

Norma Básica de Riesgos en Aviación

Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia





Cortesía de: Worley

Contenido

Todas las Amenazas 1.0: Controles Comunes	8	Apéndices	18
Amenaza 2.0: Fuente de combustible/energía	10	Glosario de Términos y Abreviaturas	19
Amenaza 3.0: Plataforma	11	Apéndice 1: Modelo Genérico de Gestión de RPAS	20
Amenaza 4.0: Carga	12	Apéndice 2: Cualificaciones, Experiencia y Tiempo de Vuelo Reciente de los Pilotos Remotos	21
Amenaza 5.0: Operaciones	13	Apéndice 3: Aprobación del Piloto Remoto y Evaluación del Riesgo Operativo (ORA) de los RPAS	24
Amenaza 6.0: Pérdida del Enlace	15	Apéndice 4: Lista de Verificación de Vuelo Genérica para RPAS de la Flight Safety Foundation	28
Amenaza 7.0: Colisión	16	Apéndice 5: Modelo de Normas de Separación	30
Defensas 19.0: Accidente del vehículo	17	Apéndice 6: Operaciones de RPAS Subterráneas o en Espacios Reducidos	36
		Apéndice 7: Operaciones de RPAS Más Allá de la Línea de Visión (BVLOS)/IFR/Espacio Aéreo Controlado	41
		Apéndice 8: Operaciones de RPAS Marítimas o en Instalaciones en Alta Mar	45
		Apéndice 9: Operaciones de Carga Externa de RPAS	49
		Apéndice 10: Operaciones de RPAS en las Proximidades de Infraestructura Eléctrica	56

Propósito

Esta Norma proporciona a las empresas un marco de control mínimo para la gestión basada en riesgos de las operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS).

Deben seguirse todas las reglamentaciones nacionales e internacionales relativas a las operaciones de RPAS. Esta Norma está diseñada para complementar esas exigencias.

Estructura del Documento

La Norma se presenta en un formato basado en los riesgos para enfatizar la relación entre las amenazas para unas operaciones con RPAS seguras, los controles asociados y las medidas de recuperación o mitigación aplicables. La presentación Bow Tie de todas las amenazas y controles se ilustra en la Figura 1.

El formato tiene el propósito de ayudar a todo el personal participante en las operaciones con RPAS con la gestión de todos los riesgos asociados a su actividad. Es importante destacar que el diseño fomenta una mayor evaluación de los riesgos a medida que aumenta el nivel de complejidad de la actividad. Los apéndices adjuntos a esta norma describen los controles adicionales y las consideraciones de evaluación de riesgos para niveles crecientes de complejidad.

Cada control y defensa de la BARS ha sido provista de un **Objetivo de seguridad** para ayudar a los usuarios de la Norma BAR a identificar el propósito del control o la defensa y el camino hacia la creación de un indicador de rendimiento que mida la efectividad de la organización a la hora de alcanzar el nivel de rendimiento de seguridad deseado.

Se han utilizado barras para indicar los cambios sustanciales en el contenido o la finalidad de la Norma.

Modelo de Gestión

El propósito de presentar un modelo de gestión es garantizar que la introducción de un nuevo riesgo, tal como las actividades con RPA en la operación ya existente de una compañía, se gestione desde el principio con el mismo rigor que otros riesgos materiales.

En el Apéndice 1 se sugiere un formato para la gestión de RPAS pensado para la compañía y los servicios de emergencia. Este modelo se ha diseñado para adecuarse al uso previsto, y su formato puede adaptarse a la estructura y el modelo operativo de cualquier organización. Se pueden obtener otros ejemplos de la gestión de RPAS de diferentes organizaciones en la Oficina del Programa BARS (BPO) de Flight Safety Foundation.

Como parte del proceso de gestión, y según su nivel de complejidad, ciertas actividades con RPAS requerirán la aprobación interna de los operadores de RPAS por parte de la organización. Las auditorías seguirán un protocolo derivado de la Lista Maestra de Preguntas sobre RPAS de BARS, la norma sobre RPAS de BARS y otras normas sobre RPAS con referencias aceptadas en la industria.

Variaciones

Cualquier variación de esta Norma quedará a discreción de cada organización. Se recomienda evaluar cada variación para demostrar que los riesgos relacionados con la misma sean tolerables y justifiquen la continuación segura de las operaciones.

En la Figura 2 de la página 9 se presenta un diagrama que muestra el Proceso de Variación de la Norma Básica de Riesgos en Aviación.

Condiciones Operativas Estándar

Operación de una RPA por un Piloto Remoto en cualquier momento. Mantenimiento de la Línea de Visión (VLOS) en las operaciones diurnas y por debajo de los 400 pies Sobre el Nivel del Suelo (AGL). No debe operarse a menos de 30 metros del personal que no participe en el vuelo. No se debe volar sobre áreas pobladas o con personal. No se debe volar a menos de 3 millas náuticas (nm) de ningún aeródromo*, y debe permanecer fuera de todas las áreas prohibidas y restringidas activas.

***para las actividades del sector de recursos en aeródromos no controlados/sitios de aterrizaje de helicópteros (HLS), se debe obtener permiso del operador del aeródromo/HLS.**

Figura 1: Modelo de Riesgo Bow Tie de BARS - Diagrama de Controles de Gestión y las



Accidente de RPAS



Medidas de Recuperación:

Fallo del Motor

Equipo de Emergencia

Plan de Respuesta ante Emergencias

Seguros

Incorporación de los Resultados de Investigación y Desarrollo

Relaciones Públicas

Procedimientos de Investigación

Otras consideraciones para la evaluación de riesgos operativos

Operaciones con RPAS Subterráneas y en Espacios Reducidos

Operaciones de RPAS Más allá de la Línea de Visión (BVLOS)/IFR/ Espacio Aéreo Controlado

Operaciones con RPAS Marítimas o en Instalaciones en Alta Mar

Operaciones de Carga Externa de RPAS

Operaciones de RPAS en las Proximidades de Infraestructura Eléctrica

Tabla 1: Otras consideraciones para la evaluación de riesgos operativos

<p>Operaciones con RPAS Subterráneas y en Espacios Reducidos</p>	<p>Factores Humanos del Piloto Remoto (RP)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fatiga del Piloto Remoto ● Capacitación del Piloto Remoto 	<p>Pérdida de la Conciencia Situacional</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Iluminación ● Fuente de Navegación ● Supresor de Polvo ● Anclaje ● Reconocimiento Prevuelo ● Turbulencia Subterránea ● Pérdida de Señal 	
<p>Operaciones de RPAS Más allá de la Línea de Visión (BVLOS)/ IFR/Espacio Aéreo Controlado</p>	<p>Capacidad Inadecuada de Identificación o Comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Percepción del Tráfico ● Contacto Continuo por Radio 	<p>Estación de Control en Tierra (GCS) Equipada Inadecuadamente</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sistema de Control de RPA Redundante ● Sistemas de Antenas Primarias y Secundarias ● Sistema de Alimentación de Emergencia ● Mayor Conciencia Situacional ● Sistema de Comunicación por Radio ● Procedimiento Obligatorio de Aborto 	
<p>Operaciones con RPAS Marítimas o en Instalaciones en Alta Mar</p>	<p>Operaciones Seguras Intrínsecas en Alta Mar Comprometidas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Diseño Intrínsecamente Seguro para Uso en Alta Mar ● Evaluación del Riesgo Operativo 	<p>Comunicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Prevención de Conflictos con Helicópteros ● Oficial de Aterrizaje de Helipuerto (HLO) ● Amerizaje Imprevisto 	
<p>Operaciones de Carga Externa de RPAS</p>	<p>Agotamiento de Combustible/Batería</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reserva de Combustible 	<p>Fallo del Equipo de Elevación</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Equipos de Elevación y Tendido ● Programa de Mantenimiento ● Inspecciones Visuales ● Grilletes 	<p>Liberación de Carga Inadvertida</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mecanismo de Liberación Manual y Eléctrico ● Interruptor de Liberación Protegido ● Estructuración de la Carga ● Evaluación de los Factores Humanos
<p>Operaciones de RPAS en las Proximidades de Infraestructura Eléctrica</p>	<p>Pérdida de Control - En Vuelo (LOC-I)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Márgenes de Rendimiento y Control ● Distancias Mínimas de Seguridad (EMI) ● Protectores de las Hélices 	<p>Colisión Contra Infraestructuras y Activos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Planificar la Ruta de Vuelo ● RTL/RTH ● Carga ● Estabilidad y Precisión de Navegación ● Sensores de Aterrizaje ● Operaciones VMC Diurnas ● Distancias de Separación ● Experiencia y Tiempo de Vuelo Reciente del Piloto ● Posición del Sol 	

Consulte los correspondientes apéndices 6-10 para obtener una explicación más detallada de las consideraciones adicionales para la evaluación de los riesgos operativos de cada actividad.

Version 5, octubre 2024

Operaciones Seguras Intrínsecas Comprometidas

- Diseño Intrínsecamente Seguro
- Sistema de Varios Rotores
- Motores sin Escobillas
- Cambio de la Batería
- Sistemas de Descarga Estática

Aeronave Pilotada a Distancia no Equipada Adecuadamente para un Uso Subterráneo

- Sensores de Evitación de Obstáculos
- Marco Protector para la Unidad

Uso Incorrecto del Espacio Aéreo

- Espacio Aéreo Aprobado
- Plan de Vuelo de las Normas de Vuelo por Instrumentos (IFR)
- Zonas de Aterrizaje Alternativas
- Caso de Seguridad BVLOS

Mercancías peligrosas

- Transporte de RPA en Alta Mar
- Almacenamiento y Carga en Alta Mar

Pérdida del Control en Vuelo

- Experiencia del Piloto
- Procedimientos Operativos Estándar
- Cámaras de Referencia de Carga
- Peso de la Carga
- No Sobrevolar Zonas Ocupadas

Atascamiento de la Cuerda en Tránsito

- Consideraciones Durante las Operaciones con Eslingas para Reducir el Riesgo de Incrustaciones de la Cuerda

Pérdida de Control en Tierra

- Sesión Informativa en Tierra
- Control en Tierra del RPAS
- Personal de Tierra

Fallo de Comunicación entre la Tripulación

- Canal de Radio Específico
- Terminología

Comunicación Inapropiada

- Aprobación del Propietario del Activo

Condiciones Climáticas

- Política de Climáticas Adversas
- Evitar Tormentas Eléctricas

Pérdida de Control, en Vuelo y Tendidos

- Reconocimiento en Tierra o en Vuelo
- Ayudas Visuales

Fallo del Equipo y Tendidos

- Fuerza de Torsión
- Eslabón Débil
- Suciedad en el Sistema Tensor

Todas las Amenazas 1.0: Controles Comunes

Estos controles se aplican a todas las amenazas de la Norma RPAS

Control Común 1.1: Cualificaciones, Experiencia y Tiempo de Vuelo Reciente del Piloto Remoto

Garantizar que el piloto sea competente para desempeñar sus funciones mediante la adecuada capacitación, cualificaciones y experiencia.

Todos los Pilotos Remotos (RP) deben cumplir los requisitos de cualificación que se enumeran en el Apéndice 2.

También se debe evaluar la capacidad operativa de cada RP mediante un protocolo establecido de verificación y capacitación que esté claramente documentado. En caso de estar disponibles, pueden utilizarse, tanto para fines formativos como de aceptación, unas instalaciones de simulación apropiadas que la autoridad reguladora responsable o el representante de la compañía haya determinado aceptables.

Control Común 1.2: Aprobación Reguladora

Garantizar que las operaciones de RPAS cuenten con la aprobación de la autoridad reguladora local.

Las operaciones de RPAS deben realizarse de acuerdo con la infraestructura normativa local y, cuando corresponda, en función de las estipulaciones del certificado de operación emitido por la Autoridad de Aviación Nacional (NAA).

Control Común 1.3: Aprobación de Aeronavegabilidad

Asegurar que la RPA satisfaga estándares aceptables de aeronavegabilidad.

Todas las RPA deben contar con un certificado de aeronavegabilidad vigente, si así lo exigiese la NAA. Independientemente del tamaño y el tipo, todas las RPA deben tener un método documentado de aeronavegabilidad inicial y un sistema de control de aeronavegabilidad que considere si la RPA puede cumplir los estándares mínimos de funcionamiento de seguridad.

Control Común 1.4: Sistema de Gestión de Seguridad

Garantizar que los Sistemas de Gestión de Seguridad operacional recopilen y analicen la información de seguridad, gestionen los riesgos, proporcionen seguridad y garanticen una mejora continua de forma efectiva.

Todas las operaciones con RPAS deben estar respaldadas por un sistema de gestión de seguridad integrado que incluya el uso de Evaluaciones del Riesgo Operativo (ORA) para todas las tareas y actividades, así como un sistema de notificación de incidentes que ofrezca oportunidades de análisis y mejora.

Postura frente a los riesgos

Todas las organizaciones deben demostrar su compromiso activo con la gestión de los riesgos. Deben fomentar y promover activamente una postura de seguridad positiva dentro de su organización, mediante el desarrollo de programas de formación sobre concienciación del riesgo para

la tripulación de vuelo. Deben evaluar regularmente su postura a través de encuestas sobre la cultura de riesgo o el análisis de otros indicadores.

Control Común 1.5: Aprobación del Piloto Remoto y Evaluación del Riesgo Operativo (ORA)

Garantizar que se analicen, minimicen y acepten todos los riesgos asociados con las operaciones de la aeronave.

Los operadores de RPAS deben realizar una evaluación de riesgos, incluyendo la identificación e implementación de controles de mitigación, antes de comenzar cualquier operación. En el Apéndice 3 se presenta una guía de las áreas que deben incluirse en una ORA básica. Además de ofrecer una descripción general de la evaluación de riesgos de la tarea, el documento también sirve para formalizar la aprobación del piloto remoto para dicha tarea.

Control Común 1.6: Programa de Drogas y Alcohol

Garantizar que el personal de seguridad esencial esté preparado para el trabajo en todo momento.

El operador del RPAS debe someterse a una Política de Alcohol y Drogas que cumpla todos los requisitos de la NAA. En caso de que no existan dichos requisitos normativos, el operador debe cumplir por lo menos los requisitos de la compañía contratante.

Control Común 1.7: Gestión de la Fatiga

Garantizar que a la tripulación no le afecte la fatiga.

El operador del RPAS debe contar con un Plan Activo de Gestión de la Fatiga que tenga en cuenta la carga de trabajo para el Piloto Remoto (RP), además de otros miembros del equipo de operaciones del RPAS. El Plan de Gestión de la Fatiga debe estar avalado por la compañía contratante y, cuando sea necesario, debe satisfacer o exceder los requisitos de la NAA.

