener conciencia de posible interferencia con el enlace C2.

10.14.4 La capacidad DAA debe relacionarse con la envolvente de vuelo operacional de la RPA y con cualesquier limitaciones meteorológicas peligrosas relacionadas con la aeronave, especialmente con respecto al engelamiento y la turbulencia. Si la RPA no es capaz de volar en condiciones de engelamiento, por ejemplo, entonces la capacidad de detección debe ser adecuadamente sensible para alertar al piloto a distancia sobre cualquier indicación de posibles condiciones de engelamiento con un grado de urgencia apropiado.

10.14.5 Puede no ser necesario contar con un sistema DAA para condiciones meteorológicas peligrosas si la aeronave vuela rutas IFR y altitudes basándose en condiciones pronosticadas y notificadas donde la probabilidad de encontrar condiciones meteorológicas peligrosas sea inferior a un nivel aceptable. Por ejemplo, si una RPA vuela durante un período de tiempo relativamente breve en una zona donde no se ha pronosticado ni notificado turbulencia, engelamiento o tormentas, entonces puede no ser necesario contar con un sistema DAA en funcionamiento.

### **10.15 MITIGACIÓN DEL RIESGO DE COLISIÓN DURANTE OPERACIONES EN TIERRA**

10.15.1 Las operaciones en tierra involucran todos los aspectos de los servicios a las aeronaves en la superficie del aeropuerto así como el movimiento de aeronaves en el aeródromo, incluyendo las pistas activas.

10.15.2 El piloto a distancia debe ser capaz de ver y evitar posibles peligros en la superficie, identificar señales de aeródromo aplicables (p. ej., líneas de espera en la pista) y poder seguir las instrucciones del ATC a efectos de mitigar el riesgo de colisión con otras aeronaves, vehículos terrestres u obstáculos.

10.15.3 Quizás no se necesiten sistemas DAA en las RPA para ayudar al piloto a evitar colisiones en tierra si se emplean procedimientos especiales de servicios de escala, como el remolque de la RPA hasta el extremo de la pista o punto de lanzamiento o de control del rodaje de la aeronave hasta el mismo punto desde una posición muy cercana a la RPA.

10.15.4 Puede ser necesario contar con observadores de RPA como mitigación para superar cualquier preocupación de seguridad relativa a la operación inicial de los sistemas DAA en tierra.

### **10.16 MITIGACIÓN DEL RIESGO DE OTROS PELIGROS EN VUELO**

10.16.1 Otros peligros que puede encontrar la RPA comprenden la estela turbulenta, la cizalladura del viento, las aves y las cenizas volcánicas, sin limitarse a los mismos.

10.16.2 Los RPAS deben ser capaces de aprovechar las actividades de elaboración de normas para sistemas de aeronaves tripuladas con respecto a aplicaciones en caso de estela turbulenta. La RTCA ha definido un concepto de operaciones para transmitir datos meteorológicos obtenidos en las aeronaves a efectos de permitir su aplicación a la estela turbulenta para apoyar iniciativas del sistema de transporte aéreo de próxima generación (NextGen) y del programa de investigación ATM en el marco del cielo único europeo. La labor de la organización de normas para apoyar aplicaciones específicas de a bordo en caso de estela turbulenta debe tener en cuenta los requisitos de los RPAS además de las otras aeronaves.

10.16.3 En el Anexo 2, 3.2.2.1, se estipula que una aeronave “esté obligada a mantenerse fuera de la trayectoria de otra” según las reglas de derecho de paso y que “evitará pasar por encima, por debajo o por delante de ella, a menos que lo haga a suficiente distancia y que tenga en cuenta el efecto de la estela turbulenta”. La función DAA para tránsito en conflicto deberá considerar la estela turbulenta de las aeronaves al realizar maniobras de suficiente distancia con respecto a las reglas de derecho de paso que también tiene en cuenta la estela turbulenta.

10.16.4 Los RPAS diseñados para permitir que las RPA realicen aproximaciones en forma similar a las actuales aproximaciones visuales pueden tener que incluir DAA a efectos de enfrentar la estela turbulenta. La seguridad y eficiencia de las operaciones de aproximación visual se basan en la capacidad del PIC de aceptar “la responsabilidad de asegurarse de que es aceptable la separación de una aeronave precedente que sea de una categoría más pesada de turbulencia de estela”, con arreglo al Doc 4444, 5.8.1.2. El PIC de una RPA puede necesitar DAA para estela turbulenta a efectos de integrar en forma eficiente las llegadas de la RPA con otras aeronaves cuando se realizan operaciones de aproximación visual.

10.16.5 La RPA puede necesitar un sistema DAA para detectar otros peligros en vuelo como la cizalladura del viento, las aves o las cenizas volcánicas si la exposición a éstos pone en peligro la segura continuación del vuelo. Quizás no se necesite DAA para exposición a cenizas volcánicas si el vuelo de la RPA se limita a permanecer fuera de las áreas de cenizas pronosticadas o notificadas. Análogamente, pueden no necesitarse un sistema DAA para cizalladura del viento o aves si el vuelo de la RPA se planifica y ejecuta para permanecer alejado de estos peligros o si el control de vuelo y la performance de la aeronave permite la recuperación de la continuación segura del vuelo o su terminación después de la exposición a estos peligros.

---

# Capítulo 11

## ENLACE DE MANDO Y CONTROL (C2)

### 11.1 GENERALIDADES

11.1.1 En el presente capítulo se abarca el enlace C2, o sea los flujos de información y requisitos de performance, incluyendo calidad del servicio, relacionados con la transferencia de datos e información entre la RPS y la RPA.

11.1.2 Normalmente, el enlace C2 apoya las siguientes tareas de comunicación:

- a) control del enlace ascendente a la RPA: datos para modificar el comportamiento y estado de la RPA;
- b) control de enlace descendente desde la RPA: datos para indicar la posición y la condición de la RPA;
- c) enlace ascendente DAA: selección/control de sensores y, si corresponde, selección de estado de respuesta automático (encendido/apagado) y anulación (opción de piloto a distancia de cancelar las maniobras);
- d) enlace descendente de DAA: datos de sensor e información de sensor procesada (relativa al tránsito, condiciones meteorológicas, terreno, datos visuales de aeropuerto, etc.), alerta de conflicto y alerta de terreno para obstáculos así como avisos de maniobra (MA) y, si corresponde, respuesta automática de DAA (iniciación y descripción), etc.;
- e) datos para apoyar la transferencia de RPS, enlace ascendente y enlace descendente (véase el Capítulo 13); y
- f) datos para apoyar los requisitos de registro de datos de vuelo, enlace ascendente y enlace descendente (véase el Capítulo 9).

11.1.3 Además, el enlace C2 debería apoyar una gama de funciones de vigilancia del estado de salud del enlace de datos, incluyendo el pulso, o acuses de recibo positivos y negativos de los mensajes intercambiados en cualquier sentido. Estas podrían utilizarse para proporcionar información sobre la condición del enlace de datos al piloto a distancia.

11.1.4 La solución técnica del enlace C2 ofrecida por un fabricante o por un explotador de RPAS debería ajustarse a los requisitos de disponibilidad y podría implantarse mediante un único enlace de datos o múltiples enlaces de datos redundantes. Se prevé que normalmente cualquier requisito de enlace de datos de carga de pago deba proporcionarse por un enlace de datos independiente que no utilice el espectro aeronáutico protegido.

11.1.5 Además, las tareas de comunicaciones ATC de voz y datos puedan retransmitirse entre la RPA y la RPS por el mismo enlace C2. En el Capítulo 12 se tratan los requisitos específicos para las comunicaciones ATC.

- a) retransmisión de comunicaciones orales ATC (ATC a piloto a distancia por la RPA);
- b) retransmisión de comunicaciones orales ATC (piloto a distancia a ATC por la RPA);
- c) retransmisión por enlace de datos ATC (ATC a piloto a distancia por la RPA); y
- d) retransmisión por enlace de datos ATC (piloto a distancia a ATC por la RPA).

## 11.2 ÁMBITO DE LOS SARPS PREVISTOS PARA EL ENLACE C2

11.2.1 El enlace C2 proporciona la conexión entre el piloto a distancia y los mandos de la RPA y puede considerarse que funciona en forma equivalente a, por ejemplo, los cables de los mandos o el bus de datos entre el puesto de pilotaje y las superficies de mando posiblemente a través de la FCC. Por consiguiente, la RPA debería utilizar enlace de datos de los que pueda asegurarse que satisfacen el tiempo de transacción de comunicaciones, la continuidad, disponibilidad y niveles de integridad apropiados para el espacio aéreo y la operación. Se necesitarán SARPS relativos a estos parámetros.

11.2.2 Habrán múltiples tipos de RPA y RPS en el mercado. Algunos tipos de operación pueden, de tiempo en tiempo, llegar a que una RPA de un fabricante sea controlada por una RPS suministrada por otros fabricantes. La certificación de tipo debe verificar que todas las combinaciones de RPA y RPS que formarán parte de esas operaciones pueden coexistir, interactuar, es decir intercambiar sintaxis de protocolo C2 e interfuncionar, es decir actuar correctamente respecto de la semántica de protocolo C2, (véase el Capítulo 4).

## 11.3 ARQUITECTURA Y REQUISITOS DEL ENLACE C2

### Introducción

11.3.1 Las arquitecturas del enlace C2 para apoyar operaciones de RPAS se clasifican normalmente en RLOS o BRLOS, que reflejan el tipo de arquitectura y el marco temporal dentro del cual se realizan las transmisiones.

11.3.2 *RLOS*. RLOS se refiere a la situación en que los transmisores y receptores se encuentran dentro de la cobertura mutua de radio enlace y por consiguiente son capaces de comunicarse directamente o a través de una red terrestre siempre que el transmisor a distancia tenga RLOS directa a la RPA, y las transmisiones se realicen en un marco temporal comparable (véase la Figura 11-1). Actualmente no está definido el marco temporal dentro del cual deben completarse las transmisiones.

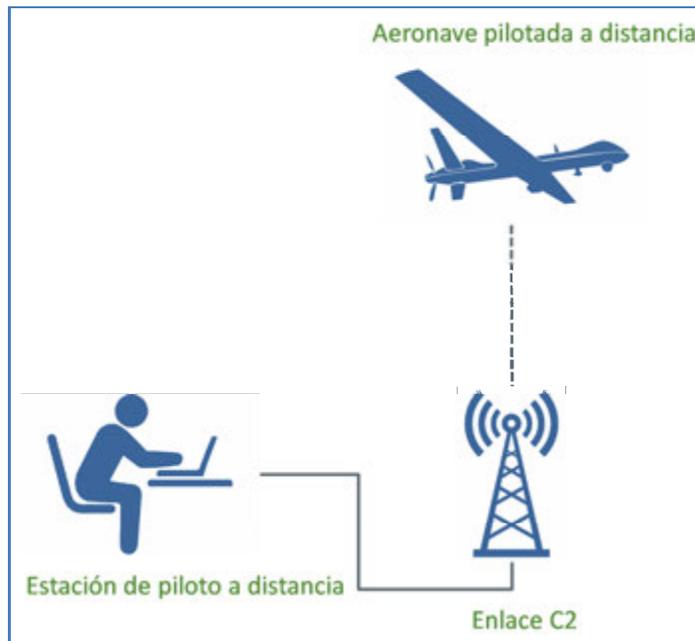


Figura 11-1. RLOS — Acceso directo RPS y RPA

11.3.3 **BRLOS.** BRLOS se refiere a toda configuración en la cual los transmisores y receptores no están en RLOS. Por consiguiente, BRLOS comprende todos los sistemas de satélites y posiblemente cualquier sistema en el que una RPS se comunica con una o más estaciones terrestres a través de una red terrestre que no puede completar transmisiones en un marco temporal comparable al de un sistema RLOS (véase la Figura 11-2).

11.3.4 Todo sistema, RLOS o BRLOS, debe satisfacer parámetros de performance de comunicaciones requerida en cuanto a latencia y disponibilidad establecidas para el espacio aéreo o la operación.

11.3.5 La etiqueta de BRLOS no proporciona información sobre la red entre la RPS y el satélite como se indica en la Figura 11-2. En el caso nominal, hay un solo relé de satélite. Por el contrario, puede necesitarse un doble salto de satélite si se requiere atravesar una pasarela central y si no hay enlace terrestre entre la RPS y esta pasarela central. Si bien el retardo de propagación del enlace de satélite puede predecirse plenamente, el retardo total del enlace a extremo a extremo dependerá también de otros factores, como enlaces tierra-tierra en la trayectoria entre la RPA y la RPS.

11.3.6 Los retos principales del BRLOS, como un mayor retardo de señal y la participación de un proveedor de servicios de comunicaciones externos, también pueden estar presentes en algunas redes terrestres, ubicándolas por ello en la categoría de BRLOS.

11.3.7 Cabe señalar que no hay un término convenido para situaciones en que se utilice un enlace de satélite como parte de la “red terrestre” (descrita en RLOS) si el enlace final con la RPA parte de una estación terrestre de retransmisión emplazada a una considerable distancia con respecto a la RPS.

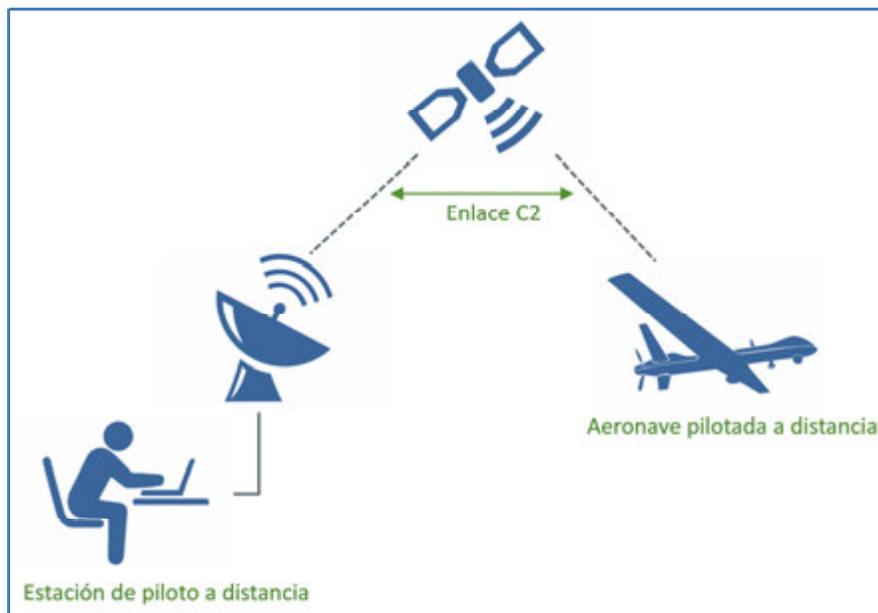


Figura 11-2. Ejemplo de BRLOS — Acceso a RPS y RPA por satélite

### Arquitecturas del enlace C2

#### 11.3.8 Enlace C2 RLOS.

- a) RPS y transceptor en emplazamiento común;
- b) único transceptor a distancia:
  - 1) enlazado con la RPS a través de una red privada (controlada por el explotador de RPAS); y
  - 2) enlazada con la RPS por una red de proveedor de servicios C2;
- c) múltiples transceptores a distancia:
  - 1) enlazados con la RPS por una red privada (controlada por el explotador RPAS); y
  - 2) enlazados con la RPS por una red de proveedor de servicios C2.

#### 11.3.9 Enlace C2 BRLOS. Retransmisión por satélite o sistema de a bordo:

- a) RPS y transceptor de retransmisión por satélite o sistema de a bordo emplazados en común:
  - 1) red de satélites privada (controlada por el explotador de RPAS):
    - i) retransmisión por único satélite o sistema de a bordo;
    - ii) retransmisión por múltiples satélites o sistemas de a bordo;
  - 2) red de satélites del proveedor de servicios C2:
    - i) retransmisión por único satélite o sistema de a bordo;
    - ii) retransmisión por múltiples satélites o sistemas de a bordo;
- b) transceptor de retransmisión por satélite o sistema de a bordo a distancia:
  - 1) red de retransmisión por satélite o sistema de a bordo privada (controlada por el explotador de RPAS):
    - i) retransmisión por único satélite o sistema de a bordo;
    - ii) retransmisión por múltiples satélites o sistemas de a bordo;
  - 2) red de retransmisión por satélite o sistemas de a bordo del proveedor de servicios C2:
    - i) retransmisión por único satélite del sistema de a bordo: y
    - ii) retransmisión por múltiples satélites o sistemas de a bordo.

Puede proporcionarse capacidad adicional utilizando:

- a) una arquitectura de enlace que emplee dos enlaces simultáneos no correlacionados (p. ej., utilizando RLOS y BRLOS o con RLOS doble o BRLOS doble con diferentes frecuencias para aumentar la disponibilidad/calidad de servicio del enlace); o

- b) una arquitectura de enlace que emplea dos enlaces activos o de reserva redundantes y no correlacionados (que emplea RLOS y BRLOS o dos RLOS o dos BRLOS con diferentes frecuencias para aumentar la disponibilidad o calidad de servicio del enlace).

*Nota.— Si bien en principio podrían utilizarse todas las opciones mencionadas para apoyar las operaciones VLOS es probable que la mayoría de las actividades VLOS empleen una opción RLOS con RPS y antena en emplazamiento común, normalmente en configuración manual.*

### **Espectro del enlace C2**

11.3.10 El enlace C2 entre la RPA y la RPS desempeña una importante función en el mantenimiento de la seguridad y la regularidad de los vuelos de la RPA y en la seguridad y eficiencia de las operaciones de usuario cercanos del espacio aéreo. Por consiguiente, resulta de elevada prioridad la protección del espectro utilizado por este enlace con respecto a la interferencia perjudicial que podría afectar la disponibilidad, continuidad e integridad de la información que se transmite entre el piloto a distancia y la RPA.

11.3.11 El espectro más protegido con respecto de la interferencia perjudicial disponible para este tipo de aplicación es denominado espectro de servicio en ruta (R) por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Esta clase de espectro no se comparte normalmente con otros servicios no relacionados con la seguridad de vida, está sujeto al análisis técnico más riguroso con relación a la interferencia perjudicial antes de introducir nuevos servicios en el espectro o espectro adyacente a estas bandas de servicio (R) y además es protegido por acuerdo internacional de modo que puedan adoptarse medidas efectivas contra cualquier persona que provoque interferencia perjudicial.

11.3.12 En 2007 se inició la labor en la UIT para realizar los necesarios estudios a efectos de identificar espectro para el enlace C2 de RPAS. Estos estudios culminaron en la identificación de bandas que ya eran adecuadas para enlaces C2 RLOS y BRLOS así como modificaciones de reglamentos de radiocomunicaciones de la UIT a efectos de hacer adecuados otros espectros.