Control Común 1.8: Infraestructura de Aprobación

Garantía de la aplicación de un marco de gobernanza y uso de operadores capaces de cumplir los requisitos establecidos en esta norma.

El operador RPA (interno a la empresa o contratado de forma externa) debe poder cumplir todos los requisitos de las operaciones comerciales en conformidad con lo dictado por la Autoridad Aeronáutica Nacional (NAA) en la jurisdicción de las operaciones y en las siguientes circunstancias :

- Todas las actividades RPA realizadas en condiciones operativas no estándares ; y
- Todas las actividades RPA de tamaño mediano y grande.

Control Común 1.9: Estándares del Equipamiento

Garantizar que las aeronaves estén equipadas adecuadamente con el nivel mínimo necesario para las operaciones previstas.

El diseño de los RPA debe minimizar la posibilidad de un fallo de componentes que impida la seguridad continua de un vuelo o la recuperación del vehículo. Debe considerarse el uso de paracaídas cuando la exposición del personal sea elevada. Para otras operaciones, si hay paracaídas esenciales para la operación disponibles para la categoría de RPA que se esté utilizando, debe considerarse su uso.

Incluir una clasificación IP mínima para la operación RPAS requerida en la ORA para tener en cuenta el riesgo relacionado con la entrada de objetos sólidos o líquidos en el sistema y en los componentes de los RPAS.

Control Común 1.10: Manual de Operaciones

Asegurar la implementación de procedimientos operativos claramente definidos.

Todos los Operadores de RPAS deben contar con un manual de operaciones publicado, y revisado al menos una vez al año, que cumpla los requisitos de la NAA y que incluya información detallada sobre cómo se realiza la formación, las operaciones y el mantenimiento.

Control Común 1.11: Factores Humanos

Asegurar que el operador del RPAS tenga en cuenta el elemento de los factores humanos en las operaciones.

Todos los operadores de RPAS deben contar con un sistema para tener en cuenta el elemento de diseño, operaciones y mantenimiento de los factores humanos. las consideraciones incluyen:

- Prioridades operativas, inclusive la gestión de las solicitudes de cliente ;
- Comunicaciones entre el piloto y el observador (según se exija) ;
- Uso de procedimientos de Cabina Estéril ;
- Gestión de Amenazas y Errores ;
- Gestión de Recursos de Tripulación;
- Ergonomía de los sistemas de control y su diseño ; y
- Desorientación Espacial en cuanto a cuestiones de orientación de RPAS.

Common Común 1.12: Inteligencia de Seguridad

Garantizar un enfoque colaborativo en el que se comparte información relacionada con la seguridad para beneficiar a todo el sector y a todas las partes interesadas de forma directa.

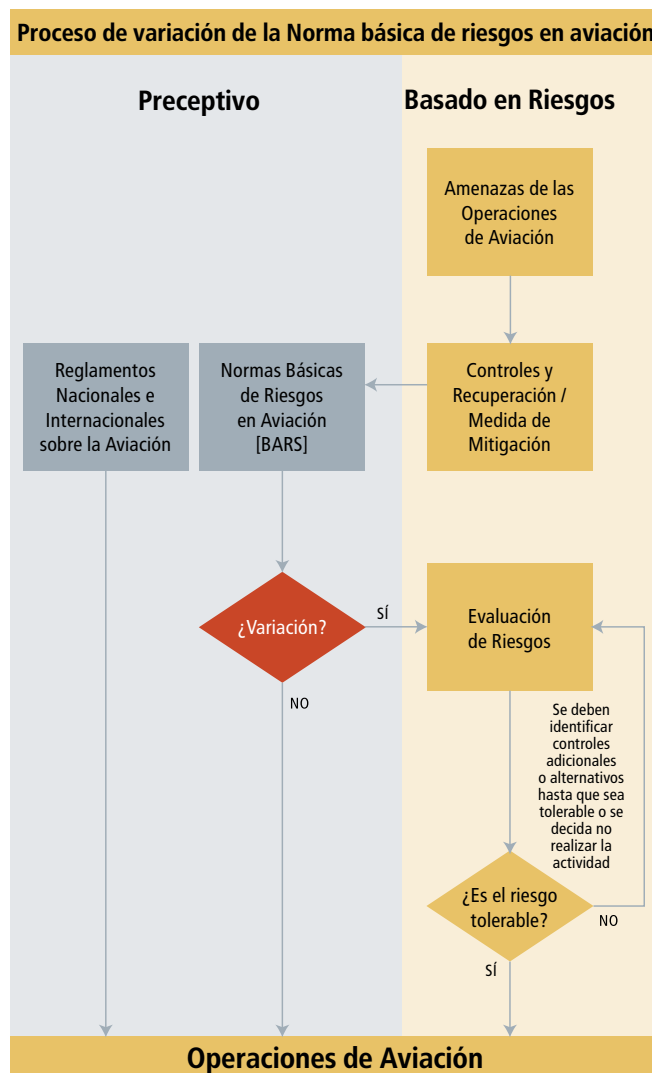
Las organizaciones deben informar sobre los incidentes relacionados con la seguridad, a través de los mecanismos de comunicación sobre seguridad vigentes a nivel local, ya sean internos o externos, que pueden tener carácter obligatorio o voluntario.

El operador de RPAS contratado debe comunicar sin demora a la empresa contratante cualquier incidente, accidente o suceso no habitual relacionado con el servicio prestado a la empresa que haya interrumpido o pueda interrumpir las operaciones o poner en peligro la seguridad, e incluir todas las medidas correctivas o preventivas que se hayan adoptado.

Las organizaciones deben analizar los informes de incidentes y accidentes externos disponibles, además del material relacionado con la seguridad, para así determinar qué se puede aprender de ellos y qué medidas son necesarias a nivel interno.

Para los contratos a largo plazo, las organizaciones deben proporcionar un informe de todos los vuelos, la formación del personal y los incidentes a la empresa contratante con una periodicidad anual, como mínimo.

Figura 2: Proceso de Variación.



Amenaza 2.0: Fuente de Combustible/Energía

Una aeronave pilotada de forma remota realiza un aterrizaje o amerizaje forzoso debido a la mala gestión del combustible o de la fuente de energía, lo que produce un accidente

Amenaza

Amenaza 2.0:
Fuente de
Combustible/Energía

Controles

- Gestión e Identificación del Combustible o la Fuente de Energía
- Generar y Cargar Fuentes de Energía
- Protección Contra el Sobrecalentamiento y los Incendios
- Indicadores del Estado del Combustible o la Energía

- Almacenamiento, Transporte y Gestión de Fuentes de Energía de las RPAS
- Controles de Calidad del Combustible y la Energía

Control 2.1: Gestión e Identificación del Combustible o la Fuente de Energía

Asegurarse de identificar y controlar las fuentes de energía del RPAS.

Todas las fuentes de energía del RPAS (baterías, combustible de hidrocarburos, paneles solares, etc.) deben identificarse, controlarse y gestionarse mediante un procedimiento documentado. Las baterías del RPAS deben identificarse mediante un modelo y un número de serie.

Las indicaciones o advertencias de energía baja deben avisar al piloto remoto con suficiente antelación como para que pueda recuperar la RPA de manera segura.

Los vuelos se deben planificar y gestionar de modo que se garantice que la RPA tenga disponible energía suficiente como para regresar de forma segura a la ubicación inicial, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas, en especial la fuerza y la dirección del viento.

Control 2.2: Generar y Cargar Fuentes de Energía

Asegurarse de que las fuentes de energía se carguen de forma que no se genere un incendio.

Todas las fuentes de energía del RPAS deben cargarse o gestionarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y protegerse contra posibles sobrecargas.

Los sistemas de captación de energía (por ejemplo, paneles solares) deben integrarse y gestionarse para evitar una sobrecarga.

Control 2.5: Almacenamiento, Transporte y Gestión de Fuentes de Energía de las RPAS

Asegurar el transporte seguro de los materiales peligrosos asociados a las operaciones de RPAS.

Las fuentes de energía de las RPAS deben almacenarse, transportarse y gestionarse de acuerdo con los requisitos ambientales y de Mercancías Peligrosas aplicables.

Las baterías y el combustible de hidrocarburos deben almacenarse en depósitos ignífugos conforme a las exigencias de salud y seguridad ocupacional (OHS); en el caso de los líquidos, se deben incluir cubetas de retención en caso de fugas. Los combustibles gaseosos comprimidos deben almacenarse siguiendo las indicaciones del fabricante.

Control 2.3: Protección Contra el Sobrecalentamiento y los Incendios

Asegurarse de que las fuentes de energía se manipulen de forma que no se genere un incendio.

Todas las fuentes de energía deben contar con mecanismos apropiados para reducir o eliminar el riesgo de sobrecalentamiento e incendio.

Para las baterías del RPAS, si el tipo de batería no incluye dicho mecanismo, deberá utilizarse un contenedor ignífugo.

Control 2.6: Controles de Calidad del Combustible y la Energía

Asegurar la seguridad y calidad de los suministros de energía de las RPAS.

Deben hacerse un mantenimiento y llevar a cabo pruebas regulares para verificar la integridad, eficiencia y seguridad de los sistemas de suministro de energía.

Las baterías de las RPAS deben inspeccionarse antes del vuelo para garantizar que la desviación del voltaje de cada celda cumpla las recomendaciones del fabricante.

Los suministros de hidrocarburos deben gestionarse de acuerdo con los procedimientos estándares de gestión del combustible de aviación, que deben incluir su almacenamiento, las pruebas y la filtración.

El combustible gaseoso comprimido debe manipularse según los procedimientos de gestión industrial aceptados, que deben incluir su almacenamiento, las pruebas y la filtración.

Control 2.4: Indicadores del Estado del Combustible o la Energía

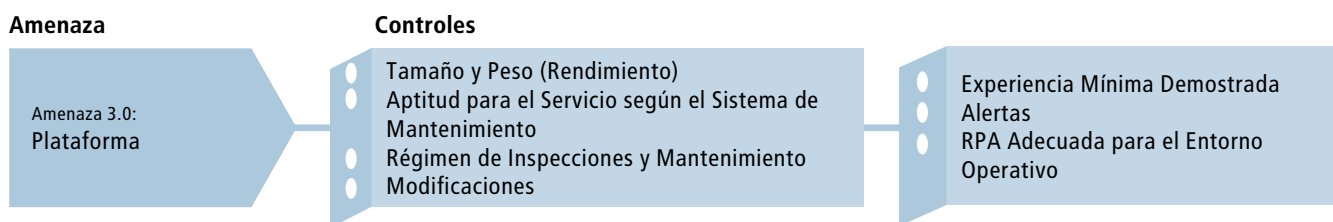
Garantizar que la tripulación conozca las reservas de combustible y las fuentes de energía disponibles.

Cualquier RPA debe contar con un sistema de indicación del suministro de energía que notifique adecuadamente al operador sobre el estado de la energía y que envíe advertencias cuando el sistema se aproxime a un nivel bajo de energía.

La Estación de Control en Tierra (GCS) también debe proporcionar al piloto remoto una indicación del estado de energía y advertencias cuando se aproxime a un nivel bajo de energía. Se debe considerar la inclusión de una fuente de Suministro de Energía Ininterrumpido en el GCS cuando se planifiquen vuelos de larga duración.

Amenaza 3.0: Plataforma

La aeronave pilotada de forma remota excede sus limitaciones de diseño, lo que resulta en un accident



Control 3.1: Tamaño y Peso (Rendimiento)

Asegurar la capacidad y el rendimiento de la RPA en distintas condiciones ambientales de operación.

El operador del RPAS debe asegurarse de que la RPA sea capaz de operar en las condiciones ambientales. Las consideraciones incluyen: altitud, temperatura, viento, visibilidad, nubes y tamaño de los obstáculos cercanos al área designada para el despegue y aterrizaje, así como la integridad de la superficie (polvo, arena o terrenos pantanosos).

Control 3.2: Aptitud para el Servicio según el Sistema de Mantenimiento

Asegurar la aeronavegabilidad continua de la RPA en las operaciones diarias.

Deben implementarse procedimientos documentados que detallen cómo debe declararse apto para el servicio el RPAS para cada operación prevista.

Control 3.3: Régimen de Inspecciones y Mantenimiento

Asegurar que todas las operaciones de reparación y mantenimiento de RPA se efectúen de manera precisa.

El operador del RPAS debe contar con un sistema activo y documentado de inspecciones y mantenimiento para los RPAS que cumpla los requisitos reglamentarios, las recomendaciones del fabricante y unos principios sólidos de ingeniería y mantenimiento. Este requisito debe incluir todos los anclajes cautivos y motorizados que utilice el operador de las RPAS. Se debe establecer un sistema de registro y rectificación de defectos.

Se debe registrar el rendimiento de los RPAS y monitorizar sus tendencias a fin de utilizar estos datos como indicadores clave en futuros problemas de mantenimiento.

En el caso de los sistemas a batería, se deben monitorizar las tendencias del rendimiento de la batería como parte de este proceso.

Toda actividad de mantenimiento debe ser llevada a cabo únicamente por personas debidamente capacitadas y competentes que estén autorizadas en el Manual de Operaciones.

Control 3.4: Modificaciones

Asegurar que las modificaciones a la RPA mantengan los márgenes de seguridad y aeronavegabilidad originales.

Establecer un sistema para gestionar las modificaciones que se realicen a la RPA. Dicho sistema tendrá en cuenta la certificación original o la base de aprobación de la RPA, el alcance de las modificaciones, el impacto de esas modificaciones en los criterios de diseño originales y cualquier requisito para las pruebas en tierra o en vuelo antes del uso operativo.

Control 3.5: Experiencia Mínima Demostrada

Asegurar que los pilotos tengan la experiencia y cualificaciones mínimas para el tipo de RPA.

Los Pilotos Remotos deben contar con un mínimo de experiencia con el modelo de RPA específico antes de utilizar el sistema en operaciones (Apéndice 2: Cualificación y Experiencia de los Pilotos de RPA). Alternativamente, puede utilizarse un Sistema de Formación Documentado Basado en las Competencias, si la empresa está de acuerdo.

Control 3.6: Alertas

Asegurar la oportuna alerta e identificación de la ubicación para informar el estado del sistema.

Los RPAS deben estar equipados con un sistema de alerta que informe del estado del sistema. El sistema de alertas debe abordar:

- Estado del enlace de comunicación ;
- Estado del control (p. ej.: normal, alternativo, emergencia) ;
- Estado de energía ; y
- Seguimiento y posición de la RPA.

Control 3.7: RPA Adecuada para el Entorno Operativo

Asegurar la adecuada selección del vehículo RPA.

La RPA solo debe operarse en los entornos para los que fue diseñada. En ubicaciones en alta mar u operaciones sobre lugares peligrosos, se debe tomar en consideración las RPA que tienen propulsión y potencia redundantes.

Amenaza 4.0: Carga

La carga de la aeronave pilotada de forma remota interfiere con la operatividad de la aeronave, lo que produce un accidente

Amenaza

Amenaza 4.0:
Carga

Controles

Independencia de los Controles de Vuelo
Evaluación Ergonómica de los Factores Humanos

Cargas Útiles
Adicionales/Modificadas

Control 4.1: Independencia de los Controles de Vuelo

Evitar el mal uso inadvertido del equipo de controles.

Las cargas que requieren el control del operador desde la Estación de Control en Tierra (GCS) deben diseñarse de manera que los controles de carga y el control de vuelo sean independientes entre sí.

Control 4.2: Evaluación Ergonómica de los Factores Humanos

Asegurar que se lleve a cabo una evaluación ergonómica de Factores Humanos para los controles de carga útil.

Los controles del RPAS y los controles de la carga deben someterse a una evaluación ergonómica de Factores Humanos para identificar y mitigar los riesgos asociados a la confusión del control.

Control 4.3: Cargas Útiles Adicionales/Modificadas

Asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de la RPA con diferentes cargas útiles.

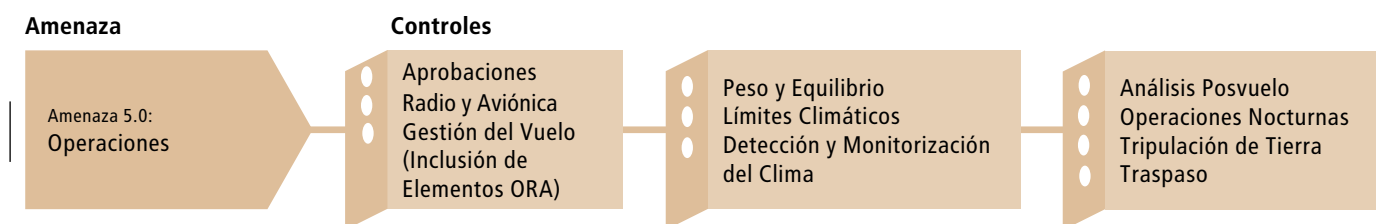
Establezca un sistema para administrar las cargas útiles aplicadas a la RPA. El sistema debe considerar la certificación original o criterio de aprobación de la RPA y la carga útil, el impacto de la carga útil en los criterios de diseño originales de la RPA, los cambios en el rendimiento de la RPA y cualquier otro requisito de prueba en tierra o en vuelo antes del uso operativo.



Cortesía de Newcrest

Amenaza 5.0: Operaciones

La aeronave pilotada de forma remota se opera de tal manera que ocurre un accidente



Control 5.1: Aprobaciones

Prevención de conflictos en operaciones de RPAS con la comunidad y el entorno.

El operador del RPAS debe contar con un sistema que le permita solicitar y recibir las aprobaciones aplicables para el sitio operativo previsto. La interacción con otras actividades y el impacto de las operaciones del RPAS deben considerarse en su totalidad (por ejemplo, actividades de voladuras u operaciones de aviación tripuladas).

Control 5.2: Radio y Aviónica

Asegurar que los sistemas de radio y comunicación estén aprobados y se usen adecuadamente.

El operador del RPAS debe poseer las licencias de radiocomunicaciones adecuadas para el RPAS y todos los sistemas de comunicación de carga útil, equipos y procedimientos aplicables al entorno del espacio aéreo que se pretende utilizar. La RPA debe contar con el equipo de aviónica adecuado para cumplir los requisitos operativos del espacio aéreo (p. ej.: radio, transpondedor, tecnología de detección y evasión, etc.).

El equipo del RPAS debe plantearse utilizar una segunda radio de banda aérea de respaldo para garantizar la continuidad de las operaciones si la radio principal falla. Pueden producirse conflictos con otras frecuencias en uso durante las actividades mineras. Debe tenerse en cuenta la compatibilidad de las frecuencias de comando y control de las operaciones o minería, así como cualquier otra aprobación del espectro de frecuencia, antes de que las operaciones den inicio.

Control 5.3: Gestión del Vuelo (Inclusión de Elementos ORA)

Asegurar que los riesgos y los correspondientes controles y defensas se consideren para cada operación prevista de la RPA.

El operador del RPAS debe contar con un procedimiento documentado que aborde la gestión operativa de cada vuelo. Este documento debe describir la gestión operativa del vuelo e incluir información como el área de la operación, las consideraciones del espacio aéreo, los puntos de despegue y aterrizaje, los puntos de referencia, los requisitos de transmisión, las reservas de energía/combustible, etc.; por otra parte, debe tener en cuenta tanto las circunstancias planificadas como las imprevistas, tales como un fallo en la fuente de alimentación, la pérdida del enlace o las comunicaciones, la pérdida de la señal GPS, un conflicto con aves u otras aeronaves, etc. La lista de verificación de vuelo genérica para RPA de la Flight Safety Foundation se recoge en

el apéndice 4 y puede adaptarse a todos los modelos de RPA utilizados.

Control 5.4: Peso y Equilibrio

Asegurar que la RPA se mantenga dentro de los límites de rendimiento diseñados.

El operador del RPAS debe contar con un procedimiento documentado para calcular el Peso y el Equilibrio de la RPA.

Control 5.5: Límites Climáticos

Asegurar que se establezcan limitaciones mínimas en los criterios de operación ambiental.

El operador del RPAS debe publicar criterios mínimos de operación, tanto para la RPA como para la consola de control, que definan límites para los siguientes elementos:

- Nube ;
- Viento; y
- Visibilidad ;
- Límites de Temperatura.

Deben especificarse los límites de turbulencia y formación de hielo en la evaluación de riesgos previa al vuelo.

Control 5.6: Detección y Monitoreo del Clima

Asegurar que se realice la evaluación y verificación de las condiciones climáticas para la operación de la RPA.

El operador del RPAS debe tener procedimientos establecidos para verificar que las condiciones climáticas sean adecuadas para la operación prevista (pronósticos) y continuas (observaciones) de la RPA. El impacto y la evaluación de las condiciones del viento en todos los niveles operativos es de vital importancia, por lo que merece una consideración específica. En caso de que las condiciones climáticas se deterioren hasta límites mínimos, el operador debe definir procedimientos para la recuperación inmediata de la RPA.

Control 5.7: Análisis Posvuelo

Proporcionar un sistema de aprendizaje y retroalimentación para la operación de la RPA.

Las operaciones con RPAS deben incluir el requisito de un análisis posvuelo, tanto del rendimiento del operador como de la plataforma. Desarrollar una plantilla informativa posvuelo estándar será de gran ayuda para redactar el informe de la operación.

Amenaza 5.0: (cont.)

Control 5.8: Operaciones Nocturnas

Asegurar operaciones nocturnas seguras y aprobadas, así como la identificación de todos los peligros operativos.

Las operaciones nocturnas solo deben llevarse a cabo cuando se haya otorgado el permiso o las exenciones de la autoridad reguladora responsable y el operador tenga procedimientos de operaciones nocturnas en sus manuales de operaciones. El piloto del RPAS debe poseer calificación nocturna, así como la competencia y experiencia exigidas para las operaciones nocturnas conforme al Apéndice 2.

Antes de las operaciones nocturnas, el operador del RPAS debe visitar el sitio y completar la ORA en unas condiciones de luz diurna suficientes para identificar todos los riesgos operativos.

Control 5.9: Tripulación de Tierra

Garantía de la iniciación y formación completa del personal de tierra en cuanto a las operaciones seguras, así como la debida separación del RPA operativo.

Toda la tripulación de tierra que asista en las actividades con RPAS debe recibir una iniciación de seguridad completa, una formación adecuada con el equipamiento y una ropa adecuada para la operación. A menos que exista separación física, el personal de tierra deberá mantenerse a 15 metros del RPA durante el lanzamiento y la recuperación. Si un diseño de RPA no permite dicha separación, las zonas de peligro de los componentes giratorios y dinámicos deberán estar marcadas claramente para permitir una posición segura del cuerpo en todo momento. El operador del RPAS debe contar con procedimientos de aislamiento para controlar las posibles puestas en marcha involuntarias del RPA.

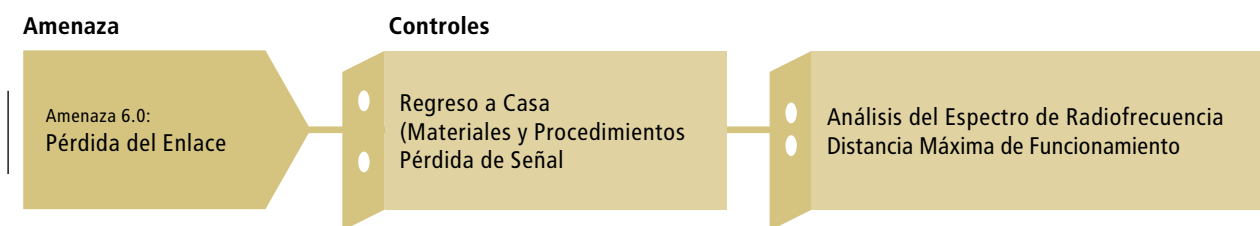
Control 5.10: Traspaso

Asegurar la continuidad en operaciones multipiloto.

Cuando el control de una RPA deba entregarse a un nuevo piloto o un GCS alternativo, el operador del RPAS debe tener los procedimientos y listas de verificación preparados para confirmar que ambas partes entienden la disposición de la RPA y que todas las configuraciones de GCS son apropiadas para la cesión.

Amenaza 6.0: Pérdida del Enlace

El RPAS pierde el Enlace de Mando, Control, Comunicación o GPS, lo que resulta en la pérdida de control de la RPA, que produce a su vez un accidente



Control 6.1: Regreso a Casa (Materiales y Procedimientos)

Garantizar un resultado seguro planificado para una situación de pérdida de enlace o emergencia de la RPA.

Todos los RPAS deben contar con un mecanismo de control redundante y medidas de asistencia que permitan un procedimiento de Regreso a Casa o Aterrizaje Automático cuando lo ejecute el operador o cuando se den unas condiciones específicas (por ejemplo, pérdida del enlace). En el proceso prevuelo de evaluación de riesgos debe incluirse la implementación de unos criterios claros de finalización del vuelo, que deben tener en cuenta riesgos como el terreno, el espacio aéreo y los requisitos reglamentarios para este régimen de vuelo semiautónomo.

Control 6.2: Pérdida de Señal

Garantizar un resultado seguro planificado para una situación de pérdida de enlace o emergencia de la RPA.

Todos los RPAS deben contar con procedimientos de asistencia que aborden las acciones necesarias en caso de pérdida del enlace entre la RPA y la GCS.

Control 6.3: Análisis del Espectro de Radiofrecuencia

Reducción del riesgo de interferencia de C3.

Como parte del proceso de evaluación de riesgos previo al vuelo, el operador del RPAS debe realizar, cuando sea posible, un análisis del espectro de radiofrecuencia para garantizar que la Interferencia Electromagnética/Compatibilidad Electromagnética (EMI/EMC) sea apta para la operación prevista.

Incluya en este examen las frecuencias relativas al espectro de comunicaciones de las distintas cargas útiles transportadas.

Control 6.4: Distancia Máxima de Funcionamiento

Reducir el riesgo de pérdida de C3.

La distancia máxima de funcionamiento entre el RPA y la fuente de enlace C3 no debe superar el 80 % de la distancia recomendada por el fabricante.



Cortesía de BHP

Amenaza 7.0: Colisión

La RPA colisiona contra obstáculos fijos o en movimiento, lo que causa un accidente

Amenaza

Amenaza 7.0:
Colisión

Controles

Detección y Prevención
Control del Tráfico Aéreo (ATC)/Espacio Aéreo
Integración de Varios Activos de RPAS – Operaciones Simultáneas (SIMOPS)

Plantilla y Ventana de Lanzamiento
Iluminación y Visibilidad
NOTAM
Fauna

Control 7.1: Detección y Prevención

Asegurar que la RPA esté equipada con sistemas de detección y evasión.

Siempre que estén disponibles para el tipo de RPAS, se deben incorporar sistemas de detección y evasión en el diseño, y una evaluación de riesgos debe validar su uso como estrategia de mitigación de riesgos.

Para las actividades BVLOS, el sistema de detección y evasión debe satisfacer los niveles de rendimiento estipulados conforme al Caso de Seguridad.

Control 7.2: Control del Tráfico Aéreo (ATC)/Espacio Aéreo

Prevención de conflictos entre la actividad RPAS y otras actividades de aviación para garantizar una separación adecuada.

Todas las actividades RPAS deberán observar los estándares de separación que se describen en el apéndice 5. El operador del RPAS debe contar con un proceso de evaluación que tenga en cuenta los límites del espacio aéreo cuyo uso se prevé, tanto para las operaciones normales como para las operaciones degradadas o de emergencia. La planificación previa a la misión debe ofrecer claridad absoluta en lo relativo a otras actividades tripuladas y no tripuladas que podrían darse dentro del mismo bloque de espacio aéreo. Los detalles del vuelo deben registrarse en el informe de tráfico aéreo si se van a realizar operaciones en un espacio aéreo compartido y existe la posibilidad de que la aeronave entre en conflicto con otras actividades de aviación.

Debe elaborarse un plan de viaje antes de la operación, que incluya, al menos:

- Frecuencia o frecuencias donde se emitirán las notificaciones ;
- Número de teléfono de ATC al que se pueda llamar ; y
- Ubicación en relación con un asistente de navegación o aeropuerto.

Control 7.3: Integración de Varios Activos de RPAS – Operaciones Simultáneas (SIMOPS)

Asegurar que las SIMOPS se realicen plenamente integradas o separadas para evitar una colisión.

Cuando varios activos de RPAS operen simultáneamente en la misma zona, el operador del RPAS debe asegurarse de que se hayan implementado unos procedimientos SIMOPS validados para garantizar que las operaciones estén completamente integradas o completamente separadas, según se requiera.

Control 7.4: Plantilla y Ventana de Lanzamiento

Asegurar que el lugar de lanzamiento esté libre de peligros y FOD para el despegue y el aterrizaje.

Las zonas de despegue y aterrizaje deben evaluarse completamente según los criterios prescritos para garantizar una distancia adecuada de los peligros y los obstáculos. La segregación del personal no relacionado directamente con la operación de los RPAS debe ser de primordial consideración.

Control 7.5: Iluminación y Visibilidad

Asegurar que la RPA sea visible en el área operativa durante las operaciones dentro del alcance visual.

Tanto la RPA como los anclajes que se utilicen deben pintarse, marcarse o iluminarse de forma que se vean fácilmente en toda la línea de visión de las operaciones, tanto para el operador como para el resto del personal dentro del área operativa.