11.3.13 Con arreglo al Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, a partir de 2012 las bandas siguientes son posibles candidatos para enlaces C2 de RPAS:

- a) 960–1 164 MHz para RLOS;
- b) 1 545–1 555/1 646,5–1 656,5 MHz y 1 610–1 626,5 MHz para BRLOS; y
- c) 5 030– 5 091 MHz para RLOS y BRLOS.

*Nota.— Otras bandas de frecuencia, con disposiciones técnicas y normativas adecuadas, también serían posibles candidatos para enlaces C2 RPAS.*

11.3.14 El Grupo de expertos sobre espectros de frecuencias de la OACI está emprendiendo la labor de elaborar un plan de bandas para permitir que se comparta la atribución de 5 030–5 091 MHz entre usuarios de RPAS terrestres y por satélite.

11.3.15 Aunque se ha mostrado un considerable interés en el uso de las bandas de 12/14 GHz y 20/30 GHz del servicio fijo por satélite (FSS), la CMR llegó a la conclusión de que era necesario realizar más estudios antes de poder tomar una decisión sobre la pertinencia de las bandas atribuidas al FSS para apoyar los RPAS. En consecuencia, la UIT sigue adelante con sus estudios de estas bandas y, en colaboración con la OACI, preparará un informe final sobre su adecuación para presentar a la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2015.

### Performance de comunicación requerida del enlace C2 (RCP del enlace C2)

11.3.16 El concepto de RCP del enlace C2 surge del *Manual sobre performance de comunicación requerida (RCP)* (Doc 9869) proporcionando confianza en que las comunicaciones operacionales que apoyan las funciones del RPAS que depende del enlace C2 se ejecutarán en forma aceptablemente segura.

11.3.17 Los valores de RCP para el enlace C2 deberán obtenerse del fabricante, específicamente para los requisitos de control y vigilancia del RPAS incluyendo la función DAA.

11.3.18 La capacidad de la RPA, la RPS, sus interfaces de control y todos los sistemas de comunicaciones que las conectan, incluyendo el enlace C2 implantado por un fabricante o explotador, deben cumplir con los parámetros del tipo RCP para el tipo específico de operación y fase de vuelo. Los valores RCP específicos del enlace C2 dependerán de las características de diseño y performance de la RPA y la RPS según las determine el fabricante. Estos parámetros comprenden:

- a) *tiempo de transacción de la comunicación*: máximo tiempo para completar la transacción de comunicación operacional después del cual el iniciador debería aplicar un procedimiento de alternativa;
- b) *continuidad*: la probabilidad de que una transacción de comunicación operacional pueda completarse dentro del tiempo de transacción de comunicación;
- c) *disponibilidad*: la probabilidad de que una transacción de comunicación operacional pueda iniciarse cuando sea necesario; y
- d) *integridad*: la probabilidad de que ocurra uno o más errores no detectados en una transacción de comunicación completada.

*Nota.— En el Doc 9869 figura información adicional sobre RCP.*

11.3.19 Si se transmiten mensajes orales ATC y mensajes C2 por el mismo enlace de datos, entonces la peor combinación de disponibilidad, continuidad y tiempo de transacción no debe reducir la disponibilidad mínima ni hará que la continuidad exceda el tiempo máximo de transacción del tipo de RCP más exigente.

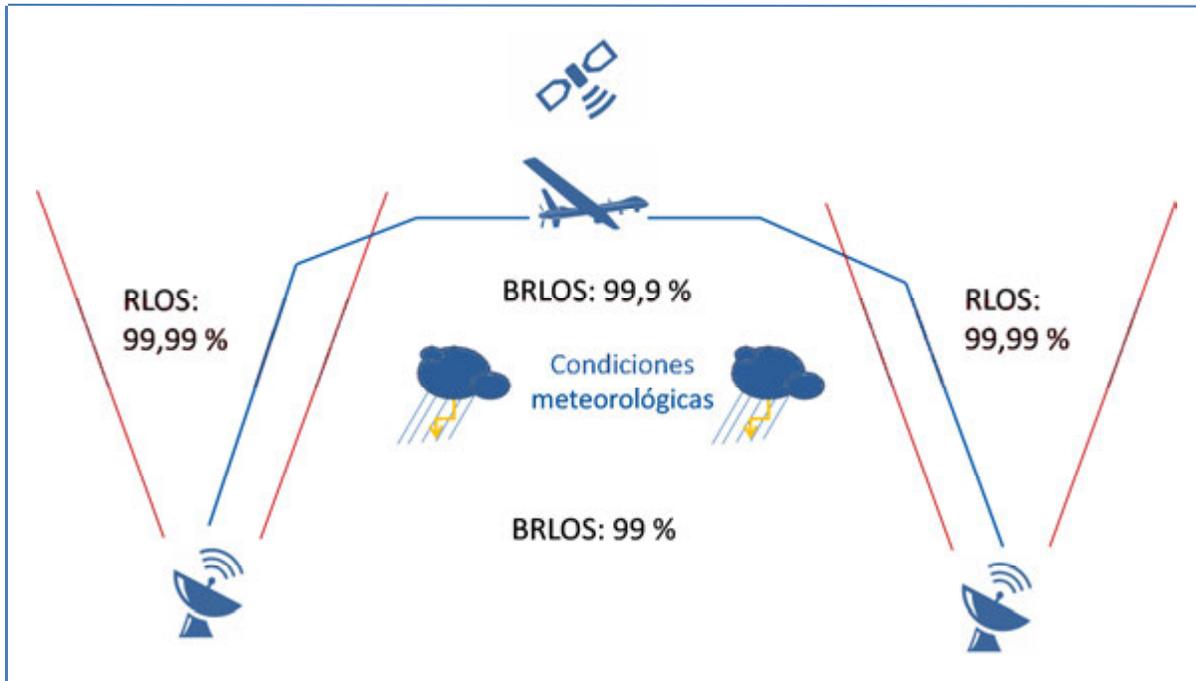
11.3.20 La disponibilidad del enlace C2 se verá afectada por el tipo de arquitectura empleado, las posiciones relativas de los transmisores y receptores y la presencia o no, de lluvia u otras formas de interferencia. En la Figura 11-3 se muestran ejemplos de niveles de disponibilidad que pueden preverse en varios escenarios.

### Repercusiones del valor RCP del enlace C2

11.3.21 Los parámetros de performance requerida del enlace C2 serán definidos por el fabricante o el explotador y convenidos con el reglamentador pertinente. La performance requerida del enlace depende de la capacidad de la RPA y su interfaz de control.

11.3.22 El diseño del sistema RPAS y procedimientos de funcionamiento deberían ser de tal naturaleza que:

- a) la pérdida del enlace C2 no conducirá directamente a lesiones a personas o daños a bienes; o
- b) la probabilidad de pérdida del enlace C2 debido a todas las posibles causas debería ser inferior que la probabilidad permitida de lesiones a personas o daños a bienes.



**Figura 11-3. Ejemplo de disponibilidad del enlace C2**

#### **Certificación y aprobación operacional de los proveedores de componentes y servicios de enlace C2**

11.3.23 La supervisión normativa de la performance del enlace C2 será necesaria para verificar que se mantienen las normas mínimas. No obstante, en el momento actual la historia del servicio operacional y la experiencia de certificación del enlace C2 de RPAS son insuficientes para determinar normas mínimas. Puede preverse una orientación más detallada y SARPS conexos a medida que se obtenga más información sobre la historia del servicio operacional y la experiencia de certificación.

11.3.24 Cuando todos los componentes del enlace están bajo control directo del titular de un TC o del explotador de RPAS, los componentes del sistema de comunicación serán certificados por la administración de aviación civil como parte del sistema. La certificación de tipo puede limitarse a ciertos tipos de operación y combinaciones de RPA, RPS y sistemas de comunicación.

11.3.25 Cuando algunos de los componentes están controlados por un proveedor de servicios C2, éste deberá estar sometido a vigilancia de la seguridad operacional por parte de una administración de aviación civil reconocida, o los aspectos de seguridad operacional en enlace C2 deberá estar abarcados por el SMS del explotador de RPAS que ha contratado el servicio. En ambos casos, el proveedor de servicios C2 debe ser aceptable para el Estado de matrícula. Esto será necesario para asegurar que se logra y se mantiene la performance de extremo a extremo de la aplicación del enlace C2, como lo requiere el tipo de RCP aplicable.

11.3.26 Los servicios de comunicación proporcionados para apoyar el enlace C2 y los servicios de comunicación oral del ATC o piloto a distancia debe satisfacer los criterios RCP. Los requisitos de performance del servicio de comunicaciones adquiridos de un proveedor de servicios C2 se definen con arreglo a especificaciones de nivel de servicio (SLS) en acuerdo con la autoridad estatal competente. Las SLS abarcan los parámetros RCP que son parte de un acuerdo de nivel de servicio (SLA) concertado entre el explotador de RPAS y el proveedor de servicios C2.

## **Flujo de la información por el enlace C2**

11.3.27 Los requisitos de flujo de información por el enlace C2 comprenden el régimen de actualización y el apoyo de tipos de datos específicos. El apoyo opcional de las transmisiones de voz y datos del ATC se describe en el Capítulo 12.

11.3.28 Los flujos de información y detalles conexos serán específicos de cada RPA/RPS. La lista exacta de parámetros y su formato debería ser definida por el fabricante o el explotador y convenida por la autoridad competente. En el Apéndice B se muestran ejemplos de flujos de información típicos del enlace C2.

## **11.4 PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN DEL ENLACE C2**

### **Frecuencia/anchura de banda**

11.4.1 Será necesario asignar con carácter dinámico frecuencias específicas según se requiera con carácter diario u horario. La asignación de frecuencias para el enlace C2 deberá hacer lugar a los requisitos de cada área específica y las necesidades de los vuelos que transitan de un área a otra. Esto puede resultar un reto particular en áreas en que tienen lugar grandes cantidades de operaciones RPAS. Si no se cuenta con alguna forma de asignación regional existe el riesgo de que ocurra interferencia perjudicial.

### **Discriminación del enlace**

11.4.2 El uso de una red centralizada para el suministro de comunicaciones por enlace C2 puede ser una solución a largo plazo al desafío planteado por la asignación dinámica de frecuencias o canales. En última instancia esto necesitará armonización internacional.

11.4.3 Para proporcionar una discriminación de enlaces específica, debe proporcionarse un medio para asegurar que los datos transmitidos por el enlace C2 están "codificados" en una forma específica (p. ej., la dirección de 24 bits de la OACI) a efectos de asegurar que la RPA se comunica solamente con la RPS apropiada. (En 4.5 figura información adicional sobre enlaces C2 con respecto a la aeronavegabilidad).

### **Requisitos de performance del enlace y sistema de aviónica**

11.4.4 El enlace C2 del RPAS permite que el piloto a distancia dirija el vuelo. La performance requerida del enlace C2 depende del nivel de automatización proporcionado por la FCC o el FMS. En el Capítulo 13 se describen categorías de control basadas en el nivel de automatización.

11.4.5 La performance requerida del enlace C2 también depende de la capacidad de los sistemas de a bordo. Por ejemplo, si los sistemas son capaces de garantizar el vuelo seguro de la RPA en caso de una pérdida de corta duración del enlace C2, la performance requerida puede ser inferior.

11.4.6 Estas consideraciones determinarán los requisitos de performance del enlace C2 y, a su vez, la necesidad de redundancia del enlace.

### Consideraciones para el enlace C2 redundante

11.4.7 Las opciones de configuración comprenden “reserva fría”, “reserva caliente” y “operación doble”.

- a) *reserva fría*: mientras un enlace está funcionando y transportando todo el tráfico de mensajes, el otro enlace está desconectado. En el caso de que el primer enlace se pierda, antes de poder utilizar el enlace de reserva, éste debe conectarse e iniciar el procedimiento de inicio de sesión o acceso al enlace para establecer una conexión con el otro extremo de éste (p. ej. en la RPS o RPA). Esto puede involucrar un protocolo de acceso con cualquier proveedor de red externo. El retardo de tiempo relacionado con este procedimiento debería ser lo suficientemente breve como para evitar la necesidad de activar el procedimiento de enlace C2 perdido;
- b) *reserva caliente*: ambos enlaces están alimentados y conectados e inmediatamente disponibles, aunque solo uno se está utilizando para transferir por enlace C2 en un momento dado. (La reserva puede estar transfiriendo datos a bajo régimen para mantener al enlace en disposición inmediata de hacerse cargo); y
- c) *operación doble*: todos los mensajes de datos por enlace C2 se envían en ambos enlaces simultáneamente y la computadora de vuelo escoge el mensaje del enlace con mejor integridad. Este modo de operación minimiza la probabilidad de que haya una interrupción en el flujo de datos del enlace C2 en caso de una única interrupción o falla de éste.

11.4.8 Se recomienda que ambos enlaces empleen diferentes frecuencias o tecnologías (p. ej., visibilidad directa de radio terrestre y BRLOS por satélite) dado que esto proporciona una protección considerablemente mayor frente a la posible pérdida del enlace C2.

11.4.9 El piloto a distancia debería contar con una indicación continua de la situación operacional de todos los enlaces C2.

*Nota.— Si es necesario para lograr el nivel de seguridad requerido, puede justificarse el uso de más de dos enlaces.*

## 11.5 REQUISITOS DE PROTECCIÓN DEL ENLACE C2

*Nota.— En 4.5 figura información adicional sobre los enlaces C2 con respecto a la aeronavegabilidad.*

### Interferencia no maliciosa o no intencional

11.5.1 Los enlaces de datos deberían ser lo suficientemente robustos como para sobrevivir los modestos niveles de interferencia que se presentarán de tiempo en tiempo.

11.5.2 Debido al riesgo de interferencia del enlace C2, se recomienda que haya un medio para ensayar o confirmar que ninguna interferencia RF perjudicial está presente antes y durante el vuelo; este requisito también se aplica a las operaciones VLOS.

### Amenazas a la seguridad de la aviación o interferencia maliciosa

11.5.3 Los requisitos para la protección contra interferencia maliciosa en el enlace de datos deben armonizarse sobre la base de una evaluación realizada por la autoridad competente.

11.5.4 La protección del enlace C2 mediante cifrado o codificación empleando claves de seguridad provoca una carga logística que debe gestionarse cuidadosamente.

## 11.6 CARACTERÍSTICAS DE LA PÉRDIDA DEL ENLACE C2 Y PROCEDIMIENTOS CONEXOS

### Antecedentes

11.6.1 Como se describió en 11.2, el enlace C2 proporciona la conexión entre el piloto a distancia y los mandos de la RPA y puede considerarse equivalente en cuanto a sus funciones a, por ejemplo, los cables de los mandos y el bus de datos entre el puesto de pilotaje y las superficies de mando posiblemente a través de la FCC. No obstante, para la RPA esta información de mandos se encamina por uno o más radioenlaces, posiblemente a través de extensas redes de comunicaciones, que pueden involucrar satélites. Se prevé que, debido al carácter de las ondas de radio y al entorno EM, al menos por el futuro previsible, puede ocurrir un deterioro ocasional o incluso la pérdida del enlace C2. Esto es probable incluso cuando se proporcionan arquitecturas de enlace de datos redundantes.

11.6.2 En las aeronaves tripuladas, la conexión entre el piloto y las superficies de mando es uno de los sistemas más críticos; una falla de la conexión podría causar la pérdida de la aeronave.

11.6.3 A efectos de permitir que la RPA vuele sin restricciones indebidas, el diseño del sistema total de la RPA debería ser tal que la pérdida del enlace C2, si bien puede restringir la operación de la RPA, no debería provocar un suceso peligroso o catastrófico (p. ej., colisión con otras aeronaves o colisión no controlada con el suelo u obstáculos).

11.6.4 La pérdida del enlace C2 se considera como cualquier situación en la cual el piloto a distancia no puede seguir controlando la RPA debido al deterioro o falla del canal de comunicación entre la RPS y la RPA. El deterioro o falla puede ser temporal o permanente y puede deberse a una amplia gama de factores. Defectos en la RPA o RPS, como la falla de los sistemas de mando de vuelo no se consideran como pérdida del enlace C2.

11.6.5 Si bien es posible experimentar una pérdida unidireccional de comunicaciones, ya sea en el enlace ascendente a la RPA o en el descendente desde la misma a la RPS, es menos probable que ocurra en un enlace de datos que en un enlace de voz y todavía debería considerarse como situación de pérdida de enlace C2. Dependiendo de la arquitectura de comunicaciones, la pérdida del enlace C2 puede no coincidir con la falla de las comunicaciones orales entre el piloto a distancia y el ATC.

11.6.6 Pueden preverse tres situaciones básicas:

- a) el enlace C2 funciona con los valores especificados en la RCP — el piloto a distancia puede intervenir según sea necesario;
- b) el enlace C2 funciona fuera de los límites de la RCP en la medida en que las instrucciones de mando se reciben sin error pero con un retardo superior al que permite la RCP — el control del piloto a distancia se restringe, pero siempre que el retardo o la no disponibilidad duren menos que los segundos de funcionalidad de la pérdida de enlace sostenida ( $T_{\text{loss}}$ ) puede mantenerse el vuelo normal. El valor de  $T_{\text{loss}}$  depende de las categorías de control y posiblemente de la fase de vuelo y del entorno local del espacio aéreo; y
- c) el enlace C2 se pierde o se deteriora hasta el grado en que las instrucciones de mando serán retardadas en más de  $T_{\text{loss}}$ . El vuelo normal no puede ya considerarse seguro dado que el piloto a distancia no puede intervenir; el diseño y los procedimientos de contingencia operacional de la RPA deberían ser suficientes como para garantizar un aterrizaje (o terminación de vuelo) seguro y predicable.

### Desacoplamiento del enlace C2 y la función CA

11.6.7 Si la RPA está equipada con una función CA automática, este debe poder funcionar correctamente en el caso de pérdida de enlace C2. En este caso, la RCP del enlace C2 requerida sería independiente de la integridad y disponibilidad requeridas de la función CA. No obstante, en una situación de pérdida de enlace C2, no estará disponible la posibilidad de que el piloto a distancia inicie maniobras anticolidión o separación de tránsito ni tampoco podrá contarse con capacidad CA manual. Quizás haya que considerar esto cuando se determine la disponibilidad e integridad requeridas de cualquier función CA automática.

### Diferencia entre pérdida de enlace C2 y falla de comunicaciones orales ATC

11.6.8 La pérdida del enlace C2 no debería igualarse a una falla de las comunicaciones orales con el ATC. Cuando las comunicaciones orales con el ATC fallan, y dependiendo de la arquitectura de comunicaciones del RPAS, la RPA probablemente continúe todavía bajo el mando del piloto a distancia, p. ej., el piloto a distancia puede ser todavía capaz de dirigir el vuelo de la RPA. No obstante, cuando hay pérdida del enlace C2, el piloto a distancia no puede intervenir en la trayectoria de vuelo y la RPA se verá limitada a realizar acciones automáticas. Se recomienda que los Estados armonicen los procedimientos incluyendo las acciones preprogramadas en cada RPA para tener las mejores garantías de que mantiene la seguridad operacional del sistema de navegación aérea si se pierde el enlace C2.