Control 7.6: NOTAM

Prevención de conflictos de la actividad del RPAS con otras actividades de aviación.

El operador del RPAS debe contar con un procedimiento documentado para que la aplicación emita un NOTAM que aborde el alcance de las operaciones previstas.

Control 7.7: Fauna

Garantizar que la ORA identifique y mitigue los peligros de la fauna silvestre.

Los peligros de la fauna, particularmente el de las aves rapaces, deben considerarse como parte de la ORA.

Defensas 19.0: Accidente del vehículo

Defensas de mitigación en caso de accidente o pérdida del vehículo

Defensa 19.1: Fallo del Motor

Evaluación de los riesgos vinculados al fallo del motor.

Los operadores del RPAS deben contar con procedimientos disponibles que aborden la gestión de uno o más fallos en la fuente de alimentación de la RPA. La evaluación de riesgos previa al vuelo debe considerar el riesgo de fallo del motor e incluir la consideración de aislar el área operativa bajo la operación prevista o un sistema con potencia/propulsión redundante. Normalmente, los sistemas cuadricópteros no tienen propulsión redundante.

Cuando no sea posible implementar dichos controles, debe utilizarse la calculadora DROPS para evaluar el riesgo residual.

Defensa 19.2: Equipo de Emergencia

Asegurar la provisión y disponibilidad del equipo de emergencia.

En el lugar de operaciones debe proporcionarse equipo de emergencia, como extintores de incendios y botiquines de primeros auxilios, entre otros. Deben proporcionarse unidades lavajos portátiles, contenedores para baterías sobrecalentadas y guantes ignífugos en el lugar de operaciones.

Estos recipientes, guantes y bolsas deben ser fácilmente accesibles durante el transporte de equipos, especialmente si se transportan a bordo de un avión.

Defensa 19.3: Plan de Respuesta ante Emergencias (ERP)

Asegurar que se hayan establecido procedimientos de respuesta ante emergencias adecuados, apropiados y actualizados.

Todas las operaciones con RPAS que se lleven a cabo deben contar con un Plan de Respuesta ante Emergencias ya implementado que aborde las acciones necesarias en caso de un incidente o accidente. El ERP debe abordar específicamente la gestión de los riesgos asociados a una pérdida del Mando, el Control o las Comunicaciones. Igualmente, debe tratar los requisitos de las alertas para el control del tráfico aéreo y las aeronaves tripuladas que puedan estar en la zona. El ERP también debe tener en cuenta los materiales peligrosos que se han utilizado en la RPA y las medidas que deben tomarse para controlar el riesgo de daños de terceros en caso de accidente o pérdida de plataforma. El Plan de Respuesta ante Emergencias (ERP) también debe abordar la implementación de los canales de comunicación requeridos para cada actividad específica: todos los peligros mencionados en el ERP deben abordarse en el registro de peligros y riesgos principales.

Defensa 19.4: Seguros

Asegurar la continuidad comercial del operador del RPAS.

Es responsabilidad de la empresa contratante determinar el nivel de cobertura requerido de acuerdo con las normas de gestión de riesgos de la empresa. Esta cobertura no debe cancelarse ni modificarse sustancialmente durante la vigencia del contrato sin antes notificar por escrito a la empresa con una antelación mínima de 30 días. El nombre de la empresa debe incluirse como asegurado adicional en el contrato.

Defensa 19.5: Incorporación de los Resultados de Investigación y Desarrollo

Asegurar la mejora continua en el desempeño de la seguridad.

En caso de que las normas técnicas y las innovaciones superen a los RPAS en uso, la compañía contratante deberá considerar la posibilidad de mejorar los RPAS a un estándar de desarrollo posterior, con el fin de mejorar el rendimiento operativo y la seguridad. Los ejemplos incluyen la inclusión de tecnologías de mitigación de riesgos de colisión, una mejor resistencia a los choques y mejores sistemas de mando, control y comunicación.

Defensa 19.6: Relaciones Públicas

Reducción de los riesgos de daño a la reputación vinculados con las operaciones de RPAS.

El operador del RPAS y la compañía contratante deben desarrollar e implementar una estrategia de Relaciones Públicas en la que probablemente se genere un interés público en las operaciones.

Defensa 19.7: Procedimientos de Investigación

Asegurar la identificación y el aprendizaje de factores causales precisos y mitigaciones de accidentes.

Todos los operadores de las RPAS debe contar con un procedimiento de investigación definido que se centre en la identificación de las causas principales y en la prevención de recurrencias. Los procedimientos de investigación deben basarse en los principios del Anexo 13 de la OACI y recopilarse mediante una plantilla documentada. Deben desarrollarse procedimientos para la preservación y la seguridad de los datos registrados durante el vuelo en cuestión para ayudar en el proceso de investigación.



Cortesía de Northrop Grumman

Apéndices

Glosario de Términos y Abreviaturas

AGL Sobre el Nivel del Suelo

Evaluación del espacio aéreo: Como mínimo, deberán revisarse las cartas de aviación para las aproximaciones por instrumentos designadas y el espacio aéreo controlado, obtener las ubicaciones de todas las áreas de aterrizaje de las aeronaves, obtener copias de los horarios del transporte público regular y de los vuelos chárte conocidos, y comprometerse a entender las rutinas locales del trabajo aéreo.

ATC Control del Tráfico Aéreo

BVLOS Más Allá de la Línea de Visión

CFIT Vuelo Controlado contra el Terreno

Compañía Entidad u Organización Individual que Realiza Actividades con RPAS.

EMC Compatibilidad Electromagnética

EMI Interferencia Electromagnética

EVLOS Línea de Visión Extendido

Carga Externa - cualquier peso adicional fijado a la RPA mediante un cable físico que se extienda hacia el suelo, que se encuentre en suspensión, del que se tire o que se remolque desde la parte inferior de la RPA pero que no tenga como objetivo limitar el movimiento.

Ciclo de Vuelo - Un despegue, transición de vuelo estacionario o ascenso a una altitud específica y un aterrizaje.

FOD Daños por Objetos Extraño

FPV Vista en Primera Persona

GCS Estación de Control en Tierra

GPS Sistema de Posicionamiento Global

HLO Oficial para Control de Aterrizaje en Heliplataforma

HLS Sitio de Aterrizaje de Helicópteros

Combustible a base de hidrocarburos - Incluye los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

ICAO Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)

IFR Normas de Vuelo con Instrumentos

IMC Condiciones Meteorológicas de Vuelo con Instrumentos.

Operaciones Intrínsecas Segura - una técnica de protección para operar con seguridad equipos eléctricos en zonas peligrosas que limitan la energía, eléctrica y térmica, disponible para la ignición. Existen zonas con concentraciones peligrosas de polvo o gases inflamables en aplicaciones como refinerías petroquímicas y minas.

Carga Intern - cualquier peso adicional que esté directamente fijado o contenido dentro del chasis de la RPA y que no sea necesario para el control operativo de la RPA pero que sea necesario para el propósito de la misión prevista de la RPA.

IP Protección de Ingreso

IR Infrarrojo

LiDAR Oscilación y Detección de la Luz

LiPo Polímero de litio

Misión - la planificación, evaluación y ejecución de actividades diseñadas para lograr un objetivo definido, que puede incluir tareas como recopilar datos, entregas, vigilancias o cualquier otro objetivo operativo. Una misión puede incluir distintos vuelos durante varios días en una única ubicación geográfica o en ubicaciones contiguas.

NAA Autoridad Nacional de Aviación

NM Milla Náutica

NOTAM Aviso a las Misiones Aéreas

Operador Entidad Operativa que Ofrece Servicios de RPAS. Puede ser un empleado interno o un contratista externo.

OHS Salud y Seguridad Ocupacional

ORA Evaluación del riesgo operativo

PIC Piloto al Mando

PPE Equipo de Protección Personal

ReOC Certificado de RPA del Operador

RF Radiofrecuencia

RPL Licencia de Piloto Remoto

RP Piloto Remoto

RPAS Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia

RPA Aeronave Pilotada a Distancia

RPS Estación de Piloto Remoto

RTH Regreso a Casa

RTK Posicionamiento Cinemático en Tiempo Real

RTL Regreso a Tierra

SIMPOS Operaciones Simultáneas

Anclaje - un cable físico que se extiende desde el suelo hasta la RPA, con el fin de limitar el movimiento y capturar la RPA o proporcionar recursos de plataforma (como energía o agua).

VFR Normas de Vuelo Visual

VL0S - línea de visión con la RPA de modo que el piloto pueda ver, orientar y navegar la aeronave continuamente para cumplir sus responsabilidades de separación y prevención de colisiones.

VMC Condiciones Meteorológicas Visuales

C3 Mando, Control y Comunicaciones

Modelo Genérico de Gestión de RPAS

Categoría	Peso	Condiciones Operativas	Modelo de Gestión
Micro	≤250 g	La empresa puede determinar que no se necesita ninguna gestión durante la evaluación de los riesgos. De lo contrario, se tratará como la categoría «Muy pequeño».	
Muy pequeña	>250g - 2 kg	1. Condiciones Operativas Estándar	Las aprobaciones se mantienen en la unidad empresarial, el activo o las instalaciones locales. Todos los Pilotos Remotos cuentan con un permiso o licencia de piloto remoto conforme a los requisitos reglamentarios locales. Adopción de todos los controles aplicables recogidos en la norma para RPAS de la FSF.
Pequeña	>2 kg - 25 kg		
Micro	≤250 g	1. Condiciones Operativas no Estándar 2. BVLOS/EVLOS	Auditada en función de un protocolo definido para facilitar el proceso de aprobación de la empresa. El operador RPA (interno o externo a la empresa) cumple todos los requisitos para la operación comercial establecidos por la NAA en la jurisdicción de las operaciones). Adopción de todos los controles aplicables recogidos en la norma para RPA de la FSF, incluidos todos los apéndices ORA aplicables.
Muy pequeña	>250g - 2 kg		
Pequeña	>2 kg - 25 kg		
Mediana	>25 kg - 150 kg	1. Condiciones Operativas Estándar 2. Condiciones Operativas no Estándar 3. BVLOS/EVLOS	
Grande	>150 kg		

Categorías de Peso de las RPA

- Micro** Una RPA con un peso bruto de 250 g o menos
- Muy pequeña** Una RPA con un peso bruto de entre 250 g y 2 kg
- Pequeña** Una RPA con un peso bruto de entre 2 kg y 25 kg
- Mediana** Una RPA con un peso bruto de entre 25 kg y 150 kg
- Grande** Una RPA con un peso bruto de 150 kg o más

Cualificaciones, Experiencia y Tiempo de Vuelo Reciente del Piloto Remoto

Condiciones Operativas	Peso del RPA	Cualificaciones	Experiencia (horas)		Tiempo de Vuelo Reciente	Simulador	
			Total	Tipo/modelo			
1. Condiciones Operativas Estándar	<25kg	RPL	5	–	Tres ciclos de vuelo en los 90 días previos o correcta finalización de un vuelo de verificación con un RP aprobado por el operador del tipo de RPA que se utilice.	Si así lo establece la evaluación de riesgos	
	>25kg		10	5			
1. Condiciones Operativas no Estándar 2. EVLOS < 1500m	<25kg	RPL	10	5			
	>25kg		20	5			
1. EVLOS > 1500m 2. BVLOS	<25kg	RPL y habilitación para vuelo por instrumentos (examen teórico) o equivalente al NAA	20	10			Anual
	25kg – 150kg		25	10			
	>150kg		50	20			
1. BVLOS en Espacio Aéreo Controlado*	<25kg	RPL y habilitación para vuelo por instrumentos (examen teórico)	20	10			Si así lo establece la evaluación de riesgos
	>25kg		25	10			

* No incluye operaciones subterráneas o en espacios confinados.



Cortesía de Northrop Grumman

Formación de Piloto Remoto

M: Obligatorio R: Recomendado Elemento de formación	Escenario operativo			Tiempo de vuelo reciente
	SOC	Non-SOC	BVLOS	
Procedimientos de radio de banda aérea	R	R	M	Anual
Procedimientos de mitigación de riesgos en tierra	M	M	M	Anual
Procedimientos de mitigación de riesgos en el aire	M	M	M	Anual
Requisito mínimo de equipo	M	M	M	Anual
Procedimientos en caso de pérdida del enlace	M	M	M	Anual
Procedimientos en caso de incursión en el espacio aéreo	M	M	M	Anual

Los elementos de formación deben incluir pruebas de vuelo prácticas y en ordenador.



Cortesía de Rio Tinto

Verificación y Formación del Personal

Calificaciones	Comentarios	Tiempo de vuelo reciente
Licencia	Homologado para la categoría, peso y modelo de RPA aplicables	Anual
Habilitación para vuelos por instrumentos	Recomendado	Anual
Experiencia	Comentarios	
Horas totales	20 horas en operaciones de la empresa	Anual
Elementos de formación	Comentarios	
Espacio aéreo	Conocimientos sobre la lectura de cartas del espacio aéreo, frecuencias de radio y clases de espacios aéreos	Anual
Aeródromos	Conocimientos sobre los procedimientos de salida, aproximación y aproximación frustrada al aeródromo	Anual
Equipo de la empresa	Conocimientos sobre las limitaciones de los equipos de la empresa	Anual
NOTAM	Capacidad para leer NOTAM e información meteorológica	Anual

Aprobación del Piloto Remoto y Evaluación del Riesgo Operativo (ORA) de los RPAS

La Evaluación del Riesgo Operativo debe ser un proceso documentado que registre todos los peligros y las amenazas asociados a las operaciones con RPAS. El resultado de la ORA será la identificación de controles de mitigación claros que permitan gestionar el riesgo vinculado a esa actividad. Estos controles de mitigación deben resumirse y ofrecerse a todos los participantes antes del inicio de las operaciones. Asimismo, este documento sirve para proporcionar un proceso formalizado para la aprobación de las tareas de los pilotos remotos.

Tabla 2: Ejemplo de aprobación del piloto remoto y evaluación del riesgo operativo (ORA) de los RPA en función de si la respuesta es afirmativa o negativa, la ORA requerirá la identificación de los controles o defensas de mitigación, seguido del diálogo y acuerdo con la gerencia o el representante de la empresa contratante antes del vuelo.