11.6.9 Pueden necesitarse diferentes procedimientos para la pérdida del enlace C2 y casos de falla de las comunicaciones orales; será necesario que el ATC pueda distinguir entre estas situaciones. En el espacio aéreo donde se requiere el equipamiento con transpondedor SSR, la mejor forma de lograr lo anterior es mediante el uso de un código SSR reservado. También pueden utilizarse los modos de emergencia o urgencia de la ADS-B.

### Posibles causas de la pérdida del enlace C2

11.6.10 Hay una gama de posibles causas de pérdida del enlace C2 de la RPS a la RPA que se relacionan con el entorno de arquitectura así como las características del equipo. Estas causas comprenden:

- a) apantallamiento del terreno, edificios y vegetación (a baja altitud), otros ecos parásitos del terreno y efectos de las olas oceánicas;
- b) interferencia natural (condiciones meteorológicas y tiempo espacial);
- c) interferencia no intencional por actividades humanas (p. ej., radiodifusión de televisión);
- d) interferencia maliciosa o intencional (p. ej., interferencia deliberada) por seres humanos;
- e) fuera de alcance (a menudo relacionado con el vuelo demasiado bajo);
- f) falla de equipo de la RPA;
- g) falla de equipo de la RPS;
- h) fallas de equipo en la red (p. ej., satélite);
- i) error humano en la RPS (p. ej., establecimiento de frecuencias, conmutadores);
- j) maniobras de la aeronave (apantallamiento de la antena inducido por la actitud, efectos de velocidades y aceleración); y
- k) pérdida del enlace resultante de una operación de transferencia de RPS/piloto a distancia fallada.

11.6.11 Algunos de estos efectos pueden persistir por períodos de tiempo (menos de un segundo) mientras que otros pueden durar varios minutos o pueden ser permanentes. En general, la información sobre la causa de una pérdida de un enlace C2 no estará disponible, aunque con sistemas de vigilancia apropiados el piloto a distancia puede ser capaz de sospechar la causa probable.

11.6.12 Las situaciones siguientes no se consideran como pérdida del enlace C2 (aunque deberán considerarse en una evaluación de la seguridad operacional general):

- a) mensajes erróneos en el enlace C2 resultantes de defectos no detectados en la RPS;
- b) mensajes erróneos en el enlace C2 resultantes de defectos no detectados en la RPA;
- c) falla de un enlace en un sistema de enlace C2 redundante doble — esto debería activar un proceso de reversión apropiado (pero no el procedimiento de enlace C2 perdido). El piloto a distancia debería contar con indicaciones adecuadas sobre la situación;
- d) fallas de sistema en la RPA o RPS que resultan en que la RPA no puede continuar manteniendo el vuelo controlado; y
- e) interrupción planificada de corto plazo del enlace C2 durante transferencias.

#### **Criterios para identificar la condición de enlace C2 perdido**

11.6.13 Los deterioros del tiempo de transacción y de la disponibilidad del enlace C2 por cualquiera sea la causa resultará, si son suficientemente graves, en la pérdida del enlace C2. El procedimiento de enlace C2 perdido debería iniciarse una vez que el enlace no pueda utilizarse para controlar la RPA (independientemente de si el piloto a distancia está tratando de utilizar el enlace en ese momento). El deterioro parcial de la performance del enlace C2 (normalmente caracterizado por un mayor retardo en la transmisión de extremo a extremo de una instrucción de mando), que todavía permite el control seguro de la RPA, no debería activar el procedimiento de enlace C2 perdido. No obstante, corresponderá al titular del TC del RPAS convenir con las autoridades de certificación respecto del nivel máximo de deterioro que pueda permitirse antes de iniciar el procedimiento de enlace C2 perdido.

11.6.14 A veces pueden ocurrir interrupciones temporarias de la transmisión por enlace C2 debidas a variaciones normales en la fuerza de la señal recibida. La duración de estas interrupciones puede abarcar desde muy pequeñas fracciones de segundo a minutos o incluso más tiempo. Las interrupciones de corto plazo no deberían tener consecuencias significativas sobre el vuelo y quizás ni siquiera sean percibidas por el piloto a distancia. Claramente, no es práctico iniciar un procedimiento de enlace C2 perdido para estos casos.

11.6.15 Mientras el enlace C2 no está disponible, la RPA vuela en una condición en la que “no está bajo mando” del piloto a distancia, y habrá un período de tiempo más allá del cual la continuación del vuelo de esta forma puede no considerarse aceptable. Por consiguiente, es importante determinar el punto en el cual el enlace C2 debería declararse perdido (p. ej., mediante la presentación de un código SSR de enlace C2 perdido) y en ese punto iniciar el procedimiento de enlace C2 perdido. Puede ser necesario normalizar este período de tiempo; debería ser suficientemente largo como para minimizar las alertas molestas pero también suficiente breves para asegurar que no se pone en peligro la operación segura de otros usuarios del espacio aéreo.

11.6.16 Desde el punto de vista de la aeronavegabilidad, corresponderá al titular del TC del RPAS convenir con las autoridades de certificación sobre la máxima duración de las interrupciones que pueden permitirse antes de iniciar el procedimiento del enlace C2 perdido. Desde el punto de vista de las comunicaciones orales ATC, si se transmiten por el enlace C2 la duración aceptable de la interrupción puede ser diferente y deberá convenirse con la autoridad responsable de las aprobaciones operacionales.

11.6.17 Las funciones del monitor de apoyo del enlace C2 (en la RPA y la RPS) deben detectar automáticamente el nivel de deterioro convenido. El deterioro máximo permitido normalmente dependerá del espacio aéreo y el tipo de operación así como de la interfaz de control disponible o utilizada. Las operaciones cerca de los aeródromos de mucho movimiento y los aterrizajes manuales resultarán más críticos que durante el vuelo de crucero en el espacio aéreo de clases A, B o C. Como mínimo, el monitor debería detectar una falta de disponibilidad total del enlace C2 y retardos de mensajes de extremo a extremo de  $T_{\text{loss}}$ .

11.6.18 Los peligros relacionados con la pérdida del enlace C2 durante fallas particulares de vuelo (p. ej., las etapas finales de una aproximación controlada en forma manual) deberán ser evaluados y mitigados por el fabricante de la RPA. Como resultado, la RCP del enlace C2 puede ser más exigente para determinadas fases de vuelo y puede impedir el uso de algunas redes de comunicaciones.

11.6.19 La RPA y la RPS deberán vigilar continuamente el enlace C2 para establecer si se ha deteriorado su funcionamiento.

*Nota 1.— La indicación de la condición del enlace C2 al piloto a distancia debería actualizarse con una frecuencia suficiente como para asegurar que la RCP del enlace (para la fase de vuelo) puede vigilarse correctamente.*

*Nota 2.— El procedimiento de enlace C2 perdido no proporciona protección frente a errores no detectados en una transacción de comunicación completada. La probabilidad de errores no detectados debe ser suficientemente baja como para que, al combinarla con la gravedad de cualquier resultado posible, la probabilidad resultante de un suceso catastrófico resulte aceptable.*

#### **Deterioro intermitente del enlace**

11.6.20 El deterioro de corta duración de la performance del enlace C2 de menos de  $T_{\text{loss}}$  no debería resultar en la iniciación del mensaje de enlace C2 perdido al ATC (p. ej., código SSR, si se cuenta con el equipo); no obstante, esos desvanecimientos de transmisión pueden indicar una reducción de la calidad total del enlace C2. El deterioro repetido e intermitente del enlace C2, aunque sea solamente muy breve, debería ser evaluado por el piloto a distancia con respecto a la aceptabilidad de continuar el vuelo previsto. Tales condiciones pueden exigir que el piloto a distancia inicie el procedimiento de enlace C2 perdido, incluso si existe cierta disponibilidad parcial del enlace a efectos de mantener un duelo seguro, predicable y ajustarlo a las instrucciones del ATC.

#### **Selección y notificación de aeródromos de alternativa en caso de pérdida del enlace C2**

11.6.21 Para los vuelos de larga distancia, pueden haber varios aeródromos de alternativa identificados para utilizar en caso de pérdida de enlace C2. La selección del aeródromo de alternativa que se ha de emplear dependerá no solamente de la posición de la RPA sino también de las condiciones meteorológicas de los aeródromos. El piloto a distancia es responsable de seleccionar los aeródromos de alternativa. Durante el vuelo, sobre la base de la posición y la información meteorológica más recientes, el piloto a distancia debería actualizar el aeródromo de alternativa vigente en el FMS de la RPA de modo que en el caso de perderse el enlace C2, la ruta prevista de la RPA sea predecible.

11.6.22 Una vez que ocurre la condición de enlace C2 perdido, el piloto a distancia es responsable de informar al ATC respecto de cuál de las opciones de vuelo disponibles ante la pérdida del enlace será ejecutada por la RPA. Por consiguiente, es probable que los criterios para seleccionar opciones de vuelos de alternativa ante pérdida de enlace C2 deberá ser aprobada por el ATC caso por caso hasta que esa dependencia tenga confianza en el proceso. Puede ser posible utilizar el enlace de datos en Modo S para proporcionar dicha información al ATC.

### **Análisis de las opciones de contingencia ante la pérdida del enlace C2**

11.6.23 Existen cinco opciones de contingencia básicas que han de considerar el explotador del RPAS, las autoridades estatales y los ANSP para adoptar medidas después de la pérdida del enlace C2. Las disposiciones con respecto a la opción que ha de adoptarse pueden ser diferentes dependiendo del tramo del vuelo en que ocurre la falla, el tipo de RPA y el riesgo que representa para otros usuarios del espacio aéreo así como para personas y bienes en tierra. En todos los casos, las opciones de contingencia deberían ser programadas previamente, aunque en general no por un sistema cableado, en la RPA para activación automática cuando se encuentren condiciones especificadas.

- a) *continuar con el plan de vuelo original*: esto puede resultar apropiado si el vuelo planificado es breve y el destino planificado es un aeródromo o lugar de aterrizaje de baja densidad o si el vuelo planificado es en el lugar en espacio aéreo de baja densidad. No obstante, en general, esta opción podría resultar en que la RPA vuele “no bajo mando” por una larga duración (o incluso días), cruzando numerosas fronteras nacionales y en última instancia intentando ejecutar una aproximación y aterrizaje en un aeródromo congestionado en condiciones meteorológicas (dirección y velocidad del viento y visibilidad) diferentes de las previstas cuando se inició el vuelo. Como mínimo esto implicaría una función de gestión de vuelo de alta integridad. Esta opción puede no ser aceptable para las autoridades del Estado, las dependencias ATC u otros usuarios del espacio aéreo;
- b) *aterrizar en el lugar de aterrizaje designado apropiado más cercano*: esto asegura que la duración del vuelo de la RPA cuando no esté bajo mando se minimiza y que el lugar de aterrizaje utilizado ha convenido en aceptar aproximaciones y aterrizajes de RPA no bajo mando. (El aeródromo o lugar de aterrizaje de desvío o alternativa apropiado más cercano podría, dependiendo de las características del vuelo, ser el destino previsto o el aeródromo de salida o el lugar de salida);
- c) *regreso directo al aeródromo de salida o lugar de salida*: esto plantea los mismos problemas que la opción a) en el sentido de que la RPA podría estar a muchas horas del tiempo de vuelo del aeródromo de salida, que podría no estar todavía en condiciones de aceptar una aproximación automática no bajo mando. Según se indicó en la opción b), en algunas situaciones el aeródromo de salida puede ser el lugar de aterrizaje designado apropiado más cercano;
- d) *terminación del vuelo*: en general, la inmediata terminación del vuelo debería evitarse dado que presenta riesgos para personas y bienes en tierra, riesgos para otros usuarios del espacio aéreo cuando desciende y puede resultar en pérdida de casco. No obstante, los reglamentadores pueden especificar esta opción en ciertas situaciones; y
- e) *ascenso a altitud para tratar de recuperar el enlace C2*: esto puede no ser aceptable en el espacio aéreo controlado si la dependencia ATC no cuenta con tiempo suficiente para apartar a otras aeronaves del área, planteando así un riesgo importante a otros usuarios del espacio aéreo. Si bien esto podría emprenderse como un plan de contingencia convenido (p. ej., volar hasta un punto conocido y luego ascender 5 000 ft para tratar de recapturar el enlace C2), hay muchos escenarios donde no resultaría eficaz y habría que iniciar un procedimiento de alternativa.

11.6.24 Considerando lo anterior, se prevé que la opción b) resulte preferible para la mayoría de las operaciones RPAS.

## 11.7 RECUPERACIÓN DEL ENLACE C2

### Vuelos con autorización ATC

11.7.1 Si el enlace C2 se recupera después de iniciarse el procedimiento de enlace C2 perdido, el piloto a distancia debería coordinar con el ATC antes de adoptar cualquier medida para alterar la trayectoria de la RPA. Debería obtenerse una autorización ATC revisada que pudiera permitir o reanudar el plan de vuelo original.

*Nota.— En caso de pérdida del enlace C2, debería suponerse que ya no se dispone de RVSM y de navegación basada en la performance (PBN) dado que estos requisitos de performance solo pueden mantenerse si los pilotos a distancia vigilan continuamente la performance real.*

### Vuelos que no están bajo control del ATC

11.7.2 En el caso de recuperación del enlace C2, el piloto a distancia es responsable de decidir el curso de acción apropiado, teniendo en cuenta la situación general, la fiabilidad probable del enlace C2 y el riesgo para otros usuarios del espacio aéreo. Deberían cumplirse los principios generales de permanecer predecible para otros usuarios del espacio aéreo y minimizar el tiempo de vuelo mientras no se está bajo mando.

---



# Capítulo 12

## COMUNICACIONES ATC

### 12.1 RESEÑA

12.1.1 Los requisitos generales relativos a las comunicaciones ATC hacia y desde el piloto a distancia, son los mismos que para la aviación tripulada que vuela en el mismo espacio aéreo. Además de comunicación oral en muy alta frecuencia (VHF), estos requisitos podían incluir también el apoyo del enlace de datos ATC.

12.1.2 No obstante, debido a que el piloto a distancia no se encuentra a bordo de la aeronave, son posibles varias arquitecturas de comunicación de alternativa que se esbozan en 12.2 a 12.4.

12.1.3 Cualquiera sea la arquitectura empleada, se prevé que la función de comunicaciones ATC satisfaga la RCP especificada para el espacio aéreo en el cual vuela la RPA. En el caso de que las comunicaciones ATC sean transmitidas a través de la RPA, podría necesitarse un medio de comunicación con el ATC de reversión o reserva para mitigar cualquier falla de la función de retransmisión de la RPA.

12.1.4 Si las dependencias ATC involucradas lo aprueban, esto podría comprender un circuito telefónico de apoyo. Cuando se analizan las conexiones con el ATC, se supone que el "sistema" ATC incluya todos los proveedores de servicio de comunicaciones aprobadas según corresponda.

### 12.2 OPCIONES DE ARQUITECTURA DE LAS COMUNICACIONES ATC POR ENLACE DE VOZ Y DATOS

12.2.1 Los enlaces de comunicaciones en el ATC y el piloto a distancia, la RPS y la RPA pueden ser implantados por cualquier servicio de red que satisfaga la performance de comunicaciones requerida, p. ej., una red privada o un servicio prestado por terceros.

12.2.2 Las diversas opciones para proporcionar comunicaciones de voz y datos entre dependencias ATC y el piloto a distancia se dividen en dos grupos principales:

- a) a través de la RPA, que es transparente al ATC y no requiere infraestructura o equipo adicionales en la dependencia ATC. Este enfoque también presentará ventaja de ser compatible con las operaciones ATC existentes en todo el mundo. No obstante, puede exigir una mayor anchura de banda de comunicaciones en enlace C2 para apoyar la transmisión de voz y datos por el ATC entre la RPA y el piloto a distancia; o
- b) a través de un nuevo enlace de comunicaciones de radiodifusión, privado o de red, directamente entre la dependencia ATC y el piloto a distancia. En 12.4 se describen las alternativas y las repercusiones.

*Nota 1.— Todas estas opciones de comunicaciones pueden aplicarse a las operaciones VLOS o BVLOS.*

*Nota 2.— Donde todos los nuevos elementos del sistema de comunicaciones estén bajo control directo de explotador del RPAS, la aprobación normativa del sistema puede resultar más sencilla que si se utilizara una red comercial externa.*

### 12.3 VOZ Y DATOS HACIA Y DESDE LA RPS, RETRANSMITIDOS A TRAVÉS DE LA RPA

12.3.1 Las operaciones RLOS pueden realizarse utilizando la RPA como punto de relay o retransmisión para las comunicaciones ATC en voz y datos. En este caso, en enlace C2 puede emplearse para apoyar el segmento entre la RPA y la RPS. Esta opción RLOS requiere por lo menos una radio en VHF a bordo de la RPA y supone que el enlace C2 tiene anchura de banda como para apoyar las comunicaciones orales ATC y, si se requiere, las comunicaciones de datos, p. ej., CPDLC (véase la Figura 12-1).

12.3.2 El requisito de equipo mínimo estándar para aeronaves tripuladas (para vuelos donde se requiere contar con radio) es llevar a bordo dos radios en VHF. No obstante, esto puede revisarse para los RPAS si está disponible o se necesita un canal de comunicaciones independiente adicional entre la dependencia ATC y el piloto a distancia. Esto permitirá las comunicaciones entre ATC y piloto a distancia en caso de que la ruta de comunicaciones principal falle. Dicha falla puede ser provocada por falla del equipo VHF o por falla del enlace C2 empleado como relay.

12.3.3 En este escenario, los mensajes orales en VHF de la dependencia ATC al piloto a distancia son recibidos por la RPA, digitalizados y retransmitidos a la RPS a través del enlace C2. Los mensajes orales de piloto a distancia a la dependencia ATC se digitalizan en la RPS, se envían a la RPA a través del enlace C2, se convierten en versión oral analógica y se transmiten por la radio VHF (véase la Figura 12-2).

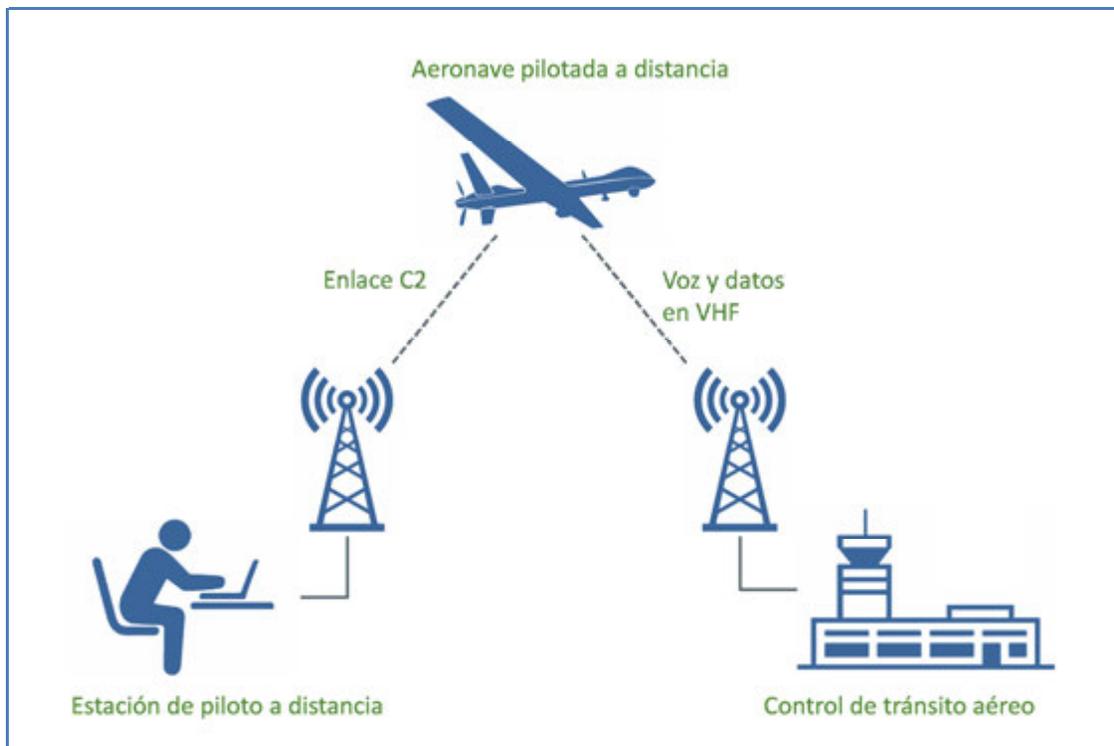


Figura 12-1. Visibilidad directa de radio

12.3.4 Es importante señalar que puede haber una red de comunicaciones entre la dependencia ATC y la antena VHF utilizada para la radiodifusión del mensaje a la RPA. El enlace entre la RPA y la RPS también puede comprender una red operada por un proveedor de servicios de comunicaciones y que posiblemente involucre encaminamientos a través de múltiples satélites. Estas redes pueden introducir retardos adicionales que deben incluirse en la evaluación del tiempo total de transacción de comunicaciones (véase la Figura 12-3).

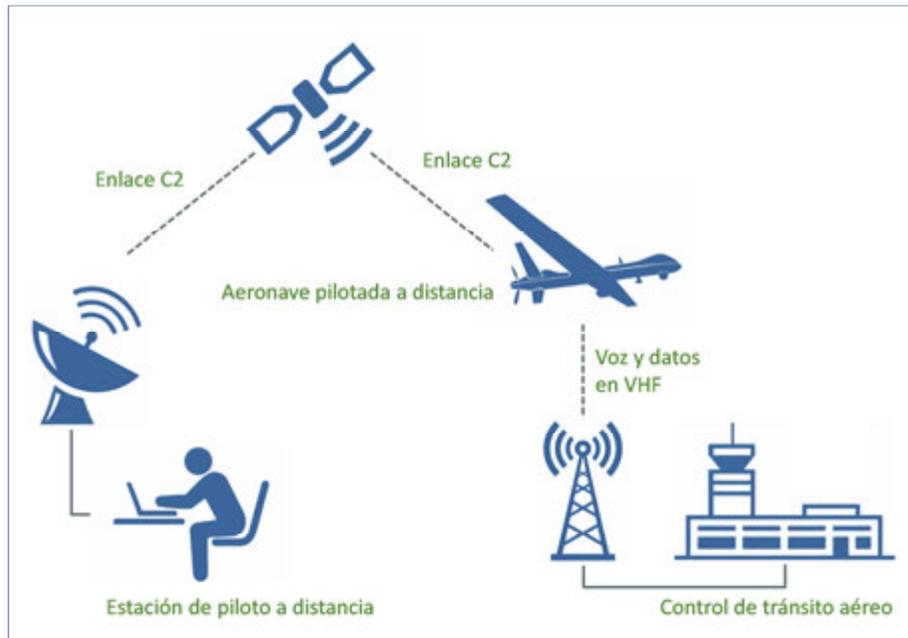


Figura 12-2. Más allá de RLOS (BRLOS) a través de una retransmisión (normalmente por satélite)

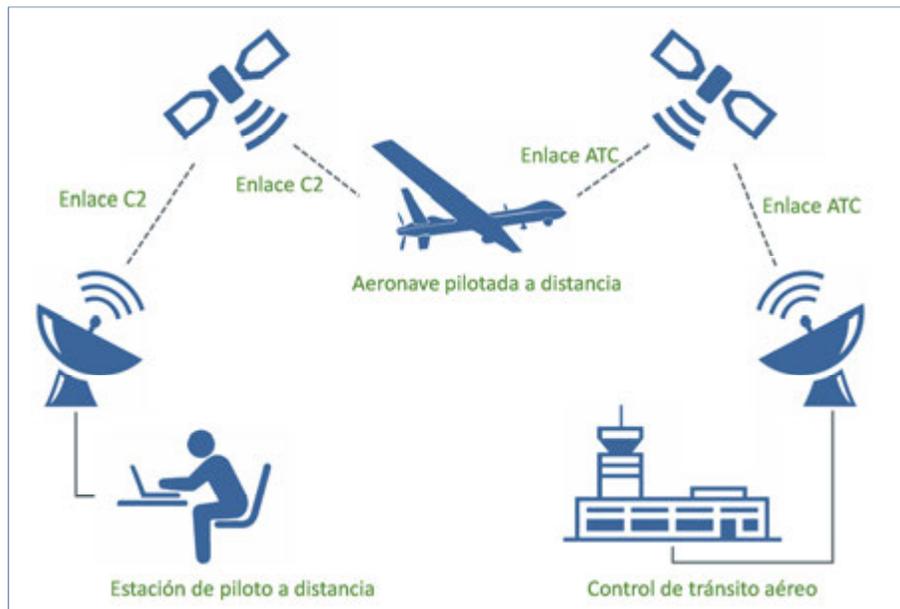


Figura 12-3. Operaciones en áreas oceánicas o remotas, transmisiones ATC de voz y datos por satélite

12.3.5 Una característica particular del enfoque de retransmisión BRLOS de comunicaciones ATC, al igual que cualquier situación en la que las comunicaciones ATC se encaminen a través de la RPA, es su carácter universal y que debería funcionar en forma fluida en cualquier parte del mundo, sin que sea necesario introducir cambios a la infraestructura local. Aunque esto proporciona una capacidad de largo alcance desde una única RPS, puede resultar más difícil lograr la necesaria RCP (tiempo de transacción, continuidad, disponibilidad e integridad) comparado con la situación RLOS de corta distancia.

12.3.6 Las redes de terceros existentes contratadas por las autoridades ATC pertinentes ya están aprobadas a los niveles RCP de ATC requeridos; no obstante, debido a la trayectoria de transmisión adicional desde la RPA a la RPS, estos niveles podrían tener que revisarse.

## **12.4 TRANSMISIÓN DE VOZ Y DATOS DE ATC HACIA O DESDE LA RPS SIN RETRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LA RPA**

12.4.1 Estas opciones no requieren una radio VHF en la RPA y utilizan una trayectoria de comunicaciones directa o indirecta (a través de una red de proveedor de servicios) entre la dependencia ATC y el piloto a distancia.

12.4.2 Un requisito fundamental de este enfoque es que la solución sea transparente para el controlador (es decir los procedimientos y acciones del controlador siguen siendo los mismos que para la gestión de aeronaves tripuladas). Aunque se requeriría un nuevo equipo en la dependencia ATC, no habría requisitos operacionales adicionales con respecto a la arquitectura de comunicaciones para el ATCO.

12.4.3 Siempre que sea posible, el efecto de línea compartida proporcionado por la transmisión de voz en VHF debería mantenerse para asegurar que todas las comunicaciones orales entre el piloto a distancia y el ATC son radiodifundidas en la frecuencia del sector para que otros usuarios del espacio aéreo puedan escuchar, y todas las comunicaciones orales en la frecuencia del sector deberían estar disponibles al piloto a distancia. Esto ayuda al piloto a distancia a desarrollar y mantener la conciencia de la situación en el espacio aéreo.

12.4.4 Hay varias arquitecturas posibles:

- a) transmisión oral de ATC en la frecuencia de sector recibida directamente de una radio VHF en la RPS (véase la Figura 12-4):
  - 1) esta es la alternativa más sencilla al uso de la RPA como relé de retransmisión y puede resultar adecuada para operaciones de corta distancia. La RPS está conectada a una antena de radio VHF emplazada dentro del alcance de las antenas de la dependencia ATC para el espacio aéreo en el cual se prevé que la RPA volará. El enlace entre la RPS y su antena podría ser una línea corta y directa o encaminarse para distancias mayores a través de una red. Es probable que esto resulte eficaz donde la RPA es operada habitualmente en un lugar. Se requerirán antenas adicionales en la RPS para apoyar la operación en espacios aéreos ATC mayores;
- b) comunicaciones ATC en voz y datos hacia y desde la RPS a través de una conexión especializada/privada (véase la Figura 12-5):
  - 1) esto requiere una interfaz directa en el sistema de control de voz en la dependencia ATC de modo que cuando el ATCO se comunica en una determinada frecuencia, la información es captada, digitalizada (conjuntamente con cualquier mensaje CPDLC) y retransmitida a la RPS a través de una conexión especializada, con un arreglo similar para comunicaciones desde la RPS a la dependencia ATC. Deberían proporcionarse sistemas o procedimientos para asegurar que la entrada de voz de la RPA no recibe mayor prioridad que las transmisiones VHF normales;



Figura 12-4. Enlace de radio VHF tierra-tierra

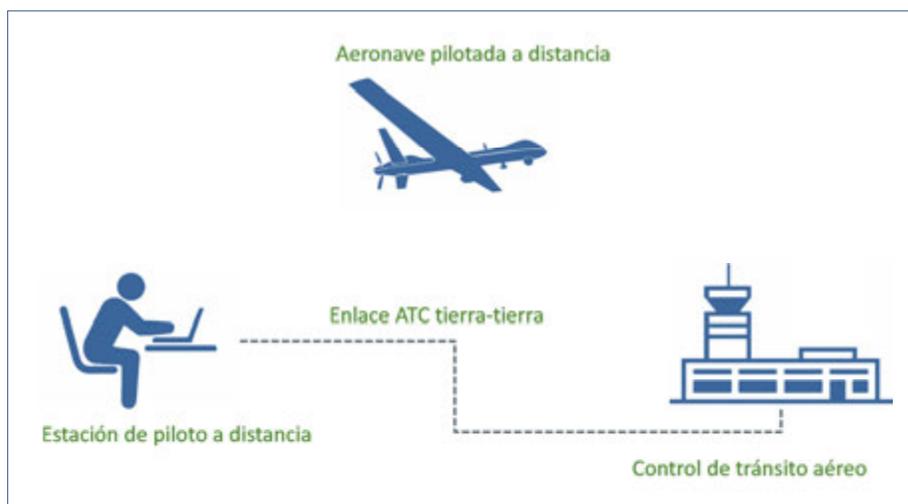
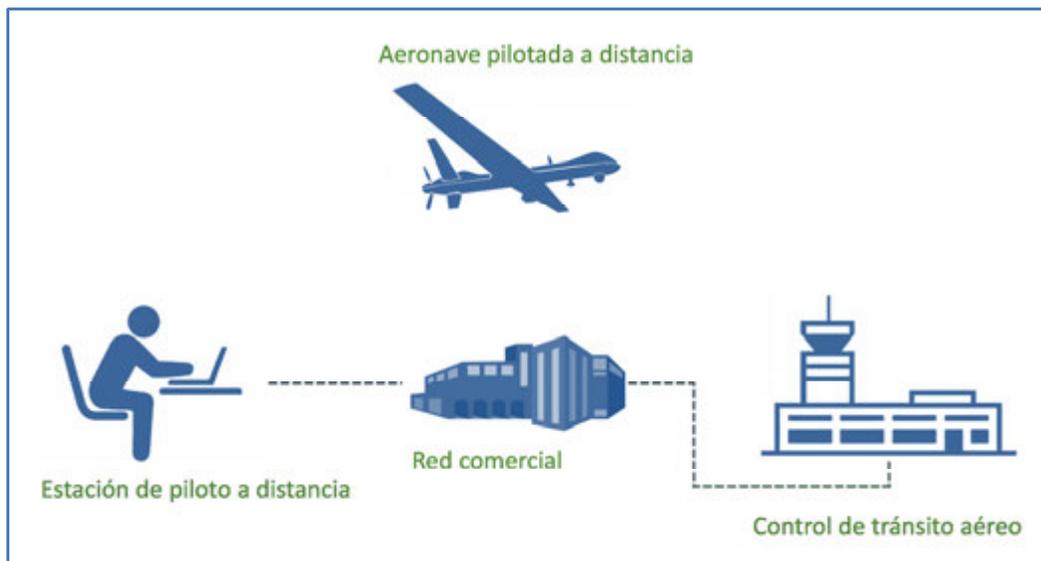


Figura 12-5. Red terrestre solamente

- 2) una ventaja principal de esta opción es que el emplazamiento de la RPS no se ve limitado y, siempre que la lógica de la dependencia ATC lo apoye, la RPA puede operar en cualquier parte del volumen completo del espacio aéreo apoyado por la dependencia ATC;
- 3) un sencillo enlace telefónico (receptor manual) puede no ser aceptable como sistema principal de comunicaciones entre la RPS y la ATC. La integridad y disponibilidad generales del enlace empleado quizás deban ser aprobadas por la administración de aviación competente;

- 4) al igual que para todas las arquitecturas de alternativa, se prevé que el piloto a distancia tenga un método de alternativa apropiado para comunicarse con el ATCO en caso de que falle el enlace principal. El ATCO también debería contar con un medio de establecer contacto con el piloto a distancia cuando sea necesario (p. ej., número telefónico de la RPS proporcionado antes del vuelo);
- c) transmisión de voz y datos del ATC hacia o desde la RPS a través de una red de proveedor de servicios de comunicaciones (véase la Figura 12-6):
- 1) este enfoque es igual al de la opción anterior excepto que entraña un proveedor de servicios de comunicaciones externo. En la práctica, es probable que esta opción, más que la anterior, sea empleada en forma más general excepto en situaciones en que el proveedor de servicios ATC local suministre, bajo su propia responsabilidad, enlaces terrestres para que el explotador RPAS los aprovecha;
  - 2) esto exigirá también la instalación de equipo específico en la dependencia ATC y aunque sería eficaz dentro del espacio aéreo cubierto por una dependencia específica, no apoyaría fácilmente el cruce de sectores ATC, especialmente si estos se planificaran con poca anticipación;
  - 3) quizás todavía sea necesario contar con capacidad de reversión/apoyo; no obstante, posiblemente solo terminales redundantes dobles en la RPS, si la red de comunicaciones tiene integridad suficiente (p. ej., basada en múltiples trayectorias de comunicaciones);
  - 4) el reto principal planteado por esta opción es la supervisión normativa del proveedor de servicios de comunicaciones, especialmente si está bajo contrato con el explotador del RPAS y no con el ANSP. No obstante, el reto de supervisión o aprobación para el enlace de comunicaciones ATC será normalmente de menor grado que para el enlace C2, dada la mayor RCP prevista para el enlace C2 que para las comunicaciones ATC; y



**Figura 12-6. Enlace terrestre a través de un proveedor de servicio de comunicaciones**

- 5) una característica de las redes de proveedor de servicios de comunicaciones es que pueden involucrar una cierta gama de tecnología y enlaces para proporcionar el servicio, que podrían comprender el uso de la internet o de redes de satélite (véase la Figura 12-7). Se prevé que la certificación de tales sistemas sea muy difícil y todavía hay que elaborar procedimientos para una apropiada supervisión normativa. Una preocupación específica puede ser el uso de diferentes rutas (p. ej., terrestres o satélite) sobre la base de la lógica interna del sistema de proveedor de servicios. Puede resultar difícil garantizar una RCP particular con un sistema de ese tipo.

## 12.5 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE COMUNICACIONES PARA OPERACIONES EN VLOS

12.5.1 La mayoría de las operaciones VLOS se ejecutarán ya sea por debajo de la altitud donde se requieren comunicaciones ATC o en situaciones en que se han convenido una aprobación ATC anterior y limitaciones operacionales, haciendo innecesarias las comunicaciones ATC habituales. No obstante, el ATC todavía podría requerir un método para establecer contacto con el piloto a distancia en casos de emergencia, y el piloto a distancia debería saber, hacer contacto con la dependencia ATC si surge la necesidad. En ambos casos, esto se lograría normalmente por teléfono.

12.5.2 En circunstancias excepcionales para operaciones particulares (p. ej., vigilancia de baja altura en un aeródromo activo), la comunicación directa entre la dependencia ATC y el piloto a distancia puede ser necesaria. En estos casos, cualquiera de las arquitecturas descritas anteriormente para operaciones BVLOS podría utilizarse aunque es probable que la más apropiada sea la de comunicaciones orales VHF tierra-tierra (véase el Capítulo 15, 15.2).

12.5.3 Con más frecuencia, puede ser apropiado que el piloto a distancia de una RPA VLOS haga la radiodifusión de un mensaje periódico de corto alcance (es decir, baja potencia) a otros usuarios del espacio aéreo no especificados para advertirlos acerca de la operación en marcha. Esto normalmente se haría por recomendación de los reglamentadores locales.