Información sobre la aprobación			
Fecha		Empresa	
Piloto remoto		Número de identificación del certificado/licencia (si corresponde)	
Ubicación operativa			
Descripción de la tarea propuesta			
Marca y modelo del RPA (indicar todos)			
Tipo de aprobación solicitada	Avión <input type="checkbox"/>	Multirotor <input type="checkbox"/>	Avión de sustentación motorizada <input type="checkbox"/>

Documentación que debe aportarse	
Copia de la licencia de piloto remoto (RePL) emitida de forma reglamentaria, cuando corresponda	<input type="checkbox"/>
Mapa anotado del área de la tarea (para áreas comprendidas en un radio de 5 nm de un aeródromo)	<input type="checkbox"/>

La tabla 2 que aparece a continuación es una evaluación de la documentación de la actividad propuesta y se revisará antes de cada nueva operación. El responsable del control deberá completar e implementar medidas de mitigación adicionales antes de realizar operaciones de RPA.

Control	Pregunta			Mitigaciones Adicionales	Responsable
Planificación	¿La operación se realiza de acuerdo con las Condiciones Operativas Estándar?	Si	No	En caso contrario, las operaciones no deberán realizarse hasta que se cumplan las condiciones operativas estándares o la actividad debe llevarse a cabo con la aprobación requerida de la NAA o Cuando no exista ningún certificado reglamentario aplicable para la operación, en conformidad con el proceso de aprobación de la empresa y todos los controles descritos en el RPAS de la FSF Debe identificarse cada peligro y mitigarse los riesgos de acuerdo con el proceso de evaluación de riesgos de los operadores y los controles BARS Los operadores de RPAS contratados deben asegurarse de contar con la aprobación de la empresa antes de emprender dichas operaciones	
	<ul style="list-style-type: none"> Operación de una RPA por un Piloto Remoto en cualquier momento; Mantenimiento de la Línea de Visión (VLOS) en las operaciones diurnas y por debajo de los 400 pies Sobre el Nivel del Suelo (AGL); No debe operarse a menos de 30 metros del personal que no participe en el vuelo; y No se debe volar sobre áreas pobladas ni debe haber personal en el área de operación. 				
Aeródromos	¿La operación se realiza en un área dentro de: <ul style="list-style-type: none"> 3 millas náuticas (nm) de un aeródromo o dentro de áreas con prohibiciones y restricciones activas ; y Trayectorias de aproximación y salida, así como en áreas de movimiento de todos los aeródromos. 	Si	No	En caso afirmativo, deberá existir un contrato vigente con el operador del aeródromo para esas operaciones. Cuando el aeródromo no responda, deberá registrarse el intento de notificación. Consultar el Apéndice 5 de operaciones de RPAS simultáneas de la FSF.	
Piloto Remoto	¿Conoce los requisitos para obtener la autorización de la ubicación en las ubicaciones solicitadas?	Si	No	En caso negativo, consulte con el departamento de formación de la ubicación para completar los pasos requeridos.	
	¿Ha realizado tres vuelos en 90 días y la experiencia reciente es relevante para el tipo, el peso y la categoría que se está operando?	Si	No	En caso negativo, la correcta realización de un vuelo de verificación con un RP aprobado por el operador en el tipo de RPA que se esté operando	
	¿Conoce los puntos de peligro de la RPA en funcionamiento y cómo aislar el equipo de forma eficaz?	Si	No	En caso negativo, revise el equipo operativo para detectar las áreas de peligro y desarrolle procedimientos para aislar el equipo	
Riesgos en Tierra	¿Se ha revisado y establecido el requisito de zonas de exclusión aérea?	Si	No	En caso negativo, revise las áreas que se designarán como zonas de exclusión aérea y actualice los procedimientos	
	¿Es probable que haya personas en la zona?	Si	No	En caso afirmativo, considere el uso de observadores, paracaídas o cámaras FPV. Las operaciones sobre edificios o personas requieren una evaluación de riesgos detallada	
Infraestructura	¿Se han revisado los lugares de carga y almacenamiento de las baterías para controlar el riesgo de incendio?	Si	No	En caso negativo, solicite asesoramiento	
	¿Conoce el espacio aéreo y el tráfico de aeronaves tripuladas esperado dentro del área donde se realizan las operaciones de RPA?	Si	No	Si la respuesta es negativa, deberá realizar una evaluación del espacio aéreo para confirmar que la operación prevista puede llevarse a cabo sin entrar en espacio aéreo no aprobado Consultar el Apéndice 5 de operaciones de RPAS simultáneas de la FSF	
	¿La operación requiere que se emitan NOTAM?	Si	No	En caso afirmativo, confirme que se hayan emitido o revisado los NOTAM correspondientes	

Aprobación del Piloto Remoto y Evaluación del Riesgo Operativo (ORA) de los RPAS cont.

Control	Pregunta			Mitigaciones Adicionales	Responsable
Riesgos en el Aire	¿Se requieren transmisiones de radio aeronáutica?	Si	No	En caso afirmativo, confirme que posee la licencia requerida y realice las transmisiones de radio requeridas Evaluación de la necesidad de contar con una radio de emergencia	
	¿La operación se realiza dentro de espacio aéreo controlado, zonas peligrosas, prohibidas o restringidas?	Si	No	En caso afirmativo, confirme que el área esté activada y que se haya obtenido la aprobación del propietario del área correspondiente antes del vuelo	
	¿Se ha desarrollado un procedimiento de operaciones de RPAS simultáneas que cumpla la norma BARS de la FSF?	Si	No	En caso negativo, deberán valorarse las partes interesadas relevantes y desarrollar un plan SIMOPS según BARS 7.3	
	¿Conoce los límites climáticos para todos los aspectos de la operación?	Si	No	En caso negativo, imparta formación para comprender los límites climáticos	
	¿Tiene acceso a las condiciones climáticas del día del vuelo para el área de operaciones?	Si	No	En caso negativo, determine el método para obtener las condiciones meteorológicas actualizadas el día del vuelo	
Operaciones de RPA	¿El RPA se lanzará o se recuperará de forma manual?	Si	No	Los RPA lanzados a mano requieren una evaluación de riesgos aprobada por el representante de la empresa	
	¿Conoce los procedimientos en caso de pérdida de enlace para todos los RPA enumerados?	Si	No	En caso contrario, retrase el vuelo hasta conocer estos procedimientos	
	¿Ha evaluado el equipo de emergencia adecuado y su disponibilidad?	Si	No	Si la respuesta es negativa, deberá retrasar el vuelo hasta que disponga del equipo necesario	
	¿Participan varios equipos en la operación?	Si	No	En caso afirmativo, asegúrese de que las prioridades de las tareas, el traspaso del piloto, las fases críticas del vuelo y los métodos de comunicación entre el equipo estén claramente documentados y sean conocidos por todos. El personal de tierra debe estar debidamente capacitado en el uso del equipo relevante	
	¿El RPA utiliza combustible a base de hidrocarburos como fuente de energía?	Si	No	En caso afirmativo, deberá existir un procedimiento para ponerse en contacto con los servicios de emergencia en caso de que se produzca un incendio o un vertido	
	¿Este modelo de RPA se ha utilizado anteriormente en esta ubicación?	Si	No	En caso negativo, realice un análisis del espectro de RF con el equipo de tecnología antes de la operación	
	¿Se han tenido en cuenta los peligros de la fauna silvestre, especialmente los de las aves depredadoras?	Si	No	En caso negativo, retrase el vuelo hasta que se hayan evaluado estos peligro.	
	¿Los riesgos de fallo del motor incluyen la consideración de confinar el área operativa situada debajo de la operación?	Si	N	En caso negativo, retrase el vuelo hasta que se haya evaluado este punto o hasta que se emplee un vehículo con un sistema de propulsión/energía redundante	
Teniendo en cuenta el entorno operativo y el alcance de las operaciones, ¿debe aplicarse una clasificación IP mínima? En caso afirmativo, debe identificarse el requisito mínimo de clasificación IP	Si	No			
Actividades Especializadas	<p>¿Tiene la intención de llevar a cabo alguna de las siguientes?</p> <ul style="list-style-type: none"> Operaciones más allá de la línea de visión (BVLOS); Transporte de cargas externas, atadas o suspendidas; Tareas subterráneas o en espacios confinados; y Operaciones en áreas marítimas o de alta mar (excepto atracaderos portuarios) 	Si	No	En caso afirmativo, consulte el documento RPAS de la FSF con referencia específica a los apéndices ORA y todos los controles específicos de la empresa que deben implementarse	

Notas de la tarea: (A cumplimentar por el representante de la empresa, el punto único de responsabilidad o el gerente designado)

Como piloto remoto que realiza trabajos para <Empresa>, declaro que todas las operaciones de RPA se llevarán a cabo de acuerdo con los requisitos de la empresa, con todos los requisitos reglamentarios de la Autoridad Nacional de Aviación y con cualquier procedimiento o evaluación de los riesgos de esa ubicación.

Este formulario vence <cinco> años después de la fecha que se muestra a continuación o cuando dejen de ser válidos los anteriores supuestos de la evaluación del riesgo operativo.

Aprobaciones

Puesto	Nombre	Firmado	Fecha
Piloto remoto			
Representante de la empresa			

A usar solamente por parte del representante de la empresa, del punto único de responsabilidad o del gerente designado

Piloto remoto RePL (cuando corresponda) válido para los RPAs solicitados	<input type="checkbox"/>
Marca/modelo del RPA en la lista aprobada por la empresa	<input type="checkbox"/>
Detalles del piloto remoto introducidos en el registro de la empresa	<input type="checkbox"/>

Lista de Verificación de Vuelo Genérica para los RPAS de la Flight Safety Foundation

Sesión informativa previa al inicio

- | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1. Proporcionar una descripción general de la tarea | 4. Describir cómo se comunicarán los problemas | 7. Describir las acciones a realizar en caso de incidente |
| 2. Especificar las tareas del personal | 5. Designar el área de aterrizaje y la alternativa | 8. Reiterar el procedimiento de cabina estéril |
| 3. Explicar los peligros identificados | 6. Determinar la zona segura para los transeúntes | 9. Repasar todos los requisitos específicos del vuelo |

Límites operativos de RPA

Viento: «Añadir»	Batería mínima: «Añadir»
Lluvia: Ninguno	Temperatura: «Añadir»
Voltaje de celda: «Añadir»	Códigos de error: Ninguno

Procedimientos normales

1. Aprobación del vuelo y experiencia reciente		5. Tripulación de vuelo	
A - Aprobación	Emitida y vigente	F - Estado físico	IM Safe
I - Inspecciones	RPA apto/válido para volar	Enfermedad, Medicación, Strés, Alcohol, Fatiga, Emoción	
R - Experiencia reciente	30/90 días o verificado para el vuelo	6. Antes de despegar	
2. Ubicación de la instalación		B - Sesión informativa	Completada
F - Peligros del área de vuelo	Sin peligros	P - Piloto, tripulación	Ubicación de seguridad/barrera física
L - Área de lanzamiento y recuperación	Sin peligros, asegurado	O - Observadores	>30m
A - Áreas de aterrizaje alternativas	Identificadas	7. Después de despegar	
W - Clima	Verificado y dentro de los límites	C - Verificación de control	Completada
S - Requisitos específicos de la ubicación	Verificados y satisfechos	8. En vuelo	
3. Antes de empezar		H - Peligros	Evitar a las personas y la fauna
F - Fuselaje	Inspeccionado, sin daños	O - Límites operativos	Comprobar que están dentro de los límites
A - Brazos	Desplegados, asegurados	M - Batería del monitor	Comenzar RTH al 30%
M - Motores, hélices	Giran libremente, asegurados	E - Errores	Confirmar que no hay errores
B - Baterías	Aseguradas, suficientes	9. Antes de aterrizar	
R - Control remoto	Activado, modo asistido	P - Piloto, tripulación	Ubicación de seguridad/barrera física
A - Todo el personal	Alejado de las hélices	O - Observadores	>30m
4. Después de empezar		10. Después del aterrizaje/posvuelo	
C - Brújula	Dentro de los límites	D - Duración del vuelo	Registrar
B - Desviación de voltaje de la batería	«Añadir»	R - RPA	Inspeccionar
A - Estado de la aplicación	«Listo para volar»	D - Daño	Comunicar
D - Sensor de visión descendente	Desactivado si se opera cerca de objetos)	R - Información relevante	Registrar

Procedimientos anómalos

1. El motor no arranca

Hélices	Mantener la distancia
Control remoto	Modo de vuelo circular
Control remoto	Arranque manual
Interruptor de encendido	Desactivado/activado

2. Interacción con la fauna

Control remoto	Evitar
Regreso a casa	Si se requiere

3. Fallo del motor durante el vuelo

Control remoto	Intentar alejarse
Área de aterrizaje	Confirmar su seguridad

4. Personal en el área de vuelo

Control remoto	Pausar
Personal	Monitorizar

5. Aeronaves en las proximidades

Control remoto	Descender
Control remoto	Regreso a casa

6. Pérdida de control durante el vuelo

Control remoto	Modo de vuelo circular
Control remoto	Regreso a casa

Si no se recupera el control

Área de aterrizaje	Confirmar su seguridad
Motores	Parada

Acciones de emergencia tras el evento

- Piloto remoto:** Compartir las instrucciones de seguridad con todo el personal
- Motor:** Parada
- Lesiones:** Evaluación, tratamiento y llamada a los servicios de emergencia
- Batería:** Observar durante un mínimo de 15 minutos y después si es necesario
- Fotografías:** Según sea necesario
- Registros de vuelo:** Recuperar y guardar
- Comunicación:** Informar a las personas responsables



Courtesy Newcrest

Modelo de Normas de Separación

El objetivo de esta sección es ofrecer el modelo de un marco para los controles a fin de asegurar la separación entre las operaciones de RPAS y el tráfico aéreo conocido/desconocido asociado con un determinado lugar de trabajo, yacimiento minero, plataforma en alta mar o terreno/infraestructura propiedad de la empresa.

Introducción

El sector de recursos en tierra y otros sectores operan aeronaves pilotadas a distancia (RPA) en el espacio aéreo que coexiste con el tráfico de otras aeronaves, helicópteros y RPAS.

La colisión entre drones y aeronaves puede tener un resultado catastrófico y debe abordarse el riesgo.

Para que el sector emplee un enfoque coherente, es esencial estandarizar el marco de control necesario para gestionar ese riesgo y garantizar que todas las partes interesadas estén familiarizadas con los requisitos.

Las partes interesadas son las siguientes:

- los operadores de aeródromos o helipuertos;
- los operadores de las aeronaves;
- la tripulación de vuelo;
- los operadores de RPA; y
- los usuarios del espacio aéreo o parcelas contiguas

Escenarios de amenaza

Escenarios de amenaza para la posición de aeronave «fija»

Asociados a las posiciones fijas en tierra utilizadas para el despegue y el aterrizaje, como los aeródromos, las pistas de aterrizaje, la plataformas en alta mar, los parques eólicos y los helipuertos (HLS).