*Nota.— Actualmente se está utilizando equipo de comunicaciones por satélite en RPA VLOS pequeñas, aunque no es usual.*

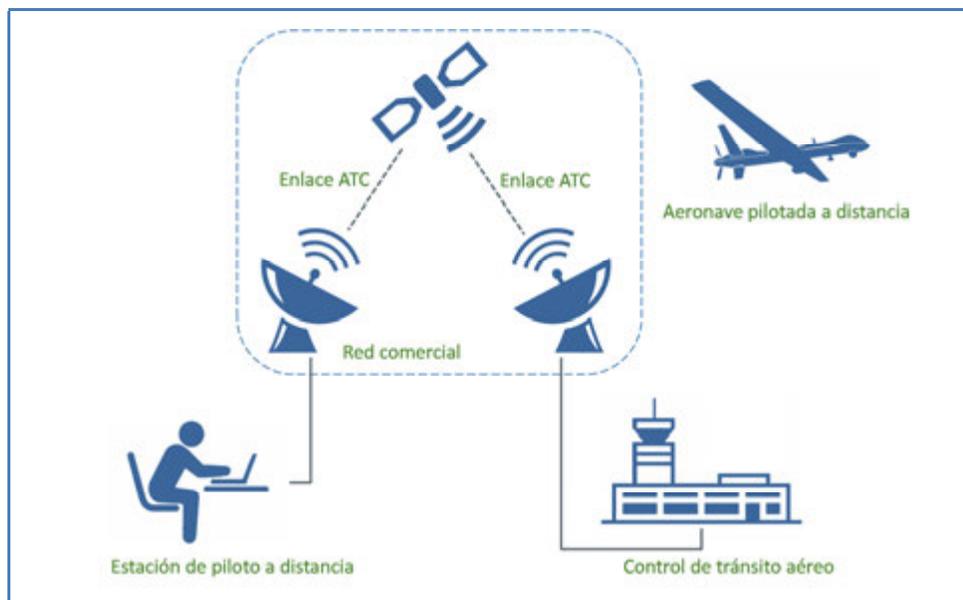


Figura 12-7. Inclusión de una red de satélites

## 12.6 COMUNICACIONES ATC — PERFORMANCE DE COMUNICACIÓN REQUERIDA (RCP)

12.6.1 A efectos de proporcionar un medio para evaluar los requisitos de performance de las comunicaciones ATC en apoyo de las operaciones RPAS, deberían emplearse los principios del concepto RCP descritos en el Doc 9869. Esto se basa en niveles de referencia “importantes desde el punto de vista operacional” que, cuando se logran, proporcionan la confianza de que las comunicaciones ATC apoyarán en condiciones de seguridad las operaciones RPAS.

12.6.2 Los valores de la RCP específica del enlace C2 dependerán de:

- a) los requisitos del espacio aéreo específicos;
- b) la fase de vuelo; y
- c) el grado de funcionamiento automático del RPAS.

12.6.3 Se ha llevado a cabo una evaluación de la RCP para enlaces de datos de comunicaciones ATC y se prevé, teniendo en cuenta las repercusiones de las diversas opciones de arquitectura de enlaces de RPAS pueden presentar para el tiempo de transacción de las comunicaciones, continuidad, disponibilidad e integridad del sistema total, a efectos de integrar las comunicaciones ATC del RPAS en los requisitos actuales.

12.6.4 La RCP para ATC proporciona un requisito de performance de extremo a extremo basado en la hipótesis de que el piloto se encuentra a bordo de la aeronave. Para los RPAS, la retransmisión adicional del mensaje por el enlace C2 al piloto a distancia (si se utiliza) debería incluirse en la evaluación de la RCP.

## 12.7 EQUIPO MÍNIMO DE COMUNICACIONES DE A BORDO

12.7.1 Las aeronaves deben satisfacer los requisitos de número mínimo de equipos de radio de corta o larga distancia que han de llevarse a bordo, según lo establezcan las autoridades competentes.

12.7.2 Estas reglas implican que, en principio, podrían utilizarse diferentes tecnologías para satisfacer el requisito a bordo de aviones tripulados (p. ej., un aparato de comunicaciones por satélite (SATCOM) y uno de alta frecuencia (HF) podrían aprobarse en regiones donde estén disponibles ambos servicios para las comunicaciones habituales a lo largo de las rutas oceánicas).

12.7.3 En el caso de los RPAS, puesto que el piloto a distancia y la RPS no están instalados en la RPA, las autoridades competentes podrían considerar si pueden utilizarse equipos de radio VHF ATC de alternativa. Por ejemplo, una radio a bordo y una segunda trayectoria de comunicaciones alternativas entre las RPS y la dependencia ATS podrían proporcionar la redundancia necesaria.

12.7.4 En principio, el equipo instalado debería estar en condiciones de funcionamiento cuando se inicia el vuelo. No obstante, la experiencia ha demostrado que en algunos casos puede tolerarse una salida de servicio temporal. En tales casos debe cumplirse con la MMEL. La MMEL contiene una lista de equipo que puede tolerarse como fuera del servicio al comienzo del vuelo y durante cuánto tiempo. La MMEL es aprobada por la autoridad designada por el Estado de diseño. La MMEL para RPAS con respecto a la del equipo de comunicaciones probablemente se relacione con la arquitectura de comunicaciones específica adoptada. Deberán especificarse por separado los requisitos para el enlace C2 y para las comunicaciones ATC, aunque dependiendo de la arquitectura no tendrán por qué ser independientes.

12.7.5 En la aviación tripulada, los explotadores de aeronaves son normalmente obligados a establecer una lista de equipo mínimo (MEL), basada en la MMEL pertinente aunque no menos restrictiva que ésta. La MEL es aprobada por la autoridad competente establecida por el Estado del explotador o el Estado de matrícula. El mismo procedimiento puede preverse para explotadores de RPAS.

12.7.6 Si se desea introducir cambios a la MEL para permitir el despacho, el explotador debería obtener aprobación operacional o, por lo menos, notificar del cambio al Estado del explotador o al Estado de matrícula.

## 12.8 DESARROLLO FUTURO

Probablemente se requerirá que los RPAS sean compatibles con los requisitos de gestión de la información de todo el sistema (SWIM) cuando éstos sean definidos.

---



## Capítulo 13

# ESTACIÓN DE PILOTO A DISTANCIA (RPS)

### 13.1 RESEÑA

13.1.1 La RPS se define como "... el componente del sistema de aeronave pilotada a distancia que contiene el equipo que se utiliza para pilotar una aeronave a distancia". Como principio general, la RPS funciona en la misma forma que el puesto de pilotaje de una aeronave tripulada y, por consiguiente, debería ofrecer al piloto a distancia una capacidad equivalente para controlar o gestionar el vuelo.

13.1.2 Si bien las funciones básicas son similares a la del puesto de pilotaje tripulado, la forma, dimensiones, contenido y distribución de cualquier RPS variará debido a aspectos como:

- a) el tipo de operación ejecutada (VLOS o BVLOS);
- b) la complejidad del RPAS;
- c) el tipo de interfaz de mando utilizado;
- d) el número de pilotos a distancia requeridos para operar la RPA; y
- e) el emplazamiento de la RPS — posición fija en tierra o dentro de otro vehículo o plataforma (p. ej., barco o aeronave).

13.1.3 En este capítulo se presentan factores específicos que deberían tenerse en cuenta al considerar el diseño y el uso operacional de una RPS. Se abarcan tanto los aspectos técnicos como los operacionales (p. ej., presentaciones visuales y mandos). Además, debido a la probabilidad de que una parte considerable de las operaciones RPAS estará involucrada en trabajos aéreos, a menudo de larga duración, será importante asegurar que se considere adecuadamente la separación de operaciones/presentaciones/mandos de pilotaje y de carga útil (p. ej., sensores), en particular si se prevé que el piloto a distancia esté involucrado en cualquier aspecto de la operación de carga útil.

### 13.2 RESEÑA FUNCIONAL

13.2.1 La RPS proporciona el medio para que los pilotos a distancia del RPS vigilen y controlen la operación de la RPA tanto en tierra como en el aire. No obstante, la interfaz entre el piloto a distancia/RPS y la RPA se hace a través de un enlace C2. Por consiguiente, el RPAS debe diseñarse para proporcionar al piloto a distancia las herramientas necesarias para gestionar eficazmente el vuelo. Esto puede resultar en la introducción de mandos, presentaciones y alarmas que son diferentes de las de las aeronaves tripuladas con consecuencias para los procedimientos de la tripulación de vuelo a distancia, su instrucción y otorgamiento de licencias, así como para requisito de aeronavegabilidad de los componentes.

13.2.2 No obstante estas posibles diferencias, los requisitos fundamentales de la interfaz piloto a distancia/RPS siguen siendo los mismos que para las aeronaves tripuladas y pueden resumirse como sigue (basándose en el Anexo 8, Parte IIIB):

- a) los mandos y sistemas de mandos se diseñarán de tal forma que se reduzca a un mínimo la posibilidad de atascamiento, activación accidental y accionamiento involuntario de los dispositivos de inmovilización de las superficies de control;
- b) la RPS se diseñará de tal forma que se reduzca a un mínimo la posibilidad de accionamiento incorrecto o incompleto de los mandos por parte de la tripulación, debido a fatiga, confusión o interferencia. Se tendrá en cuenta, por lo menos, lo siguiente:
  - 1) disposición e identificación de mandos e instrumentos;
  - 2) rápida identificación de los casos de emergencia;
  - 3) sensación de los mandos; y
  - 4) ventilación, calefacción y ruidos;
- c) se proporcionarán medios que o bien impidan automáticamente o bien permitan a la tripulación de vuelo hacer frente a los casos de emergencia resultantes de fallas previsibles del equipo y de los sistemas, que pudieran poner en peligro el avión; y
- d) las indicaciones y letreros en los instrumentos, equipo, mando, etc., comprenderán las limitaciones o información necesarias que ha de tener en cuenta el piloto a distancia durante el vuelo;

Además, para las RPS BVLOS:

- e) adecuada información sobre el entorno en el que vuela la RPA para proporcionar al piloto a distancia suficiente conciencia de la situación para permitir el vuelo seguro de la RPA. Estas presentaciones visuales deberían incluir las necesarias para apoyar las funciones DAA.

13.2.3 Los mandos y presentaciones visuales proporcionados dentro de la RPS deben satisfacer los apropiados principios o requisitos de actuación humana.

13.2.4 Los sistemas y presentaciones visuales de la RPS no deberán cumplir necesariamente las normas ambientales a nivel de puesto de pilotaje de las aeronaves tripuladas; no obstante, deberán satisfacer requisitos apropiados de fiabilidad, integridad y ambientales, según los determine el Estado.

13.2.5 Probablemente, la performance del enlace C2 limitará los mandos y presentaciones disponibles al piloto a distancia. En particular, ciertos mandos tradicionales como la palanca de mando y el mando de gases pueden no proporcionarse en la RPS. Los fabricantes tendrán que demostrar que los mandos y presentaciones que se proporcionan son suficientes para pilotar en condiciones de seguridad y eficazmente la RPA en operaciones normales así como en caso de fallas de sistemas. El diseño y aprobación de los sistemas automáticos de la RPA que sustituyen una función de mando en la RPS, deben tener en cuenta que el piloto a distancia puede no estar en condiciones de compensar las fallas de estos sistemas.

13.2.6 El piloto a distancia debe contar con información sobre la calidad del enlace C2, en particular si la calidad del servicio se deteriora a un nivel en que deben adoptarse medidas correctivas.

13.2.7 Los componentes de la RPS expuestos a los elementos deberían estar bien asegurados, normalmente la antena y otros mástiles, dado que pueden sufrir daños provocados por rayos y vientos fuertes.

### 13.3 CONSIDERACIONES RELATIVAS A DIFERENTES CONFIGURACIONES OPERACIONALES EN LAS RPS

#### BVLOS Categoría A — control directo

13.3.1 El control de Categoría A proporciona el mayor nivel de control de la RPA por el piloto a distancia, permitiendo entradas equivalentes a las de palanca de mando, pedales de timones y mando de gases para activar las superficies de mando de vuelo y los reglajes de potencia, o mediante piloto automático. El tiempo de transacción y el régimen de actualización de los principales datos de vuelo (p. ej., velocidad, altitud, rumbo, actitud, velocidad vertical y guiñada) que han de recibirse de la RPA y presentarse al piloto a distancia deben poder apoyar los requisitos operacionales. Análogamente, el tiempo de transacción y el régimen de actualización de las entradas de piloto a distancia que han de recibir y procesar la RPA deben ser capaces de apoyar los requisitos operacionales. Este control directo plantea las mayores demandas sobre la capacidad del enlace C2 y su performance.

#### BVLOS Categoría B — control por piloto automático

13.3.2 El control de categoría B proporciona menos control de la RPA, pero todavía permite controlar la velocidad, altitud, rumbo y velocidad vertical, aunque los cambios solo se efectúen a través de entradas de piloto automático. El tiempo de transacción y el régimen de actualización para los datos de vuelo que han de recibirse de la RPA y presentarse al piloto a distancia son menos exigentes que para las RPS de categoría A; no obstante, deben poder apoyar los requisitos operacionales. Análogamente, el tiempo de transacción y el régimen de actualización para las entradas del piloto a distancia que han de recibirse y procesarse en la RPA, si bien son menos exigentes que para las RPS de categoría A, también deben poder apoyar los requisitos operacionales. Este control por piloto automático impone a la capacidad y performance del enlace C2 demandas menos exigentes que el control directo.

13.3.3 Las RPA que vuelan de una RPS de categoría B pueden tener menos capacidad para maniobrar rápida o anormalmente debido a las características de diseño del piloto automático (p. ej., ángulo de inclinación lateral fijo) y a los tiempos de transacción. Puede ser posible mitigar esta limitación y acercarse más a la flexibilidad de una interfaz de palanca de mando y mando de gases incluyendo opciones de mando de emergencia en la interfaz de piloto automático.

#### BVLOS Categoría C — control por puntos de recorrido

13.3.4 El control de categoría C proporciona mando limitado por el piloto a distancia de la RPA durante el vuelo. La ruta de vuelo planificada solo puede alterarse mediante entradas o supresiones de puntos de recorrido en el plan de vuelo programado.

13.3.5 El tiempo de transacción y el régimen de actualización de los datos de vuelo que se han de recibir de la RPA y presentarse al piloto a distancia son menos estrictos que para la RPS de categoría B; no obstante, deben poder apoyar los requisitos operacionales. Análogamente, el tiempo de transacción y régimen de actualización para las entradas de piloto a distancia que ha de recibir y procesar el RPA, aunque menos exigentes para la RPS de categoría B, también deben poder apoyar los requisitos operacionales. Este control por puntos de recorrido impone demandas limitadas a la capacidad y performance del enlace C2.

13.3.6 El nivel de control, si bien apoya la gestión de vuelos planificados previamente, limitada la capacidad del piloto a distancia de responder rápidamente y con exactitud a las instrucciones del ATC (p. ej., no es posible ingresar directamente un rumbo específico que ha de volarse). Aunque el requisito puede satisfacerse mediante la inserción de un nuevo punto de recorrido aproximadamente en la trayectoria requerida. Su cálculo e ingreso por el piloto a distancia insume tiempo, lo que se añade al retardo. Esta limitación de la performance probablemente restrinja las operaciones habituales en espacio aéreo denso donde se utiliza la guía vectorial del ATC.

*Nota.— Si bien la operación VLOS supone que el piloto a distancia tiene control directo de la actitud y velocidad de la RPA, el uso de la automatización, incluyendo el control por puntos de recorrido, también puede ser posible. Este “control indirecto” inevitablemente aísla al piloto a distancia con respecto a la RPA en cierta medida y reduce potencialmente su capacidad de reaccionar en forma oportuna.*

### **Control VLOS para despegue o aterrizaje con transferencia a BVLOS**

13.3.7 Cuando se utiliza control VLOS durante el despegue o aterrizaje con transferencia a control BVLOS para el tramo en ruta, por ejemplo, cuando el despegue o el aterrizaje automático no está disponible o no está aprobado por el explotador del aeródromo, deberían considerarse los puntos siguientes:

- a) los requisitos operacionales pueden exigir el uso de un observador de RPA o de un piloto a distancia adicional para mantener contacto visual con la RPA; y
- b) la operación VLOS de una RPA BVLOS puede exigir el uso de una RPS diferente a la del tramo en ruta.

## **13.4 REQUISITOS DE PRESENTACIÓN VISUAL Y MANDOS PARA LAS RPS CON CAPACIDAD BVLOS**

### **Requisitos generales**

13.4.1 La RPS debe estar dotada de mandos y visualizadores que permitirán al piloto a distancia controlar la trayectoria de vuelo de la RPA, ejecutar las maniobras que se requieran y enfrentar emergencias observando al mismo tiempo las limitaciones operaciones.

13.4.2 Si bien los requisitos de interfaz de mandos del piloto establecidos en el Anexo 6 se aplicarán en principio a la RPS, el carácter singular de las operaciones RPA puede hacer necesario establecer nuevos requisitos. La interfaz ser humano-máquina debería permitir al piloto a distancia operar la RPA vigilando las características de vuelo normales, la situación, la información de navegación y las funciones DAA. Además, debería contarse con advertencia de fallas de la RPA, posibles pérdidas y deterioro del enlace C2 y efectos meteorológicos pertinentes para la aeronave. Al diseñar tales funciones, debería considerarse el régimen de actualización de la información suministrada y también la posible solidez de las interfaces de mando. Todas estas funciones contribuyen a la conciencia de la situación por parte del piloto a distancia.

13.4.3 Deberían considerarse para incluir en la RPS todos los avisos y alertas proporcionados actualmente para las aeronaves tripuladas.

13.4.4 Todas las visualizaciones o mandos relacionados con la carga útil deben diseñarse y ubicarse de forma que no distraigan al piloto a distancia con respecto a la tarea principal de mantener la seguridad del vuelo.

### **Control de acceso del piloto a distancia**

13.4.5 La RPS es equivalente al puesto de pilotaje de una aeronave tripulada. Por consiguiente, la seguridad y protección de la estación y del piloto a distancia son de interés fundamental para la seguridad operacional de todo el sistema de navegación aérea. El acceso a una RPS debería restringirse en forma conmensurable con las dimensiones y capacidad del RPAS.

13.4.6 Las funciones de inicio y terminación de sesiones en la RPS son características de seguridad y protección críticas para reducir el acceso no aprobado al RPAS. La función de inicio de sesión proporciona un control identificado con respecto al RPAS y la función de terminación de sesión finaliza dicho control; una falla en cualquiera de los procesos puede permitir que un individuo no autorizado obtenga el control sobre la RPA. La función de inicio de sesión de la RPS debería comprender la identificación y la autenticación del piloto a distancia.

13.4.7 Las transferencias entre RPS no emplazadas en común pueden necesitar verificaciones y controles adicionales para asegurar que individuos no autorizados no interfieren en el proceso.

### **13.5 RPS CON CAPACIDAD PARA OPERAR RPA DE UNO O MÁS TIPOS**

#### **Generalidades**

13.5.1 Una RPS puede diseñarse para controlar uno o más tipos de RPA. No obstante, cada RPS no debería tener control de pilotaje de más de una RPA en un determinado momento. En las secciones siguientes se presentan algunas de las posibles capacidades que podrían considerarse dentro de un futuro plan de clasificación de RPS.

*Nota.— Si bien los enjambres de RPA son un escenario probable, esto no corresponde al ámbito del presente manual.*

#### **RPS VLOS**

13.5.2 Dado que las operaciones VLOS requieren que los pilotos a distancia o los observadores de RPA mantengan contacto visual con la aeronave, es probable que las RPS VLOS solo contengan un conjunto limitado de presentaciones visuales para minimizar un funcionamiento “cabeza abajo”.