Los escenarios de amenaza son los siguientes:

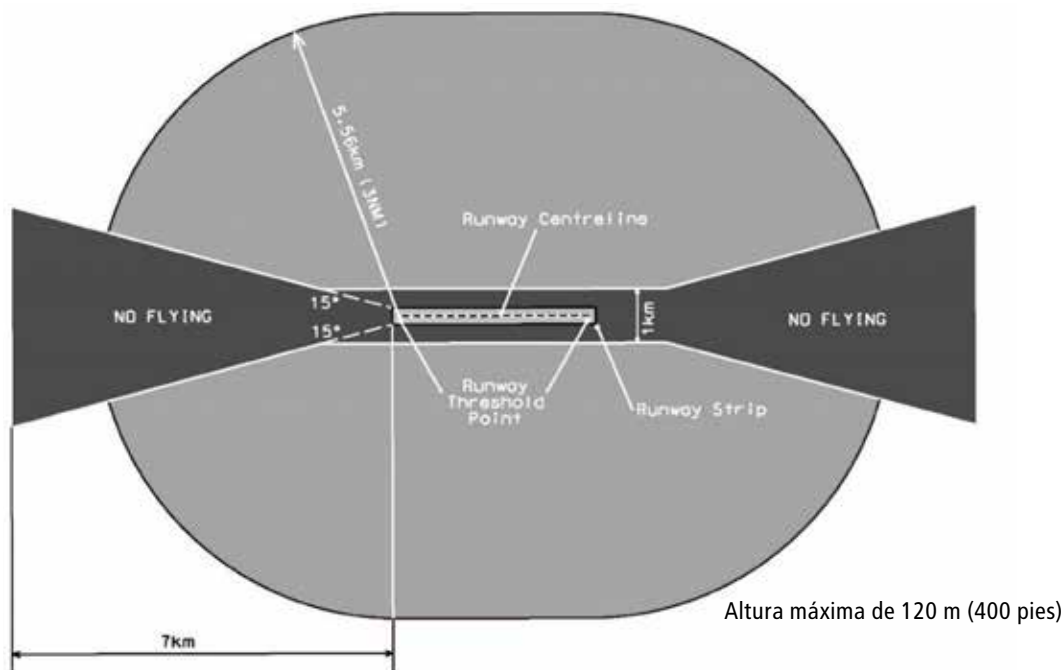
1. Operación de RPA en un radio de 3 nm de un aeródromo/helipuerto;
2. Operación de RPA dentro de las trayectorias de aproximación y salida de un aeródromo/helipuerto; y
3. Condición de operación no estándar (SOC) en un radio de 3 nm de un aeródromo/helipuerto.



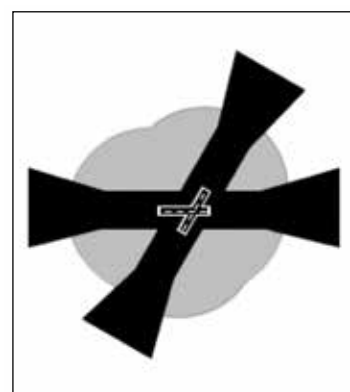
Figura 1: Ejemplo de escenario de amenaza fija

Rutas de aproximación y salida: 15 grados a lo largo de 7 km

Altura máxima de 120 m (400 pies)



Pistas entrecruzadas



Escenarios de amenaza para la posición de aeronave «móvil»

Asociados al movimiento de las aeronaves, como las operaciones geofísicas aéreas de bajo nivel y las operaciones aéreas de siembra y rociado sobre una explotación minera o área de producción. Asociados al movimiento de las aeronaves, como las operaciones geofísicas aéreas de bajo nivel y las operaciones aéreas de siembra y rociado sobre una explotación minera o área de producción.

Los escenarios de amenaza son los siguientes :

1. Operación de RPA en las proximidades de otras aeronaves (no planificado) ;
2. Las condiciones operativas no estándares (Non-SOC) fuera de un radio de 3 nm desde el aeródromo o helipuerto ; y
3. La operación de RPA en las proximidades de otras aeronaves (planificada/coordinada).

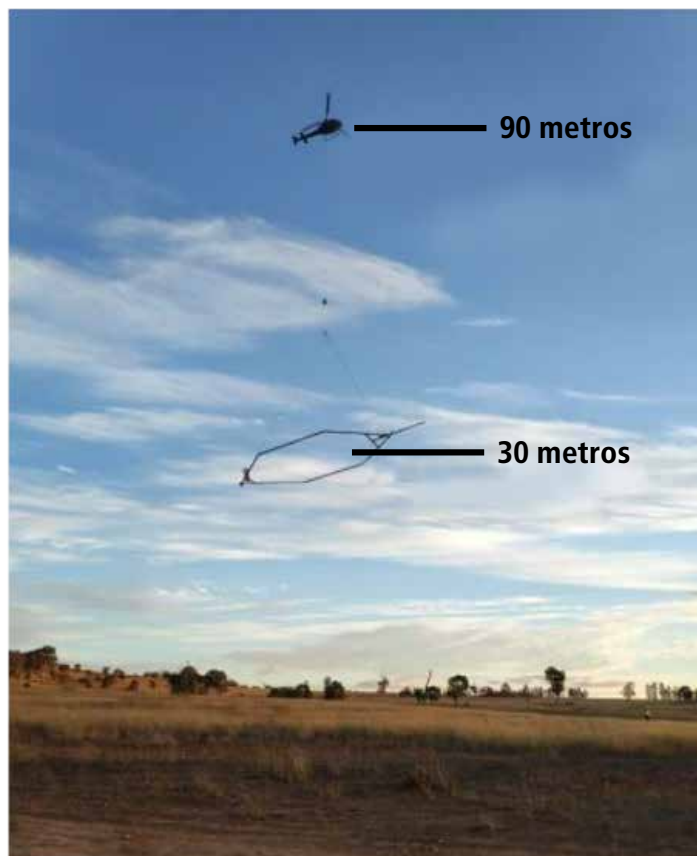


Figura 2: Ejemplo de escenario de amenaza móvil

Modelo de Normas de Separación (cont.)

Resumen de controles: escenarios de amenaza de posición fija

M: Obligatorio R: Recomendado Escenario	Controles							Comentarios
	Aprobación del vuelo por el SPA del RPA (o delegado)	Evaluación del espacio aéreo	Participación de las partes interesadas	Procedimientos de radio	Receptor ADS-B	Observador entrenado	Contacto con el aeródromo	
1. Operación de RPA en un radio de 3 nm de un aeródromo (pero fuera de la trayectoria de aproximación/salida)	R / M*	M	M	M: Monitorizar R: Transmisión M*: Transmisión	R / M*	R	R	M* Obligatorio cuando queden menos de 10 minutos para la llegada o salida programada o cuando no se proporcione un horario
2. Operación de RPA dentro de la ruta de aproximación/salida de una pista o helipuerto (HLS)	M	M	M	M: Monitorizar R: Transmisión	R	R	R	Las operaciones deben planificarse a más de 30 minutos de una llegada o salida programada. El RPA puede permanecer en el aire hasta 10 minutos antes utilizando los controles recomendados para establecer la hora conocida de llegada o salida
3. Condiciones de operación no estándares en un radio de 3 nm	M	M	M	M: Monitorizar R: Transmisión	R / M*	R	R / M*	Todas las operaciones deben planificarse a más de 30 minutos de una llegada o salida programada. M* Obligatorio para EVLOS/BVLOS
4. Operaciones cerradas/confinadas en un radio de 3 nm	M					R		Todas las operaciones deben plantearse una evaluación de la estructura para determinar los puntos de entrada y salida

Escenario de amenaza de posición fija 1: Operaciones de RPA en un radio de 3 nm del aeródromo

Controles

Cumplimiento	Controles	Comentarios
Obligatorio	Monitorización por radio	CTAF y frecuencias del área
	Evaluación del espacio aéreo sobre los patrones de tráfico esperados y las altitudes conocidas	Revisión de los requisitos para emitir NOTAMS
	Compromiso previo de las partes interesadas con el operador del aeródromo y los operadores (conocidos) de las aeronaves	Establecer la frecuencia de las comunicaciones/actualizaciones (una vez al año, como mínimo)
	Operaciones de RPA fuera de las trayectorias de aproximación y salida	
Recomendado	Transmisiones de radio	Obligatorio (en los casos en que lo permita la NAA) para operar en un plazo de 10 minutos después de la llegada o salida programada
	Receptor ADS-B activado durante toda la operación	Obligatorio para operación en los 10 minutos antes de una llegada o salida programada
	Vuelo aprobado por un punto único de responsabilidad (o delegado)	Obligatorio para operación en los 10 minutos antes de una llegada o salida programada
	Contacto con el aeródromo para la aprobación del vuelo	
	Observador entrenado en contacto con el piloto remoto	

Escenario de amenaza de posición fija 2: Operaciones de RPA dentro de la trayectoria de aproximación o salida

Controles

Cumplimiento	Controles	Comentarios
Obligatorio	Transmisiones de radio	En los casos en que lo permita la NAA
	Evaluación del espacio aéreo sobre los patrones de tráfico esperados y las altitudes conocidas	Revisión de los requisitos para emitir NOTAMS
	Compromiso previo de las partes interesadas con el operador del aeródromo y los operadores (conocidos) de las aeronaves	Establecer la frecuencia de las comunicaciones/actualizaciones (una vez al año, como mínimo)
	No hay operaciones planificadas en los 30 minutos antes de las llegadas o salidas programadas	
	Vuelo aprobado por un punto único de responsabilidad (o delegado)	
Recomendado	Observador entrenado en contacto con el piloto remoto	El RPA puede permanecer en el aire hasta 10 minutos antes utilizando los controles recomendados para establecer la hora conocida de llegada o salida
	Receptor ADS-B activado durante toda la operación	El RPA puede permanecer en el aire hasta 10 minutos antes utilizando los controles recomendados para establecer la hora conocida de llegada o salida
	Contacto con el aeródromo para la aprobación del vuelo	El RPA puede permanecer en el aire hasta 10 minutos antes utilizando los controles recomendados para establecer la hora conocida de llegada o salida

Escenario de amenaza de posición fija 3: Condiciones de operación no estándares en un radio de 3 nm del aeródromo

Controles

Cumplimiento	Controles	Comentarios
Obligatorio	Transmisiones de radio	En los casos en que lo permita la NAA
	Evaluación del espacio aéreo sobre los patrones de tráfico esperados y las altitudes conocidas	Revisión de los requisitos para emitir NOTAMS
	Compromiso de las partes interesadas con el operador de AD y con los operadores conocidos de las aeronaves tripuladas	Establecer la frecuencia de las comunicaciones/actualizaciones (una vez al año, como mínimo)
	El vuelo no debe planificarse en los 30 minutos antes de las llegadas o salidas programadas	
	Vuelo aprobado por un punto único de responsabilidad (o delegado)	
Recomendado	Observador entrenado en contacto con el piloto remoto	
	Receptor ADS-B activado durante toda la operación	Obligatorio para EVLOS/BVLOS
	Contacto con el aeródromo para la aprobación del vuelo	Obligatorio para EVLOS/BVLOS

Modelo de Normas de Separación (cont.)

Resumen de controles: Escenarios de amenaza de posición móvil

M: Obligatorio R: Recomendado	Controles								Comentarios
	Aprobación del vuelo por el SPA del RPA (o delegado)	Evaluación del espacio aéreo	Participación de las partes interesadas	Procedimientos de radio	Receptor ADS-B	Observador entrenado	Iniciar el contacto por radio en un radio de 10 nm horizontales, 1500 pies verticales	Abortar el vuelo en un radio de 10 nm horizontales y 500 pies verticales	
Escenario									
1. RPA en las inmediaciones de otras aeronaves que sobrevuelan (no planificado)		M	M	R: Monitorizar	R		M	M	Todas las operaciones deben tener en cuenta la probabilidad de que existan otros usuarios del espacio aéreo
2. Operaciones no SOC (a más de 3 nm del AD)	M	M	M	M: Monitorizar R / M*: Transmisión	R / M*	R	M	M	M* Obligatorio para EVLOS/BVLOS
3. RPA en las proximidades de otras aeronaves (interacción planificada)	R	M	M	R: Transmisión	R				Requisitos detallados de separación y colaboración de las partes interesadas, se trata a continuación en el escenario móvil 3

Escenario de amenaza de posición móvil 1: RPA en las proximidades de otras aeronaves (no planificado)

Controles

Cumplimiento	Controles	Comentarios
Obligatorio	Abortar vuelo: cuando la aeronave se dirija hacia el RPA y comprometa la separación vertical de 10 nm y 1500 pies	
	Abortar vuelo: 10 nm y 500 pies de separación vertical	Aterrizar inmediatamente
	Evaluación del espacio aéreo sobre los patrones de tráfico esperados y las altitudes conocidas	
Recomendado	Colaboración de las partes interesadas con los operadores (conocidos) de las aeronaves	
	Receptor ADS-B activado durante toda la operación	
	Monitorización por radio	CTAF y frecuencias del área

Escenario de amenaza de posición móvil 2: Operaciones no SOC a más de 3 nm del aeródromo*

Controles

Cumplimiento	Controles	Comentarios
Obligatorio	Monitorización por radio	
	Evaluación del espacio aéreo sobre los patrones de tráfico esperados y las altitudes conocidas	
	Colaboración de las partes interesadas con los operadores (conocidos) de las aeronaves	
	Contacto por radio: 10 nm y 1500 pies de separación Abortar vuelo: 10 nm y 500 pies de separación vertical	Aterrizar inmediatamente
	Vuelo aprobado por un punto único de responsabilidad (o delegado)	
Recomendado	Observador entrenado en contacto con el piloto remoto	
	Receptor ADS-B activado durante toda la operación	Obligatorio para EVLOS/BVLOS
	Transmisiones de radio	Obligatorio para EVLOS/BVLOS

* Non applicable aux opérations menées dans des zones peuplées ou à moins de 30 mètres de personnes

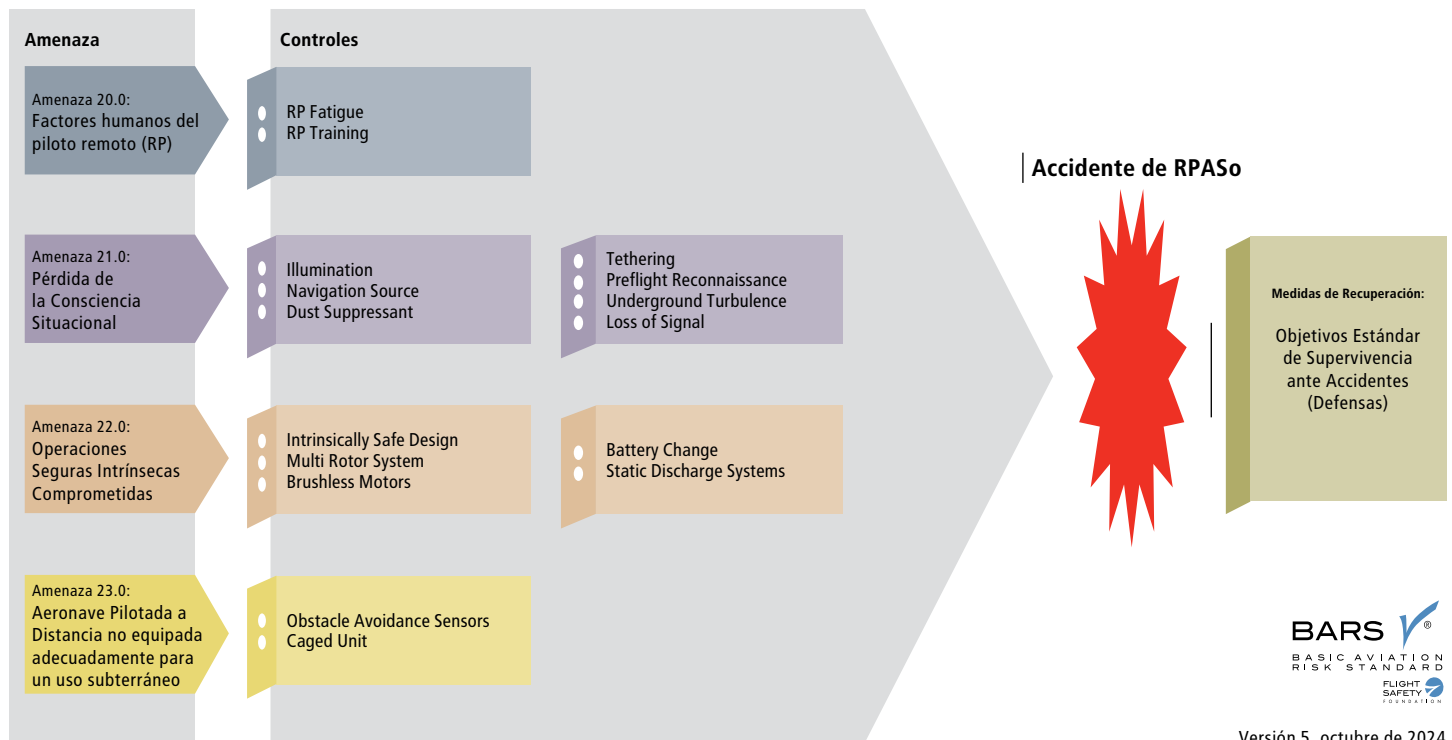
Escenario de amenaza de posición móvil 3: RPA en las proximidades de otras aeronaves (planificado)

Controles

Cumplimiento	Controles	Comentarios
Obligatorio	Separación vertical de 3 nm y 500 pies	Para aplicarse alrededor del área planificada del proyecto
	Alerta previa a la actividad dos semanas antes de la operación	
	Confirmación positiva de la interacción planificada por todos los pilotos remotos	Para implementarse mediante el software designado
	Contacto diario entre el operador de las aeronaves y el punto único de responsabilidad del RPA	
	Comunicación/distribución diarias de las actualizaciones relacionadas con la operación de las aeronaves	
Recomendado	Transmisiones de radio	
	Receptor ADS-B activado durante toda la operación	
	Vuelo aprobado por un punto único de responsabilidad (o delegado)	

Operaciones con RPAS Subterráneas y en Espacios Reducidos

Figura 2: Modelo de Riesgo Bow Tie de BARS - Diagrama de Controles adicionales de Gestión y las Medidas de Recuperación de los RPAS para las Operaciones Subterráneas o en Espacios Reducidos



Versión 5, octubre de 2024

Amenaza 20.0: Factores Humanos del Piloto Remoto (RP)

El piloto remoto comete un error de juicio y pierde el control de la RPA

Amenaza

Amenaza 20.0:
Factores humanos del
piloto remoto (RP)

Controles

- Fatiga del Piloto Remoto
- Capacitación del Piloto Remoto

Control 20.1: Fatiga del Piloto Remoto

Asegurar la minimización de la fatiga del piloto remoto mediante la gestión adecuada y una evaluación de riesgos previa al inicio.

Antes del inicio de la actividad debe implementarse un plan de gestión de la fatiga que tenga en cuenta las demandas adicionales que implican para el Piloto Remoto las operaciones con RPA en entornos subterráneos.

Control 20.2: Capacitación del Piloto Remoto

Asegurar que los pilotos remotos sean competentes para operar RPA sin señal GPS en un entorno subterráneo.

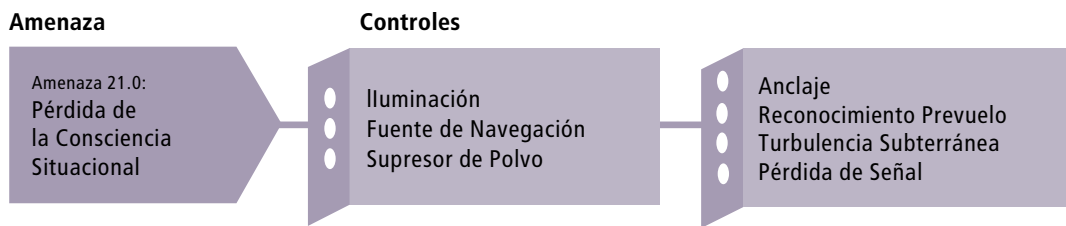
El Piloto Remoto debe someterse a una formación específica sobre la ausencia de señal GPS en un entorno subterráneo (como operar en modo manual) antes de iniciar la primera operación.



Cortesía de Rio Tinto

Amenaza 21.0: Pérdida de la Consciencia Situacional

El Operador pierde la consciencia de la situación y la RPA pierde el control y se estrella



Control 21.1: Iluminación

Asegurar una iluminación adecuada en ausencia de luz natural.

En la evaluación de riesgos operativos previa al inicio debe incluirse la consideración de aplicar iluminación adicional en la RPA y/o en el entorno circundante.

Control 21.2: Fuente de Navegación

Asegurar la navegación precisa de la RPA en ausencia de señales de navegación externas.

En la Evaluación de Riesgos Operativos previa al inicio debe incluirse la consideración de aplicar una función de mapeo de Oscilación y Detección de la Luz (LiDAR) como fuente de navegación a bordo de la RPA.

Control 21.3: Supresor de Polvo

Asegurar que se mantenga la referencia visual en condiciones ambientales contaminadas.

En la Evaluación de Riesgos Operativos previa al inicio debe incluirse la consideración de usar agua o cualquier alternativa (plataforma móvil) a modo de supresor en zonas con mucho polvo (como las zonas de lanzamiento y recuperación) para minimizar la pérdida de referencia visual.

Control 21.4: Anclaje

Provisión de un mecanismo de recuperación de la RPA en ambientes peligrosos.

Se debe considerar usar un mecanismo de anclaje aprobado que se conecte a la RPA cuando se use bajo tierra para facilitar la recuperación de la unidad siempre que el regreso al punto de lanzamiento no tenga éxito.

Control 21.5: Reconocimiento Prevuelo

Asegurar que se mantenga la consciencia situacional en un entorno operativo único.

En la Evaluación de Riesgos Operativos debe incluirse un reconocimiento previo al vuelo, ya que la revisión e inspección del terreno mejorará la percepción situacional del piloto remoto. Debe considerarse una revisión del material circundante y las condiciones de la superficie para identificar áreas donde la corriente descendente del RPA podría hacer que se desprendiera algún material.

Control 21.6: Turbulencia Subterránea

Asegurar la consciencia de los peligros ambientales en un entorno operativo único.

Durante la Evaluación del Riesgo Operativo, debe anotarse y documentarse la identificación de cualquier posible turbulencia subterránea (como los sistemas de ventilación) para informar al Piloto Remoto.

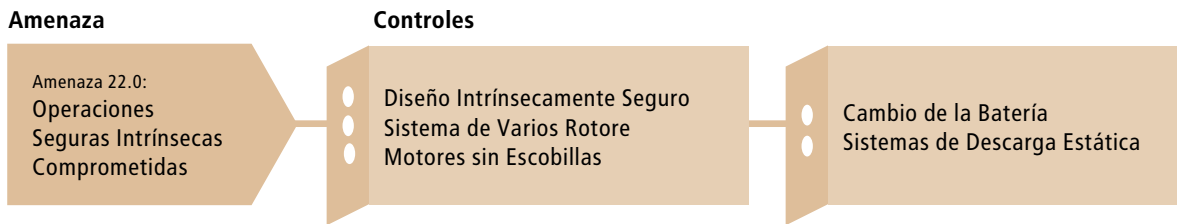
Control 21.7: Pérdida de Señal

Asegurar el mantenimiento de C3 en un entorno operativo único.

Si hubiera probabilidad de pérdida o reducción de la señal entre el Piloto Remoto y la RPA, se debe considerar la incorporación de repetidores u otros métodos de amplificación de la señal antes del inicio.

Amenaza 22.0: Operaciones Seguras Intrínsecas Comprometidas

La operación intrínsecamente segura con los RPAS se ve comprometida y se produce un suceso no deseado



Control 22.1: Diseño Intrínsecamente Seguro

Eliminación de la RPA como posible fuente de ignición en un entorno potencialmente inflamable.

Cuando la ley lo exija o pueda haber una atmósfera potencial o presuntamente inflamable, toda RPA utilizada en un ambiente subterráneo debe adoptar un enfoque de diseño intrínsecamente seguro para asegurar que una fuente de ignición de una chispa o superficie caliente no sea una amenaza.

En ausencia de un diseño intrínsecamente seguro, todos los riesgos vinculados a la operación de una RPA sin certificación de intrínsecamente segura debe considerarse en la ORA y mitigarse a través de medios alternativos.

Control 22.2: Sistema de Varios Rotores

Asegurar la maniobrabilidad de la RPA en espacios confinados utilizando un sistema multicóptero.

Se debe considerar el uso de un sistema de varios rotores en la RPA cuando se opere en espacios confinados y/o en un entorno subterráneo, con el fin de ofrecer la redundancia y maniobrabilidad necesarias.

Control 22.3: Motores sin Escobillas

Eliminación de la RPA como posible fuente de ignición en un entorno potencialmente inflamable.

En los entornos subterráneos solo deben utilizarse motores sin escobillas, a fin de evitar cualquier riesgo de ignición en la fuente de alimentación.

Control 22.4: Cambio de la Batería

Eliminación del RPAS como posible fuente de ignición en un entorno potencialmente inflamable.

Todos los cambios de las baterías deben realizarse en la superficie (o en salas subterráneas «seguras» previamente aprobadas y selladas) para evitar cualquier riesgo con una fuente de ignición accidental que pueda comprometer unas operaciones continuadas intrínsecamente seguras.

Control 22.5: Sistemas de Descarga Estática

Eliminación de la RPA como posible fuente de ignición en un entorno potencialmente inflamable.

No deben utilizarse RPAS que cuenten con cualquier tipo de sistema de descarga estática en un entorno subterráneo.



Cortesía de BHP

Amenaza 23.0: Aeronave Pilotada a Distancia no Equipada Adecuadamente para un Uso Subterráneo

La RPA no cuenta con un equipamiento adecuado y se produce un accidente

Amenaza

Amenaza 23.0:
Aeronave Pilotada a
Distancia no Equipada
Adecuadamente para un
Uso Subterráneo

Controles

- Sensores de Evitación de Obstáculos
- Marco Protector para la Unidad

Control 23.1: Sensores de Evitación de Obstáculos

Provisión del equipamiento adecuado para evitar el contacto con el terreno o los obstáculos.

Es muy recomendable contar con sensores de evitación de obstáculos en los seis ejes para evitar choques imprevistos de la RPA contra el terreno. El alcance de los sistemas de prevención de obstáculos a bordo incluye un mapeo de Oscilación y Detección de la Luz (LiDAR), visión estéreo, visión monocular y sensores ultrasónicos e infrarrojos.

Control 23.2: Marco Protector para la Unidad

Provisión del equipamiento adecuado para mitigar el contacto con el terreno o los obstáculos.

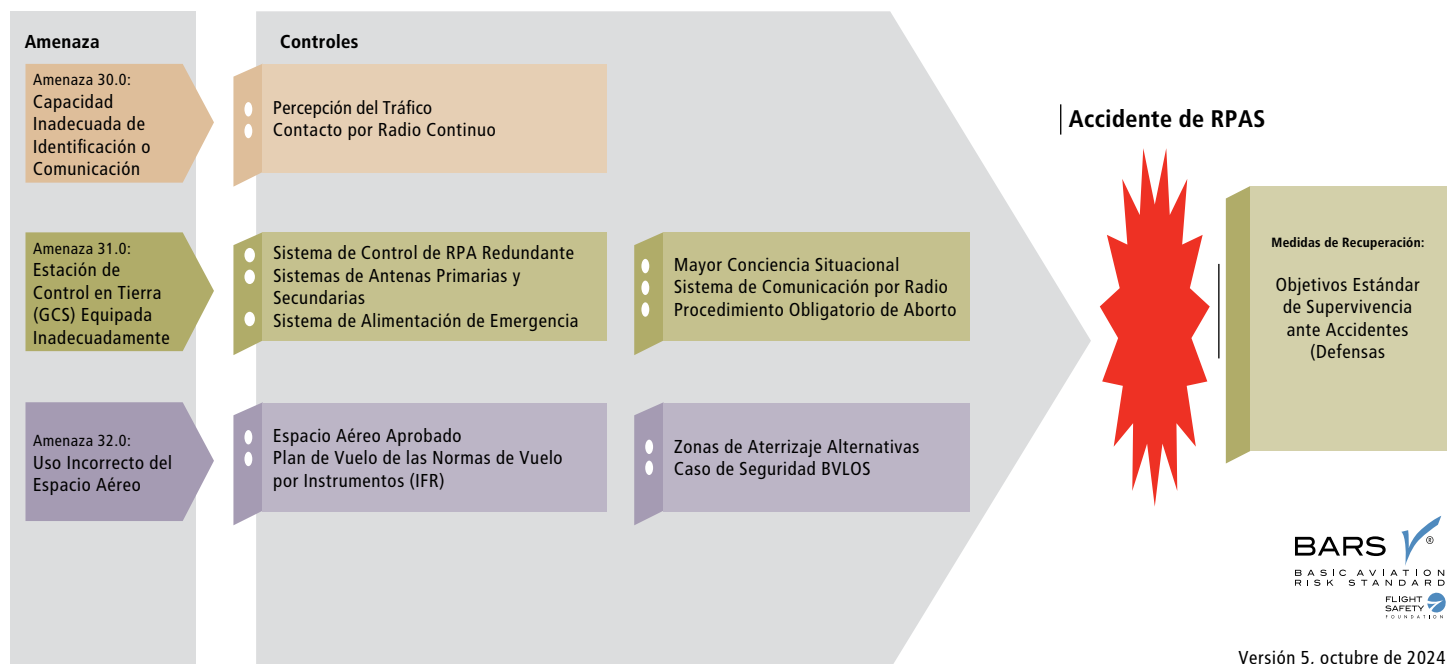
Durante la evaluación del riesgo operativo se debe considerar la posibilidad de contar con un marco protector aprobado y modificable (o un sistema de marco exterior) que rodee la RPA para prevenir lesiones y/o accidentes en caso de un contacto imprevisto con obstáculos.