13.5.3 Si una RPS VLOS se utiliza para controlar múltiples tipos de RPA, las interfaces comunes de mandos y presentaciones se necesitarán para minimizar la carga de trabajo y la confusión del piloto a distancia. Por consiguiente, esto puede limitar los tipos de RPA que pueden ser controlados eficazmente por la RPS.

#### **RPS con capacidad BVLOS**

13.5.4 Los explotadores de RPAS pueden determinar argumentos que apoyen la utilización de una RPS con capacidad BVLOS para manejar varios tipos de RPA a efectos de satisfacer desde el punto de vista económico diferentes operaciones. Para que este escenario sea posible, la RPS deberá ser aprobada para utilizar con cada modelo de RPA y documentada en la TCDS por el titular de TC.

13.5.5 Si una RPS con capacidad BVLOS se utiliza para controlar múltiples tipos de RPA, se necesitarán interfaces comunes de mandos y presentaciones visuales para minimizar la carga de trabajo y la confusión del piloto a distancia. Por consiguiente, esto puede limitar los tipos de RPA que pueden controlarse efectivamente por la RPS. Además, el piloto a distancia debe tener una clara indicación del modelo de RPA que se está controlando.

## 13.6 REPERCUSIONES DE LA ACTUACIÓN HUMANA

### Generalidades

13.6.1 Las repercusiones de la actuación humana con respecto a la falta de información sensorial resultante de que el piloto a distancia no esté a bordo de la aeronave deben considerarse y, cuando sea necesario, sustituirse en forma adecuada. Esto puede involucrar el uso de referencias no visuales, como las vibraciones o las alertas sonoras. En este momento la gama de información que ha de proporcionarse al piloto a distancia mediante sensores o visualizaciones no ha sido determinada. No obstante, como mínimo deberían considerarse los elementos siguientes, incluyendo medios sustitutos basados en el análisis de causa de peligro de la información sensorial:

- a) información sensorial visual (p. ej., luz y destellos);
- b) información sensorial auditiva (entorno de ruido, incluyendo ruido de motores y célula);
- c) información sensorial propioceptiva (p. ej., vibraciones y aceleraciones);
- d) información sensorial olfativa (olores);
- e) información sensorial táctil (p. ej., calor y vibraciones); y
- f) otro tipo de información sensorial (p. ej., calor y presión).

### RPS móviles

13.6.2 Cuando las RPS están emplazadas en plataformas móviles, como aeronaves o barcos, deberían tratarse los aspectos de actuación humana del emplazamiento en una plataforma móvil, como las entradas contradictorias procedentes de fuentes basadas en equipo versus fuentes sensoriales (p. ej., instrumentos que indican que la RPA está virando a la derecha cuando es la plataforma RPS que vira a la izquierda).

### Mandos y conmutadores

13.6.3 La amplia gama de tipos RPS puede hacer que no resulte práctico introducir una interfaz estándar como un piloto a distancia. Los diversos niveles de automatización resultan en niveles muy diferentes de las interfaces de mando y control que se proponen. Los pilotos a distancia deberán adaptarse a la RPS en uso, ejecutando tareas en forma diferente y ajustándose al nivel de automatización proporcionado. Estas diferencias tendrán consecuencias en materia de actuación humana para el piloto a distancia. Esto implica que:

- a) se necesite una visualización adecuada y posiblemente continua de la información esencial así como el acceso a toda la información secundaria que pueda contribuir al proceso de toma de decisiones por el piloto a distancia;
- b) los datos proporcionados deben ser claros y sin ambigüedades;
- c) el control de los sistemas y funciones de la aeronave deberían:
  - 1) ser intuitivo;
  - 2) inducir una respuesta directa de la RPA;
  - 3) proporcionar retroinformación apropiada;
  - 4) responder dentro de un tiempo aceptable; y
- d) los mandos y conmutadores no deben estar expuestos al accionamiento inadvertido.

## 13.7 VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN PARA DAA

### Generalidades

13.7.1 El suministro de capacidades del RPAS para sustituir las capacidades visuales tradicionalmente aplicadas por los pilotos de aeronaves tripuladas puede exigir el uso de sensores y visualizadores de RPS. Las capacidades siguientes comprenden las necesarias para apoyar la función DAA, según se indicó, y otras capacidades que pueden necesitarse para mejorar la eficiencia y flexibilidad de las operaciones RPAS:

- a) obtención de información proporcionada por carteles, señales e iluminación de aeródromo;
- b) obtención de información proporcionada por señales visuales (p. ej., interceptación);
- c) identificar y evitar terreno y obstáculos;
- d) identificar y evitar condiciones meteorológicas peligrosas;
- e) mantener por lo menos las distancias mínimas aplicables respecto de las nubes cuando se vuela en condiciones VFR;
- f) mantener suficiente distancia con respecto a otras aeronaves o vehículos; y
- g) evitar colisiones.

13.7.2 Con esta amplia gama de requisitos diferentes y también con los medios por los cuales estos pueden cumplirse, es probable que se necesiten numerosos sistemas y sensores diferentes para recopilar, procesar y presentar toda la información al piloto a distancia.

13.7.3 Quizá haya que presentar al piloto a distancia información adicional a efectos de apoyar operaciones eficientes en los aeródromos entre RPA y otras aeronaves. Esta información debería comprender datos de posición con respecto a las características del aeropuerto (p. ej., eje de la pista, letreros, señales e iluminación de aeródromos). La información sobre la posición relativa y movimientos de otras aeronaves o vehículos de superficie también es fundamental. En el Anexo 2 se exige que los pilotos puedan reconocer señales visuales de interceptación de otras aeronaves, como el alabeo de la aeronave interceptora, encendido y apagado de las luces a intervalos irregulares o despliegue del tren de aterrizaje; la RPA deberá ser capaz de obtener esta información por medios visuales u otros.

13.7.4 El piloto a distancia debería contar con los medios para identificar la proximidad del terreno y obstáculos a menos que el uso aprobado de sistemas de vuelo automático y trayectorias de vuelo planificadas mitiguen el riesgo de estos peligros. La información podría proporcionarse mediante un mapa móvil con superposición de terreno aumentada con alertas indicando una rápida velocidad de descenso y la estrecha proximidad del terreno. Esos sistemas están bien establecidos para las aeronaves tripuladas y normalmente utilizan modelos de elevación digitales estándar para la información sobre el terreno. No obstante, dado que el piloto a distancia no se encuentra a bordo de la aeronave, la información necesaria, p. ej., posición horizontal, altitud barométrica, altura sobre el terreno, deberán ser transmitidas por enlace descendente a la RPS a una velocidad adecuada para que la situación pueda visualizarse y generarse las alertas.

13.7.5 Los pilotos de las aeronaves tripuladas, cuando vuelen en condiciones VFR, deben poder reconocer y evaluar la visibilidad durante el vuelo y estimar las distancias horizontales y verticales respecto de las nubes. Se prevé que el cumplimiento de estos mismos requisitos para los pilotos a distancia necesite la aplicación de nueva tecnología y de visualizaciones apropiadas si vuelan en condiciones VFR y BVLOS. Puede suponerse que estos datos serán capturados en la aeronave mediante sensores adecuados y transmitidos por enlace descendente a la RPS. No obstante, es poco probable que un enlace descendente video resulte adecuado. Por consiguiente, debería considerarse el procesamiento a bordo para minimizar el volumen de información enviada por enlace descendente.

**Visualización del tránsito**

13.7.6 La RPS debería tener capacidad para presentar la ubicación de todo el tránsito en las cercanías. Además de dicha visualización, deberían proporcionarse alertas sonoras y visuales para advertir al piloto a distancia sobre cualquier tránsito importante.

13.7.7 Deberían evaluarse los aspectos de actuación humana para determinar los métodos óptimos de apoyar el requisito del piloto a distancia de mantenerse alejado del tránsito y evitar colisiones. Los pilotos a distancia deben estar capacitados para interpretar la presentación visual del tránsito y toda la orientación y alertas requeridas para ver y evitar otras aeronaves.

---

## Capítulo 14

# INTEGRACIÓN DE LAS OPERACIONES RPAS EN LA ATM Y PROCEDIMIENTOS ATM

### 14.1 RESEÑA

1.4.1.1 En este capítulo se proporciona orientación a los Estados, ANSP, autoridades de reglamentación e industria con respecto a la introducción segura de operaciones RPAS en el sistema de navegación aérea. El ámbito de esta sección se limitará a las siguientes áreas:

- a) recomendación de mejores prácticas y procedimientos que puedan aplicarse para la segura integración de los RPAS, teniendo en cuenta las actuales limitaciones tecnológicas;
- b) identificación de las mejores prácticas actuales para consideración por los Estados y organizaciones de normalización aeronáutica (p. ej., RSOO, RTCA, EUROCAE); y
- c) operaciones en el espacio aéreo no segregado, controlado y no controlado.

14.1.2 Los siguientes elementos no corresponden al ámbito de este capítulo:

- a) operaciones terrestres (véase 15.4); y
- b) operaciones en el espacio aéreo segregado.

### 14.2 PRINCIPIOS DE INTEGRACIÓN

14.2.1 La integración de RPA en el espacio aéreo no segregado será un proceso gradual que se basa en avances tecnológicos y elaboración de procedimientos conexos. El proceso se inicia con el acceso limitado al espacio aéreo y, si bien algunas RPA pueden, en última instancia, ser capaces de integrarse en forma fluida con los vuelos tripulados, muchas otras pueden no serlo.

14.2.2 Cuando se añade un nuevo tipo de usuario del espacio aéreo al sistema de navegación aérea existente, debe considerarse la minimización del riesgo a todos los usuarios del espacio aéreo. Los Estados y los proveedores de servicio sometidos a supervisión deberían, por consiguiente, aplicar principios y análisis de gestión de la seguridad operacional a la introducción de operaciones RPAS. Estos principios y análisis deberían reflejar las novedades en curso en materia de capacidades de los RPAS.

14.2.3 Las operaciones RPAS deberían conformarse a los requisitos de espacio aéreo existentes. Estos requisitos de espacio aéreo comprenden, entre otros, requisitos de comunicaciones, navegación y vigilancia, separación respecto del tránsito y distancias respecto de las nubes.

14.2.3.1 *Espacio aéreo controlado.* Para que una RPA pueda integrarse al espacio aéreo controlado o no segregado, debe poder cumplir con los procedimientos ATM existentes. En el caso en que no sea posible el pleno cumplimiento, las autoridades aeronáuticas o los ANSP deberían considerar nuevos procedimientos ATM en consulta

con el explotador del RPAS y representantes de otros grupos de usuarios del espacio aéreo. Todo nuevo procedimiento ATM debería mantenerse tan acorde como sea posible con los de los vuelos tripulados a efectos de minimizar perturbaciones del sistema ATM.

14.2.3.2 *Espacio aéreo no controlado.* Para que una RPA pueda integrarse en el espacio aéreo no controlado y no segregado, deberá ser capaz de interactuar con otros usuarios del espacio aéreo, sin afectar la seguridad o la eficiencia de las operaciones de vuelo existentes.

### **Requisitos del espacio aéreo**

14.2.4 Los requisitos operacionales y de equipamiento de las RPA se registrarán, al igual que en la aviación tripulada, por la clase de espacio aéreo en la que estarán operando. En el Anexo 11 — *Servicios de tránsito aéreo* se definen las clases de espacio aéreo.

### **Fases de despegue y aterrizaje**

14.2.5 Los RPAS pueden operar en condiciones VMC o IMC, y se aplicarán las restricciones VFR e IFR conexas correspondientes a las aeronaves tripuladas. Estas operaciones también pueden realizarse de los VLOS o los BVLOS dependiendo de la capacidad del RPAS involucrado. De particular destaque es el requisito de que el explotador RPAS pueda determinar las condiciones meteorológicas en las que una RPA estará operando durante estas fases, a efectos de asegurar que la aeronave en verdad vuela con arreglo a las reglas de vuelo aplicables.

### **Fase en ruta**

14.2.6 Los requisitos operacionales, de equipamiento y performance impuestos al RPAS dependerán también de la clase de espacio aéreo a través de la cual la RPA estará transitando así como de cualquier requisito adicional prescrito para el espacio aéreo u operación en cuestión (p. ej., RVSM, PBN, equipo de radio capaz de separación de canales de 8,33 KHz).

### **VFR**

14.2.7 El piloto a distancia o el explotador de RPAS deberá poder evaluar las condiciones meteorológicas a lo largo del vuelo. En caso de que la RPA en un vuelo VFR, encuentre IMC, deberán tomarse medidas apropiadas.

### **IFR**

14.2.8 El RPAS debe estar equipado con instrumentos adecuados y con equipo de navegación apropiado a la ruta que ha de volarse.

### **Comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS)**

14.2.9 Idealmente, los requisitos de funcionalidad y performance para las RPA deberían ser equivalentes a los establecidos para las aeronaves tripuladas y adecuados al espacio aéreo dentro del cual vuela la aeronave y donde se proporcione ATS. Los requisitos de performance y equipamiento serán determinados por factores relacionados con el entorno operacional que pueden también incluir clase de espacio aéreo, proximidad respecto de zonas densamente pobladas, terreno, etc.

### Operaciones con transpondedor

14.2.10 En la mayoría de los casos, las RPA deberán cumplir las reglas de funcionamiento de transpondedores existentes en la misma forma que las aeronaves tripuladas y según lo requiera la clase del espacio aéreo dentro del cual estarán volando. No obstante, al igual que con las operaciones tripuladas actuales, pueden haber circunstancias que exijan una desviación respecto de las prácticas existentes debido al contexto en que una RPA en particular estará volando, como operaciones a baja altitud dentro de áreas en las que no hay aeronaves tripuladas volando. Si bien es imposible identificar a todas las posibles circunstancias en las cuales esto sería aceptable, estas excepciones deberían considerarse de la misma forma que la solicitud de una aeronave tripulada de volar sin transpondedor.

### Procedimientos específicos de los RPAS

14.2.11 El procedimiento de enlace C2 perdido, específico de los RPAS, necesita un enfoque también específico con respecto al funcionamiento del transpondedor. La pérdida de enlace C2 no constituye necesariamente una situación de emergencia que justificaría establecer el código 7700 del Modo A o el modo de emergencia de la ADS-B, no obstante el uso del código 7600 o el modo de emergencia específico de la ADS-B que indica una falla en las comunicaciones orales pueden ser igualmente inapropiados. Podría justificarse un nuevo código no discreto para uso de las RPA a efectos de indicar la pérdida del enlace C2.

14.2.12 Se prevé que las RPA utilicen el código 7700 del Modo A o el modo de emergencia ADS-B equivalente para las emergencias que son comunes a las aeronaves tripuladas (p. ej., falla de motor), pero también debería considerarse las circunstancias que son específicas de las RPA (p. ej., terminación de vuelo). Los procedimientos que abarcan la coordinación con el ATC con respecto a la transición de un código a otro deben identificarse claramente para asegurar que existe una comprensión común así como prohibiciones sobre la forma en que la RPA operará en una determinada situación.

## 14.3 REGLAS DE VUELO

### Derecho de paso

14.3.1 Al igual que las aeronaves tripuladas, las RPA deben cumplir las reglas del Anexo 2 sobre el derecho de paso y RWC respecto de otras aeronaves (tripuladas o no tripuladas). Deben evitar pasar por encima, por debajo o por delante de otra aeronave, a menos que lo hagan a suficiente distancia y que tengan en cuenta el efecto de la estela turbulenta de dicha aeronave. Debido al tamaño relativamente pequeño y a la baja perceptibilidad de algunas RPA, puede ser difícil para los pilotos de las aeronaves tripuladas y otros pilotos a distancia captar visualmente la RPA.

### Requisitos de performance de los RPAS

14.3.2 Las características de performance de los RPAS exigirán consideración adicional cuando se planifique su integración en el sistema ATM, dado que sus características de performance afectarán la forma en que los proveedores ATS gestionan su integración con el tránsito convencional. Por ejemplo, las RPA en vuelos de mucha altitud y larga duración (HALE) que normalmente operan a velocidades inferiores en el ascenso a niveles de vuelo elevados y descenso de los mismos, pasan a través de niveles en los cuales las aeronaves tripuladas vuelan en crucero a altas velocidades. Esta diferencia de velocidades puede plantear desafíos a la separación en un entorno mixto.

14.3.3 Los tiempos de respuesta a las instrucciones de control (p. ej., el tiempo entre la expedición de una instrucción por el ATC, el cumplimiento de la misma por el piloto a distancia y la respuesta de la RPA a las entradas en los mandos) pueden afectar la capacidad del controlador de apoyar operaciones RPA si se asignan a una única aeronave una excesiva cantidad de recursos. Esto también puede ser resultado de otras características de performance

como la de ascenso, descenso velocidad de viraje que pueden diferir considerablemente de las de aeronaves convencionales. Por lo tanto, será fundamental que el ATCO tenga conocimiento de estas performances insuficientes y que las prevea para planificar en consecuencia. Las instrucciones convencionales como “acelere” e “inmediato” pueden no resultar prácticas en muchos casos.

14.3.4 Los ATCO deben tener el conocimiento general de las características de performance de las RPA y estar familiarizados con características específicas de las RPA que vuelan en el espacio aéreo. Deberían considerarse las siguientes características de performance:

- a) velocidad;
- b) velocidades verticales de ascenso y descenso o velocidades de viraje;
- c) estela turbulenta;
- d) duración;
- e) latencia; y
- f) efectos del ángulo de inclinación lateral en la capacidad y fiabilidad del enlace C2 y de comunicaciones ATC.

### **Procedimientos ATM**

14.3.5 La ausencia de un piloto a bordo exigirá ciertos procedimientos específicos para la integración de las RPA en el espacio aéreo no segregado. En la mayor medida posible, los procedimientos deberían ser idénticos a los elaborados para las aeronaves tripuladas.

14.3.6 Entre los aspectos que deberán considerarse para integrar los vuelos RPA están los siguientes:

- a) planificación de vuelo:
  - 1) designadores de tipo RPA;
  - 2) fraseología (para utilizar con o por el ATC);
- b) vuelos VFR:
  - 1) normas de separación;
  - 2) reglas de derecho de paso;
- c) vuelos IFR:
  - 1) normas de separación;
  - 2) reglas de derecho de paso;
- d) procedimientos de contingencia y emergencia:
  - 1) falla del enlace C2;

- 2) falla de comunicaciones ATC con el piloto a distancia; y
- 3) procedimientos de interceptación o cumplimiento de las normas de defensa aérea.

### Plan de vuelo

14.3.7 Los explotadores de RPAS deberán presentar sus planes de vuelo con arreglo al Anexo 2.

14.3.8 Los designadores de tipo de aeronave deberán establecerse y documentarse en el documento *Aircraft Type Designators* (Designadores de tipo de aeronave) (Doc 8643). Mientras esto no se hace, debería ingresarse "ZZZZ" en la casilla 9 del formulario del plan de vuelo y especificarse el tipo de RPA en la casilla 18, con arreglo al Doc 4444, PANS-ATM.

14.3.9 Debido a la capacidad limitada del plan de vuelo, los ANSP deberán considerar la forma de transmitir a los ATCO y a los especialistas responsables del espacio aéreo por el que vuela la RPA, la información específica relativa al vuelo, en particular con respecto a los procedimientos de enlace C2 perdido.

### Instrucción de los controladores

14.3.10 Los ATCO deben adaptarse a tecnologías de emergencia y a nuevos reglamentos que afectan tanto al espacio aéreo como las características de performance de la aeronave. La introducción de las RPA en el espacio aéreo no segregado exigirá un programa global de instrucción que proporcione a los controladores los conocimientos y herramientas necesarias para asegurar la segura integración de las RPA en el sistema ATM. Esta instrucción debería comprender las diferencias inherentes entre las RPA y las aeronaves tripuladas convencionales, desde las características de performance hasta las comunicaciones del piloto a distancia y los procedimientos de contingencia o emergencia.

14.3.11 En el siguiente esbozo genérico de instrucción se proporcionan sectores de conocimiento de las RPAS que deberían considerarse y abarcarse en un programa global de instrucción para los ATCO:

- a) información sobre el sistema RPAS:
  - 1) terminología y fraseología;
  - 2) arquitectura de los RPAS: RPA, RPS, enlace C2, métodos de comunicaciones ATC, piloto a distancia, observador de RPA;
  - 3) características de performance de las RPA:
    - i) velocidad, velocidades verticales de ascenso y descenso y velocidades de viraje;
    - ii) consecuencias de la estela turbulenta;
    - iii) altitudes de operación;
    - iv) altitud mínima de visibilidad directa;
- b) características operacionales:
  - 1) capacidad DAA;

- 2) control directo, control por piloto automático y control por puntos de recorrido;
  - 3) operación VLOS y operación BVLOS;
  - 4) procedimientos de transferencia de la RPS (internos y externos);
  - 5) transparencia para el ATC;
  - 6) capacidades de actuación humana del piloto a distancia relativas al ATC;
- c) conceptos de operación;
- d) tipos de operación;
- e) especificidades operacionales:
- 1) prioridades;
  - 2) elementos y presentación del plan de vuelo;
  - 3) procedimientos de aeródromo;
  - 4) rodaje;
  - 5) concepto de funambulismo aéreo;
  - 6) control por piloto a distancia;
  - 7) lanzamiento y despegue;
  - 8) sistemas automáticos de despegue y aterrizaje;
  - 9) procedimientos de ascenso y ascenso en espera;
  - 10) procedimientos de tránsito en espacio aéreo;
  - 11) recuperación;
  - 12) circuito;
  - 13) aterrizaje;
- f) operaciones civiles y militares;
- g) requisitos de espacio aéreo y procedimientos específicos de las RPA:
- 1) capacidad de aceptar autorizaciones de separación visual;
  - 2) requisitos generales de procedimientos ATC;
  - 3) consecuencias transfronterizas;
  - 4) normas de separación e información de tránsito;

- 5) capacidad de alerta de conflicto;
- h) comunicaciones:
  - 1) enlace C2;
  - 2) procedimientos radiotelefónicos;
  - 3) tiempos de respuesta;
  - 4) RLOS versus satélite/retransmisión (basada en tierra o a bordo);
  - 5) enlace de datos versus enlace de voz en ATC;
- i) escenarios de contingencia y emergencia:
  - 1) operaciones de contingencia;
  - 2) problemas de suministro energético; y
  - 3) procedimientos de emergencia.

#### **14.4 SMS DE LOS ANSP**

14.4.1 Los ANSP deberían aplicar un enfoque de gestión de la seguridad operacional para determinar la forma de integrar las RPA en su espacio aéreo incluyendo una evaluación de la identificación de peligros y gestiones de riesgos relacionadas con los tipos de operaciones previstos. Esto podría comprender el diseño del espacio aéreo, volumen y complejidad del tránsito, procedimientos de operación, condiciones meteorológicas, etc.

14.4.2 Los temas siguientes justifican su consideración por los Estados y los ANSP en la elaboración de sus respectivos planes de integración de RPA.

#### **Complejidad del tránsito**

14.4.3 La operación de las RPA dentro de un espacio aéreo puede aumentar la complejidad del tránsito en el mismo. Si múltiples RPA se encuentran en un área particular al mismo tiempo, la complejidad puede aumentar mucho más que la introducción de múltiples aeronaves tripuladas. Los ANSP deberían considerar, caso por caso, si las características de la operación de RPAS, incluyendo performance de vuelo, métodos de comunicación, etc., puede apoyarse sin recursos o procedimientos adicionales.

#### **Latencia de la respuesta de la RPA**

14.4.4 Los tiempos de respuesta de las RPA a las instrucciones de control expedidas por el ATCO pueden ser más prolongados que los correspondientes de las aeronaves tripuladas en el espacio aéreo. Las consecuencias de esto deberían evaluarse para determinar si los ATCO pueden planear y expedir instrucciones en un marco temporal aceptable para obtener las acciones deseadas.

### **Perceptibilidad**

14.4.5 Debido al tamaño relativamente pequeño y baja perceptibilidad de algunas RPA, puede ser difícil para los ATCO, pilotos de aeronaves tripuladas y otros pilotos a distancia lograr contacto visual con la RPA. También puede ser difícil otorgar autorizaciones condicionales o transmitir eficazmente información de tránsito a otros usuarios del espacio aéreo con referencia a las RPA. Esto puede afectar el número y tipo de autorizaciones expedidas y, posteriormente, la seguridad operacional y la eficiencia del espacio aéreo. Las autoridades ATS y los ANSP deberían tener muy en cuenta lo anterior al otorgar permisos para integrar operaciones RPA en el espacio aéreo no segregado. Uno de los factores que han de considerarse será el número y la complejidad de las operaciones dentro del volumen de espacio aéreo particular.

### **Método de comunicación no estándar**

14.4.6 Para las pequeñas RPA, debido a los retos planteados por RLOS, el piloto a distancia puede tener que comunicarse con el ATC por medios distintos a la radiofrecuencia (RF) VHF/HF publicada para el espacio aéreo en el cual estará operando la RPA. Antes de aprobar el uso de un método de comunicación no estándar, el ANSP debería evaluar las consecuencias respecto a la situación general del tránsito para el espacio aéreo y para la capacidad del ATCO de gestionar eficazmente diferentes métodos de comunicación.

### **RPA sensibles a condiciones meteorológicas peligrosas**

14.4.7 Las RPA pequeñas pueden ser más sensibles a las condiciones meteorológicas peligrosas debido a su baja masa máxima de despegue (MTOM) y, más concretamente, a la carga de ala/potencia de la aeronave.

### **Aceptación por los usuarios del espacio aéreo y los ATCO**

14.4.8 Pueden haber problemas de compatibilidad en términos de procedimientos de operación y demandas de acceso al espacio aéreo entre explotadores de aeronaves tripuladas y no tripuladas. Se recomienda que los programas de extensión de la comunidad aeronáutica encaren esta brecha de conocimientos para los ATCO y usuarios del espacio aéreo a efectos de asegurar una conciencia mutua de las características de performance de las RPA y de los tipos de operación que estarán realizando, etc. Los explotadores de RPAS deberán participar activamente en estos programas para compartir información y contribuir a la integración eficaz de las RPA.

---

# Capítulo 15

## USO DE AERÓDROMOS

### 15.1 RESEÑA

En el presente capítulo se analizan cuestiones relativas a la integración de las operaciones RPAS en los aeródromos disponibles para el uso público.

### 15.2 GENERALIDADES

La integración de las RPA en las operaciones de aeródromo exigirá que el piloto a distancia identifique, en tiempo real, la disposición física del aeródromo y equipo conexo, como la iluminación y señales de aeródromo, de modo de poder maniobrar la aeronave en condiciones de seguridad y correctamente, independientemente de la ubicación de la RPS. Para lograr este objetivo, se necesitarán progresos en tecnología y procedimientos, p. ej., vigilancia, detección y otros sistemas o métodos, internos o externos a la RPA, capaces de proporcionar suficiente conciencia y resolución para permitir que el piloto a distancia opere la RPA en condiciones de seguridad sin provocar perturbaciones indebidas en otro tránsito.

### 15.3 ANEXO 14 Y APLICACIÓN DE ESPECIFICACIONES DE AERÓDROMO A LAS RPA

15.3.1 En el Anexo 14 — *Aeródromos* se establecen especificaciones para los aeródromos y se requiere que los Estados certifiquen, mediante un marco normativo apropiado, los aeródromos utilizados para operaciones internacionales de conformidad con las especificaciones contenidas en el Anexo y otras especificaciones pertinentes de la OACI. El Anexo 14 también requiere que el marco normativo de los aeródromos incluya el establecimiento de criterios y procedimientos para la certificación de aeródromos y recomienda que los Estados certifiquen los aeródromos disponibles para el uso público.

15.3.2 Los Estados deberán determinar si las RPA pueden integrarse en condiciones de seguridad sin presentar nuevos peligros a las aeronaves tripuladas o imponer nuevas cargas a las mismas. También deberán evaluar la aplicabilidad de las especificaciones sobre aeródromos a las operaciones de RPA.

### 15.4 CUESTIONES DE INTEGRACIÓN EN LOS AERÓDROMOS

Entre las varias características específicas de las RPA que pueden afectar las operaciones de aeródromo y que deberían ser consideradas por los Estados, explotadores de aeródromos, explotadores de RPAS y fabricantes están las siguientes:

- a) capacidad de las RPA de detectar carteles y señales de aeródromo;

- b) capacidad de las RPA de evitar colisiones durante la ejecución de maniobras;
- c) capacidad de las RPA de cumplir las instrucciones del ATC en vuelo o en el área de maniobras (p. ej., “siga al Cessna 172 verde” o “cruce detrás del A320 de Air France”);
- d) aplicabilidad de los mínimos de aproximación por instrumentos a las operaciones de RPA;
- e) necesidad de contar con observadores de RPA en los aeródromos para ayudar al piloto a distancia con los requisitos anticolidión;
- f) consecuencias de las RPA respecto de los requisitos de certificación de aeródromos;
- g) infraestructura, como ayudas para la aproximación, vehículos de servicios de escala, ayudas para el aterrizaje, ayudas para el lanzamiento o la recuperación;
- h) requisitos de salvamento y extinción de incendios para las RPA (y RPS, si corresponde);
- i) integración de las RPA con las aeronaves tripuladas en las cercanías del área de movimiento del aeródromo o en la propia área; y
- j) repercusiones para el aeródromo del equipo específico de RPAS.

## 15.5 ENTORNO DE AERÓDROMO CONTROLADO

15.5.1 Para integración de las RPA en aeródromos controlados en los que se proporcionan servicios ATC para el flujo seguro, ordenado y expedito del movimiento de aeronaves y vehículos, el RPAS deben tener capacidad de comunicar y maniobrar en forma similar a las aeronaves tripuladas.

15.5.2 Los pilotos a distancia que operan en aeródromos controlados deben mantener comunicaciones en ambos sentidos con el ATC y reconocer y cumplir las instrucciones ATC en vuelo y en la superficie. Los pilotos a distancia deben ser capaces de cumplir todas las instrucciones durante todas las fases de las operaciones relacionadas con las operaciones de aeródromo, p. ej., despegue, aproximación y aterrizaje y maniobras en plataformas, calles de rodaje y pistas.

15.5.3 Las RPA deberán poder cumplir las indicaciones de señales, iluminación y carteles de aeropuerto y responder, según corresponda para mantener la seguridad operacional a medida que cambian las condiciones de la superficie del aeródromo. Se requerirán modos de evitar personas, aeronaves, vehículos, edificios y obstáculos en las áreas de movimiento en las superficies designadas o en sus cercanías así como evitar zonas restringidas u otras no destinadas a aeronaves.

## 15.6 SERVICIO DE INFORMACIÓN DE VUELO DE AERÓDROMO (AFIS)

15.6.1 Para la integración de las RPA en aeródromos no controlados con AFIS utilizados para la aviación general internacional, las RPA deberían ser capaces de operar en la misma forma que las aeronaves tripuladas. Los pilotos a distancia deben poder comunicarse con el funcionario AFIS en forma oportuna y eficaz para pasar y recibir información de tránsito relacionada con la seguridad operacional. Los requisitos para que los pilotos a distancia identifiquen y cumplan las indicaciones de las señales y carteles de aeropuerto y maniobrar en forma segura y eficiente entre otras aeronaves y otros usuarios del aeropuerto serán los mismos que los correspondientes a las operaciones en aeródromos controlados. En la *Circular sobre servicio de información de vuelo de aeródromo (AFIS)* (Cir 211) se proporciona información adicional sobre los aeródromos dotados de AFIS.

---

### **Aeródromos para RPA solamente**

15.6.2 Los Estados pueden decidir establecer aeródromos que estarían disponibles para operaciones RPAS solamente.

### **Plan de respuesta a emergencias en aeródromos**

15.6.3 En los aeródromos deberían establecerse planes de respuesta a emergencias, conmensurables con las operaciones de aeronaves y otras actividades realizadas en dicho aeródromo. En el plan deberá estipularse la coordinación de medidas que han de adoptarse en caso de emergencia tanto en el aeródromo como en sus cercanías inmediatas.

### **Sistema de gestión de la seguridad operacional del explotador del aeródromo**

15.6.4 Quizás deban enmendarse los sistemas de gestión de la seguridad operacional del explotador del aeródromo para incluir requisitos adicionales como resultado de la introducción de operaciones RPA en el aeródromo.

---



## Apéndice A

### FORMULARIO DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN

*Nota.— Para obtener detalles sobre cómo llenar este formulario, así como sobre definiciones de acrónimos y abreviaturas, véase la sección sobre información necesaria para la evaluación de la autorización, que se presenta a continuación del mismo.*

<b>Información sobre el explotador de RPAS</b>		
1. Nombre del explotador de RPAS: _____		
2. Estado del explotador de RPAS: _____		
3. Dirección postal: _____ _____		
4. Números de contacto:    tel.: _____    tel. celular (móvil): _____ fax: _____		
5. Correo-e: _____		
6. Estado del explotador de RPAS, número de certificado de explotador de RPAS _____ (adjúntese copia del certificado de explotador de RPAS). Documentos sustitutivos (adjúntense copias).		
<b>Información sobre el RPAS</b>		
7. Estado de matrícula y matrícula de aeronave (adjúntense copias del certificado de matrícula y certificado de aeronavegabilidad). _____		
Documentos de aeronavegabilidad sustitutivos (adjúntense copias).		
8. Número de licencia de estación de radio de aeronave (adjúntese copia de la licencia de estación de radio de aeronave):		
9. Certificado de homologación acústica (adjúntese copia del certificado).		
<b>Información sobre los pilotos a distancia y observadores de RPA</b>		
10. Nombre:	11. Tipo y número de licencia o certificado (adjúntense copias de licencias o certificados):	12. Experiencia del piloto a distancia u observador de RPA (proporciónese descripción detallada):
a)	a)	a)
b)	b)	b)
c)	c)	c)
d)	d)	d)

e)	e)	e)
f)	f)	f)

**Características de performance de la RPA (incluyendo unidades de medida apropiadas)**  
(adjúntese imagen o bosquejo de la RPA)

13. Tipo de aeronave: \_\_\_\_\_ 14. Masa máxima de despegue: \_\_\_\_\_ 15. Categoría de estela turbulenta: \_\_\_\_\_

16. Número y tipo de motores: \_\_\_\_\_ 17. Dimensiones de la RPA (envergadura/diámetro del rotor: \_\_\_\_\_ 18. Velocidad máxima: \_\_\_\_\_

19. Velocidad mínima: \_\_\_\_\_ 20. Velocidad de crucero: \_\_\_\_\_

21. Velocidades verticales de ascenso: \_\_\_\_\_ 22. Normal y máxima: \_\_\_\_\_

23. Velocidades de viraje normal y máxima: \_\_\_\_\_ 24. Autonomía máxima de la aeronave: \_\_\_\_\_

25. Otros datos de performance pertinentes o información a declarar (altitud operacional máxima): \_\_\_\_\_

26. Capacidad CNS (incluyendo otros medios de comunicación con las estaciones de piloto a distancia):  
Comunicaciones: CPDLC  VHF  UHF  SATCOM  HF  Teléfono: fijo  móvil   
Navegación: DME  VOR  GNSS  ADF  ILS  GBAS  RNAV \_\_\_\_\_ RNP \_\_\_\_\_ RVSM \_\_\_\_\_  
Vigilancia: modos de transpondedor: \_\_\_\_\_ ADS-B  ADS-C  ACAS   
Otros: \_\_\_\_\_

27. Capacidad de detectar y evitar: \_\_\_\_\_

**Operaciones**

28. Finalidad de la operación: \_\_\_\_\_

29. Identificación de la aeronave que se utilizará en radiotelefonía, si corresponde: \_\_\_\_\_

30. Fecha de los vuelos: \_\_\_\_\_ 31. Duración/frecuencia de los vuelos: \_\_\_\_\_

32. Reglas de vuelo: I  V  Y  Z  33. Tipo de operación: VLOS  BVLOS

34. Número y emplazamiento de las estaciones de piloto a distancia: \_\_\_\_\_

35. Procedimientos de transferencia entre estaciones de piloto a distancia: \_\_\_\_\_

36. Punto de salida: \_\_\_\_\_ 37. Punto de destino: \_\_\_\_\_

38. Requisitos de despegue y aterrizaje: \_\_\_\_\_

39. Ruta: \_\_\_\_\_ 40. Nivel de crucero: \_\_\_\_\_

41. Información o descripción de la carga útil: \_\_\_\_\_

#### Uso de capacidades de comunicación

42. Comunicaciones ATS: \_\_\_\_\_

43. Enlace de mando y control (C2): \_\_\_\_\_

44. Comunicaciones entre piloto a distancia y observador de RPA, si corresponde: \_\_\_\_\_

45. Enlace de datos de carga útil: \_\_\_\_\_

#### Procedimientos de contingencia y emergencia

46. Pérdida de enlace C2 (parcial o total): \_\_\_\_\_

47. Falla de las comunicaciones ATC (parcial o total): \_\_\_\_\_

48. Fallas de las comunicaciones con piloto a distancia u observador RPA: \_\_\_\_\_

49. Otras emergencias: \_\_\_\_\_

#### Medidas de seguridad y protección relacionados con la operación de RPA

50. Seguridad física de las estaciones de piloto a distancia: \_\_\_\_\_

51. Seguridad física de las RPA en tierra: \_\_\_\_\_

52. Seguridad y protección del enlace C2: \_\_\_\_\_

#### Seguro de responsabilidad civil y otros

53. Número de documento de la póliza de seguro  
(adjúntense copias del documento de seguro de responsabilidad civil y seguros de otros tipos): \_\_\_\_\_

54. Adjuntos:

- copia del certificado de matrícula (uno para cada RPA)
- copia del certificado de aeronavegabilidad (una para cada RPA)
- copia de certificados de componentes de RPAS conexos
- copia de aprobación de RPAS
- copia de certificado del explotador de RPAS
- copia de las licencias de estación de radio de aeronave
- copia de licencias o certificados de pilotos a distancia y observadores de RPA
- copia de todas las especificaciones de operaciones pertinentes
- imagen fotográfica de la RPA
- copia de los procedimientos de emergencia del manual de vuelo de las RPA
- copia de los documentos de seguros de la instalación
- copia del certificado de homologación acústica de la RPA
- otros adjuntos

55. Firma del solicitante: \_\_\_\_\_

56. Fecha: \_\_\_\_\_

## INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA AUTORIZACIÓN

(para el llenado del formulario de solicitud de autorización)

### Información sobre el explotador de RPAS

- Punto 1. Nombre del explotador de RPAS — indíquese el nombre de la persona, organización o empresa que se dedica, o propone dedicarse, a la explotación de RPAS.
- Punto 2. Estado del explotador de RPAS — indíquese el Estado en el que está ubicada la oficina principal del explotador o, de no haber tal oficina, la residencia permanente del explotador.
- Punto 3. Dirección postal — indíquese la dirección postal del explotador.
- Punto 4. Números de contacto — indíquense el número de teléfono, de teléfono celular (móvil) y de fax actuales del explotador.
- Punto 5. Dirección de correo-e — indíquese la dirección de correo electrónico actual del explotador.
- Punto 6. Estado del explotador de RPAS y número de certificado de explotador de RPAS — indíquese el Estado del explotador de RPAS y el número que figura en el certificado del explotador de RPAS.

### Información sobre el RPAS

- Punto 7. Estado de matrícula y matrícula de la aeronave — indíquese el nombre del Estado en cuyo registro de matrículas se ha ingresado la RPA así como las marcas de matrícula de la aeronave. Deben adjuntarse copias del certificado de matrícula y los certificados de aeronavegabilidad expedidos por el Estado. Deben indicarse los títulos específicos de todo documento de aeronavegabilidad sustitutivo. Estos pueden comprender, por ejemplo, un permiso de vuelo temporario.
- Punto 8. Número de licencia de estación de radio de aeronave — indíquese el número de licencia de estación de radio de aeronave. Si las estaciones de piloto a distancia contienen una estación de radio de aeronave, indíquese también el número de licencia correspondiente.
- Punto 9. Certificado de homologación acústica — indíquese el título y número del documento que prueba la homologación acústica de la RPA con arreglo a las normas aplicables especificadas en el Anexo 16 — *Protección del medio ambiente*, Volumen I — *Ruido de las aeronaves*, si corresponde.

### Información sobre pilotos a distancia y observadores de RPA

- Punto 10. Nombre — indíquense los nombres de los pilotos a distancia que operarán los RAPS y de los observadores de RPA.
- Punto 11. Tipo y número de licencia o certificado — indíquense las licencias o certificados expedidos por el Estado para los pilotos a distancia certificando sus cualificaciones respectivas.
- Punto 12. Experiencia del piloto a distancia o del observador de RPA (descripción detallada) — indíquense la experiencia en RPA o conexas (p. ej., tripulada) de los pilotos a distancia y, si corresponde, de los observadores de RPA.

**Características de performance de las RPA (incluyendo unidades de medida apropiadas)**

Indíquense las características básicas de performance de la RPA utilizando las unidades de medida pertinentes especificadas por el Estado.

Punto 13. Tipo de aeronave — indíquese el tipo de aeronave y adjúntese una representación o imagen fotográfica de la RPA.

Punto 14. Masa máxima de despegue — indíquese la masa máxima de despegue certificada.

Punto 15. Categoría de estela turbulenta — indíquese la categoría de estela turbulenta correspondiente a la RPA, con arreglo al documento *Aircraft Type Designators* (Doc 8643).

Punto 16. Número y tipo de motores — indíquense el número y tipo de motores.

Punto 17. Dimensiones de la RPA (envergadura/diámetro de rotor) — indíquense la envergadura o el diámetro del rotor principal o, en el caso de giroaviones con más de un rotor, indíquese la anchura máxima.

Punto 18. Velocidad máxima — indíquense la velocidad operacional máxima de la RPA.

Punto 19. Velocidad mínima — indíquense la velocidad operacional mínima de la RPA.

Punto 20. Velocidad del crucero — indíquense la velocidad del crucero de la RPA.

Punto 21. Velocidades verticales de ascenso normal y máxima — indíquense la velocidad vertical operacional normal y la velocidad vertical de ascenso máxima de la RPA.

Punto 22. Velocidades verticales de descenso normal y máxima — indíquense la velocidad vertical de descenso operacional normal y la velocidad vertical de descenso máxima de la RPA.

Punto 23. Velocidades de viraje normal y máxima — indíquense la velocidad de viraje operacional normal y la velocidad de viraje máxima de la RPA.

Punto 24. Autonomía máxima de la aeronave — indíquense la autonomía máxima de la RPA.

Punto 25. Otros datos de performance pertinentes o información a declarar — inclúyase cualquier otro dato de performance que requiera la autoridad de aprobación o la dependencia ATS.

Punto 26. Capacidades CNS (incluyendo otros medios de comunicación con las estaciones de piloto a distancia). Márquense las casillas aplicables e indíquense el equipo y capacidades del RPAS. Este punto puede comprender las capacidades de comunicación o vigilancia entre la RPA y la estación de piloto a distancia, entre la RPA y la dependencia ATS, entre la estación de piloto a distancia y la dependencia ATS y entre el observador de RPA y el piloto a distancia. También comprende las aprobaciones operacionales para PBN, es decir RNAV y RNP, así como la separación vertical mínima reducida (RVSM), si corresponde.

Punto 27. Capacidades de detectar y evitar — describanse el equipo, las capacidades y las limitaciones que hubiere.

**Operaciones**

Punto 28. Propósito de la operación — indíquense las razones para realizar un vuelo de RPA o una serie de vuelos: p ej. relevamiento topográfico aéreo, estudio meteorológico, fotografía aérea, experimentos científicos, entrega de carga.

- Punto 29. Identificación de la aeronave — indíquese el distintivo de llamada que se ha de utilizar en radiotelefonía.
- Punto 30. Fecha de los vuelos — indíquense las fechas en las que se realizarán los vuelos.
- Punto 31. Duración y frecuencia de los vuelos — indíquense la duración del vuelo y también el número de vuelos que se realizarán dentro de las fechas de vuelo indicadas en el punto 30.
- Punto 32. Reglas de vuelo IFR/VFR — márchese la casilla pertinente para indicar la categoría de reglas de vuelo que se prevé el piloto a distancia cumpla: / si es IFR; V si es VFR; Y si es IFR primero; Z si es VFR primero.
- Punto 33. Tipo de operación VLOS/BVLOS — márchese la casilla pertinente.
- Punto 34. Número y emplazamientos de las estaciones de piloto a distancia — indíquense el número y emplazamientos de las estaciones de piloto a distancia.
- Punto 35. Procedimientos de transferencia entre estaciones de piloto a distancia — descríbanse los procedimientos de transferencia de una estación de piloto a distancia a otra cuando más de una esté involucrada.
- Punto 36. Punto de salida — indíquense el nombre y el designador de cuatro letras de la OACI del aeródromo de salida. En caso de que la salida no se ejecute desde un aeródromo, inclúyanse las coordenadas del lugar específico con arreglo a formato WGS-84.
- Punto 37. Punto de destino — indíquense el nombre y el designador de cuatro letras de la OACI del aeródromo de destino. En el caso en que el destino no sea un aeródromo, inclúyanse las coordenadas del lugar específico, con arreglo al formato WGS-84.
- Punto 38. Requisitos de despegue y aterrizaje — descríbase la forma en que la RPA despegará (p. ej., vertical, con recorrido, catapulta) y aterrizará (p. ej., vertical, recorrido, despliegue de paracaídas, red). Debería incluirse también información adicional como el despliegue de personal de seguridad operacional durante la fase de despegue y aterrizaje.
- Punto 39. Ruta — indíquese la ruta de vuelo planificada.
- Punto 40. Nivel de crucero — indíquese los niveles de crucero previstos que se han de mantener durante cada tramo del vuelo.
- Punto 41. Información y descripción de la carga útil — indíquense toda carga útil o equipo que ha de transportarse en la RPA. Esto comprende equipo que, si no es esencial para el vuelo, puede utilizarse para fines específicos durante éste (p. ej., equipo fotográfico).

*Nota.— El funcionamiento de algún tipo de equipo o el transporte de mercancías peligrosas puede estar sujeto a requisitos legislativos especiales.*

### **Uso de capacidades de comunicación**

- Punto 42. Comunicaciones ATS — especifíquense los métodos previstos de comunicación entre los servicios de tránsito aéreo y los pilotos a distancia, p. ej., voz VHF, enlace de datos, teléfono.
- Punto 43. Enlace de mando y control (C2) — descríbase el tipo de enlace de datos que ha de utilizarse entre la aeronave pilotada a distancia y la estación de piloto a distancia para fines de gestión del vuelo.

Punto 44. Comunicaciones entre el piloto a distancia y el observador de RPA — especifíquense los medios de comunicación entre el piloto a distancia y el observador de RPA, si corresponde.

Punto 45. Enlace de datos de la carga útil — indíquense especificaciones, la frecuencia y la potencia de salida utilizada para el enlace de datos entre la aeronave pilotada a distancia y la estación de piloto a distancia (o estación de carga útil) para fines distintos a la gestión del vuelo.

### **Procedimientos de contingencia y emergencia**

Punto 46. Pérdida del enlace C2 (parcial o total) — descríbanse los procedimientos previstos en caso de pérdida del enlace C2, como el vuelo automático utilizando las rutas y aterrizajes preprogramados o activación de plan de terminación del vuelo.

Punto 47. Falla de comunicaciones ATC (parcial o total) — descríbanse los procedimientos previstos en caso de falla de comunicaciones, como el uso de teléfono u otros procedimientos de apoyo.

Punto 48. Falla de comunicaciones de piloto a distancia u observador de RPA — descríbanse los procedimientos en caso de falla de comunicaciones del piloto a distancia o del observador de RPA, como posibilidades de comunicaciones de apoyo o plan de terminación de vuelo.

Punto 49. Otras emergencias — proporciónese una copia de los procedimientos de emergencia que figuran en el manual de vuelo de la RPA.

### **Medidas de seguridad de protección relacionadas con la operación de RPA**

Punto 50. Seguridad física de la estación de piloto a distancia — indíquense las medidas y recursos empleados para asegurar la protección de la estación de piloto a distancia respecto de la interferencia ilícita durante el vuelo.

Punto 51. Seguridad física de la RPA en tierra — si corresponde, indíquense las medidas y recursos empleados para asegurar la protección de la aeronave pilotada a distancia (RPA) respecto de la interferencia ilícita mientras se encuentra en tierra.

Punto 52. Seguridad y protección del enlace C2 — indíquense las medidas y procedimientos técnicos para proteger el enlace C2 contra la interferencia ilícita o no intencional.

### **Responsabilidad civil y otros seguros**

Punto 53. Responsabilidad civil y otros seguros — indíquese el número de póliza de seguro y proporciónese prueba de cobertura adecuada general y de responsabilidad civil.

### **Adjuntos**

Punto 54. Adjuntos — márchense las casillas correspondientes y adjúntense copias de los documentos pertinentes. Si se incluyen documentos adicionales, márchese la casilla “Otros adjuntos”, descríbanse en el espacio proporcionado y adjúntense dichos documentos al formulario de solicitud de autorización.

— — — — —

**Acrónimos y abreviaturas**

ACAS	sistema anticollisión de a bordo
ADF	radiogoniómetro automático
ADS-B	vigilancia dependiente automática — radiodifusión
ADS-C	vigilancia dependiente automática — contrato
ATS	servicios de tránsito aéreo
C2	mando y control
CNS	comunicaciones, navegación y vigilancia
CPDLC	comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto
DME	equipo radiotelemétrico
GBAS	sistema de aumentación basado en tierra
GNSS	sistema mundial de navegación por satélite
HF	alta frecuencia
I	todo el vuelo se realizará según IFR
IFR	reglas de vuelo por instrumentos
ILS	sistema de aterrizaje por instrumentos
PBN	navegación basada en la performance
RNAV	navegación de área
RNP	performance de navegación requerida
RPA	aeronave pilotada a distancia
RPAS	sistema de aeronaves pilotadas a distancia
RVSM	separación vertical mínima reducida
SATCOM	comunicación por satélite
UHF	frecuencia ultra alta
V	todo el vuelo se realizará según VFR
VFR	reglas de vuelo visual
VHF	muy alta frecuencia
VOR	radio faro omnidireccional en VHF
Y	el vuelo se realizará inicialmente según IFR, seguidas de uno o más cambios subsiguientes de las reglas de vuelo
Z	el vuelo se realizará inicialmente según VFR, seguidas de uno o más cambios subsiguientes de las reglas de vuelo

---

## Apéndice B

### FLUJO DE INFORMACIÓN POR EL ENLACE C2

Los requisitos de flujo de información por enlace C2 comprenden el régimen de actualización y el apoyo de tipos de datos específicos. En el Capítulo 12 se describe el soporte opcional de transmisión de voz y datos del ATC.

En los apartados a) a c) siguientes se brindan ejemplos de flujos de información típicos cuyos detalles son específicos de las RPA/RPS. La lista exacta de parámetros y sus formatos debe ser definida por el fabricante o el explotador y convenida con la autoridad competente.

a) flujos de información por enlace ascendente (RPS a RPA):

- 1) órdenes de control de la aeronave y de gestión del vuelo como las entradas a las superficies de mando y mando de gases; entradas en una FCC de datos de movimiento o de condición del vuelo y de datos de puntos de recorrido ingresados en la FCC:
  - i) señales de palanca de mando y mando de gases (si se utilizan o proporcionan para operaciones de reversión);
  - ii) entradas (si se utilizan) de rumbo, altitud, velocidad, velocidad vertical de ascenso y de descenso;
  - iii) datos de punto de recorrido;
  - iv) altitud de presión;
  - v) cambios de radiofrecuencia de ATC (transferencia de sector);
  - vi) cambios de código de transpondedores SSR;
  - vii) parámetros de control de detectar y evitar (DAA);

gestión del combustible y de otros sistemas de aeronave para la aeronave específica;

- 2) además, para vuelos de larga duración, pueden requerirse actualizaciones de la información como el plan de vuelo, base de datos de navegación, NOTAM e información meteorológica correspondiente a aeródromos de alternativa o sitios de aterrizaje de alternativa; transferencia de RPS:
  - i) actualización del plan de vuelo;
  - ii) base de datos de navegación — puede ser necesario introducir actualizaciones durante el vuelo para los vuelos de larga duración;
  - iii) NOTAMS — puede ser necesario introducir actualizaciones durante el vuelo para vuelos de larga duración;

- iv) actualizaciones meteorológicas correspondientes a aeródromos de alternativa;
  - v) información sobre transferencia de RPS, incluyendo condición de la aeronave, que podría comprender el plan de vuelo y la condición de la RPS que acepta (si el intercambio de información sobre la transferencia se realiza a través del relay de transmisión de la aeronave);
  - vi) cuando se utilice una red de a bordo, se necesitan datos para apoyar su funcionamiento;
- b) flujos de información por enlace descendente (RPA a RPS):
- 1) información sobre condición del vuelo, incluyendo motor, navegación, enlace C2, DAA, etc. Ante la ausencia de la información sensorial, como altitud y movimiento, es importante contar con información de actitud. Los requisitos para el tiempo de transacción de comunicaciones y régimen de actualización deberían evaluarse dependiendo de las categorías de control;

*Nota.— En las operaciones VLOS, puede no requerirse un enlace descendente de régimen alto.*

- i) estado del sistema: enlaces de datos, motores, cantidad de combustible o potencia eléctrica, sistema hidráulico, etc., según se requiera y, si se usa, estado de la red de retransmisión de comunicaciones;
- 2) conciencia de la situación:
- i) estado de la navegación incluyendo la posición e información suficiente para permitir que se vigile el estado de RVSM y RNP, si corresponde;
  - ii) información sobre DAA suficiente para reconocer e interpretar;
    - a) señales de aeródromo;
    - b) señales visuales (interceptación);
    - c) proximidad del terreno;
    - d) condiciones meteorológicas fuertes, incluyendo turbulencia, engelamiento, etc;
    - e) estela turbulenta;
    - f) distancia respecto de las nubes (para permitir la determinación de las condiciones del vuelo);
    - g) visibilidad durante el vuelo (para permitir la determinación de las condiciones de vuelo), conciencia del tránsito y, en condiciones VFR, separación “visual”, RWC y maniobras anticolidión (CA).

*Nota.— La transmisión por enlace descendente de datos brutos de imágenes de sensores probablemente no sea posible debido a limitaciones de la anchura de banda. Es probable que los datos de los sensores deban procesarse a bordo antes de transmitirse al piloto a distancia.*

- 3) registro y grabación de datos:
- i) los requisitos específicos para el registro de datos dependerá de la clasificación de la RPA;

- ii) el enlace C2 debería apoyar la transmisión por enlace descendente de todos los parámetros que deberán registrarse en tierra, con el régimen apropiado;
  - iii) algunos datos deberán registrarse a bordo de la aeronave;
  - iv) como resultado, debe aplicarse algún tipo de compensación entre la anchura de banda del enlace de datos o la capacidad de registro de a bordo y la disponibilidad de los datos en caso de pérdida del enlace C2 o de que no pueda recuperarse la aeronave;
- c) flujos de información especial:
- 1) flujos de información específica para apoyar la transferencia de RPS, a saber:
    - i) intercambio de documentos pertinentes (p. ej., planes de vuelo, manual de operaciones de RPAS, manual de vuelo de la RPA, diario de a bordo, registros y diarios de mantenimiento);
    - ii) intercambios de información entre las dos RPS y la RPA para gestionar la transferencia de RPS;
  - 2) uso del enlace C2 para aplicaciones que no están directamente relacionadas con el control de la aeronave;
    - i) deben convenirse criterios para determinar la aceptabilidad y el posible volumen de daos adicionales que resulte aceptable en el enlace C2;
  - 3) para garantizar una operación segura, el régimen de actualización de la información proporcionado por el enlace debería, como mínimo, ser suficiente para apoyar:
    - i) la gestión del vuelo incluyendo la conciencia de la situación;
    - ii) la información para compensar la pérdida de entradas sensoriales del piloto (ruido, vibraciones, etc.) si se requiere; y
    - iii) registro y grabación de datos y apoyo a las transferencias.





ISBN 978-92-9249-742-2



9

789292

497422