Cortesía de Altitude Imaging

Operaciones de RPAS Más Allá de la Línea de Visión (BVLOS)/IFR/Espacio Aéreo Controlado

Figura 3: Modelo de riesgo Bow Tie de BARS - Diagrama de Controles adicionales de Gestión y las Medidas de Recuperación de los RPAS para las Operaciones BVLOS, IFR o en Espacio Aéreo Controlado



Amenaza 30.0: Capacidad Inadecuada de Identificación o Comunicación

Los sistemas de identificación y/o de comunicación de la RPA no son adecuados para la operación, lo que provoca un suceso no deseado

Amenaza

Amenaza 30.0:
Capacidad Inadecuada
de Identificación o
Comunicación

Controles

- Percepción del Tráfico
- Contacto por Radio Continuo

Control 30.1: Percepción del Tráfico

Asegurar la percepción y separación de otros recursos de aviación durante las operaciones de RPAS.

Transpondedor Modo C

Debe proporcionarse un transpondedor Modo C válido (preferiblemente ADS-B Modo S) en el RPA si se considera necesario durante la evaluación de riesgos antes del inicio.

Control 30.2: Contacto por Radio Continuo

Asegurar la conciencia y separación de otros recursos de aviación durante las operaciones de RPAS.

En las operaciones, el Piloto Remoto debe mantener un contacto por radio constante con todos los demás usuarios del espacio aéreo durante la totalidad del vuelo.



Cortesía de Northrop Grumman

Amenaza 31.0: Estación de Control en Tierra (GCS) Equipada Inadecuadamente

Una GCS con un equipamiento poco adecuado resulta en la pérdida de la RPA y un suceso no deseado

Amenaza

Amenaza 31.0:
Estación de Control en Tierra (GCS) Equipada Inadecuadamente

Controles

- Sistema de Control de RPA Redundante
- Sistemas de Antenas Primarias y Secundarias
- Sistema de Alimentación de Emergencia

- Mayor Conciencia Situacional
- Sistema de Comunicación por Radio
- Procedimiento Obligatorio de Aborto

Control 31.1: Sistema de Control de RPA Redundante

Asegurar el establecimiento de un sistema auxiliar para controlar la RPA en caso de eventos indeseados.

La GCS debe contar con un sistema de respaldo para controlar la RPA y ofrecer el nivel necesario de redundancia.

Control 31.2: Sistemas de Antenas Primarias y Secundarias

Asegurar que la GCS proporcione un nivel de redundancia adecuado mediante la utilización de un sistema de antenas primarias y secundarias.

La GCS debe contar con un sistema de antenas primarias y secundarias para ofrecer el nivel de redundancia necesario.

Control 31.3: Sistema de Alimentación de Emergencia

Asegurar la recuperación de la RPA mediante el uso de una fuente de alimentación auxiliar en caso de que falle la fuente de alimentación primaria.

Se debe contar con una batería de repuesto que garantice un Suministro de Energía Ininterrumpido (UPS) o una alternativa equivalente en caso de que ocurra un fallo en la fuente de alimentación primaria. El UPS debe alimentar todos los sistemas esenciales para la operación durante el tiempo necesario para recuperar la RPA en el peor de los casos (es decir, el punto más alejado para su recuperación).

Control 31.4: Mayor Conciencia Situacional

Provisión de sistemas de conciencia situacional redundantes durante las operaciones de BVLOS.

Debe proporcionarse al RP y al personal de apoyo un medio adicional para proporcionar percepción situacional, además de las comunicaciones por radio. Es preferible el uso de información adquirida localmente, como ADS-B, en sistemas de visión o radar terrestres, en lugar de datos basados en la web. Siempre que sea posible, se recomienda integrar la información de tráfico en la pantalla de vuelo principal.

Cuando la información provenga de un dispositivo ubicado de forma remota, debe establecerse un medio secundario de comunicación o percepción situacional.

Control 31.5: Sistema de Comunicación por Radio

Asegurar la disponibilidad de un sistema de comunicación constante.

Debe haber disponible un sistema de comunicación de radio primario y de respaldo que ofrezca el nivel de redundancia necesario.

Cuando el GCS y la RPA no estén ubicados juntos, el operador del RPAS debe poner en marcha enlaces de comunicación seguros y fiables entre el RP y la RPA, incluyendo sistemas de respaldo para abordar posibles fallos de comunicación. También debe existir un procedimiento documentado que especifique los protocolos de coordinación y comunicación entre el centro de operaciones remoto y las ubicaciones operativas.

Control 31.6: Procedimiento Obligatorio de Aborto

Asegurar que se efectúe el procedimiento obligatorio de aborto cuando se identifique la degradación de la CGS o la RPA.

Debe existir un procedimiento obligatorio de aborto de la misión en caso de que se dé una degradación de la GCS o la RPA (como se describe en todos los controles mencionados anteriormente).

Amenaza 32.0: Uso Incorrecto del Espacio Aéreo

El uso incorrecto del espacio aéreo provoca conflictos en el tráfico y causa un accidente aéreo con una aeronave tripulada

Amenaza

Amenaza 32.0:
Uso Incorrecto del
Espacio Aéreo

Controles

● Espacio Aéreo Aprobado
● Plan de Vuelo de las Normas
de Vuelo por Instrumentos (IFR)

● Zonas de Aterrizaje Alternativas
● Caso de Seguridad BVLOS

Control 32.1: Espacio Aéreo Aprobado

Asegurar que el espacio aéreo operativo sea seguro y esté aprobado para la operación.

Siempre que sea posible, el espacio aéreo que vaya a utilizarse debe designarse como peligroso o de área restringida o, como mínimo, activarse en un NOTAM.

Control 32.2: Plan de Vuelo de las Normas de Vuelo por Instrumentos (IFR)

Asegurar la separación del tráfico conocido.

Debe enviarse el plan de vuelo IFR (o un nivel equivalente de notificación de vuelo) a todos los vuelos.

Control 32.3: Zonas de Aterrizaje Alternativas

Asegurar la identificación y aprobación de zonas de aterrizaje alternativas.

Debe presentarse un plan de vuelo IFR (o nivel de notificación de vuelo equivalente) para todos los vuelos IFR.

Control 32.4: Caso de Seguridad de BVLOS

Asegurar que en las operaciones BVLOS se hayan identificado y abordado todos los riesgos pertinentes.

Para cualquier actividad BVLOS se deberá desarrollar y aprobar antes de cualquier operación un Caso de Seguridad que cumpla los requisitos de la NAA y de la compañía cliente. Si se opera en una región respecto de la cual la NAA no tiene requisitos normativos, las actuales pautas reglamentarias globales son el proceso de Evaluación de riesgos de operaciones específicas (SORA) de las Autoridades Conjuntas de Regulación de los Sistemas Aéreos no Tripulados (JARUS).

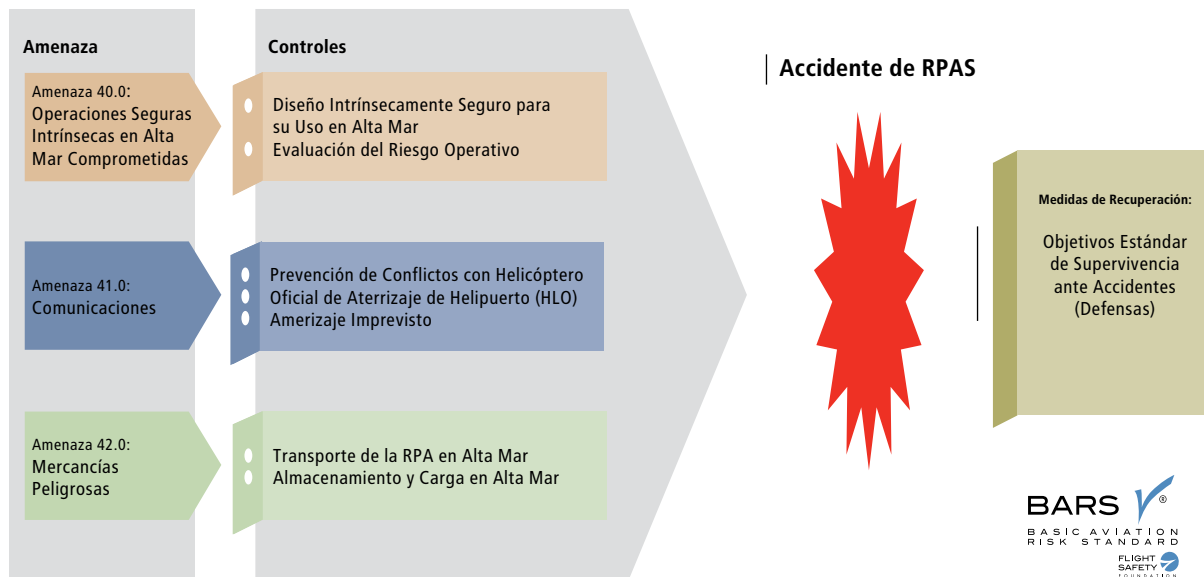
Es posible que se requieran otras aprobaciones normativas, como una autorización del espectro radioeléctrico, además de aprobaciones militares y de seguridad.



Cortesía de Northrop Grumman

Operaciones con RPAS Marítimas o en Instalaciones en Alta Mar

Figura 4: Modelo de Riesgo Bow Tie de BARS - Diagrama de Controles adicionales de Gestión y las Medidas de Recuperación de los RPAS para Operaciones en un Entorno Marítimo o en Instalaciones en Alta Mar



Versión 5, octubre de 2024

Amenaza 40.0: Operaciones Seguras Intrínsecas en Alta Mar Comprometidas

La operación intrínsecamente segura de los RPAS en un entorno en alta mar se ve comprometida, lo que provoca un suceso no deseado

Amenaza

Amenaza 40.0:
Operaciones Seguras
Intrínsecas en Alta
Mar Comprometidas

Controles

- Diseño Intrínsecamente Seguro para su Uso en Alta Mar
- Evaluación del Riesgo Operativo

Control 40.1: Diseño Intrínsecamente Seguro para el Uso en Alta Mar

Eliminación de la RPA como posible fuente de ignición en un entorno potencialmente inflamable.

Cuando la ley lo exija o pueda haber una atmósfera potencial o presuntamente inflamable, toda RPA utilizada en un ambiente de alta mar debe adoptar un enfoque de diseño intrínsecamente seguro para asegurar que una fuente de ignición de una chispa o superficie caliente no sea una amenaza.

En ausencia de un diseño intrínsecamente seguro, todos los riesgos vinculados a la operación de una RPA sin certificación de intrínsecamente segura debe considerarse en la ORA y mitigarse a través de medios alternativos.

Control 40.2: Evaluación del Riesgo Operativo

Asegurar que la ORA identifique y aborde los riesgos y peligros operativos.

Durante la Evaluación de Riesgo Operativo debe identificarse y anotarse la ubicación de las chimeneas, los extractores, las áreas conocidas de turbulencias de la superestructura y las operaciones proyectadas de grúas. La subsiguiente ruta del plan de vuelo para las operaciones debe tener en cuenta este análisis.



Cortesía de Little Ripper Life Saving

Amenaza 41.0: Comunicaciones

No se mantienen comunicaciones efectivas y la RPA entra en conflicto con un helicóptero, una embarcación o las instalaciones

Amenaza

Amenaza 41.0:
Comunicaciones

Controles

- Prevención de Conflictos con Helicópteros
- Oficial de Aterrizaje de Helipuerto (HLO)
- Amerizaje Imprevisto

Control 41.1: Prevención de Conflictos con Helicópteros

Asegurar la prevención de conflictos entre el RPAS y las operaciones de helicópteros conocidas.

Debe conocerse la programación diaria de todos los helicópteros hasta la embarcación o las instalaciones en alta mar. Esta programación debe debatirse durante la Evaluación del Riesgo Operativo para garantizar que puedan evitarse los conflictos de tiempo entre la RPA y los helicópteros.

Control 41.2: Oficial de Aterrizaje de Helipuerto (HLO)

Asegurar la prevención de conflictos entre el RPAS y las operaciones de helicópteros conocidas.

El HLO (u otro representante adecuadamente designado) debe haberse asignado como el responsable de escoltar al piloto remoto durante todas las operaciones. La persona designada debe mantener una comunicación por radio constante con las instalaciones y con cualquier equipo de control de tráfico aéreo.

Control 41.3: Amerizaje Imprevisto

Provisión de medidas de localización y recuperación de la RPA para el aterrizaje fuera un buque.

La persona designada conserva la responsabilidad de anotar la ubicación de los RPA en caso de que se produzca un amerizaje no intencionado. A fin de garantizar la integridad de los datos y minimizar el daño a la RPA en el caso de un amerizaje imprevisto, se debe considerar la impermeabilización de las unidades de captura de datos, los sensores, los motores, las baterías y los procesadores. Las medidas de recuperación adicionales que se pueden considerar han de incluir modificaciones de RPA aprobadas utilizando dispositivos de flotación y un paquete de tinte automático para marcar el área de impacto. También deben utilizarse técnicas de anclaje para evitar la pérdida de la unidad, siempre que la actividad propuesta pueda realizarse y que la RPA acepte dichas técnicas. Incluya la clasificación IP pertinente, por ejemplo, IP 77.

Amenaza 42.0: Mercancías Peligrosas

La RPA y su fuente de alimentación no se transportan ni se almacenan de acuerdo con los requisitos, lo que genera un incendio y provoca un suceso no deseado

Amenaza

Amenaza 42.0:
Mercancías
Peligrosas

Controles

- Transporte de la RPA en Alta Mar
- Almacenamiento y Carga en Alta Mar

Control 42.1: Transporte de la RPA en Alta Mar

Asegurar el transporte seguro de mercancías peligrosas.

Se debe consultar al operador de la aeronave acerca del transporte de la RPA y sus baterías, con el fin de garantizar que se respete el manual de transporte de mercancías peligrosas de la IATA.

Control 42.2: Almacenamiento y Carga en Alta Mar

Asegurar la disponibilidad de una zona adecuada para almacenamiento y carga, así como la identificación de las baterías.

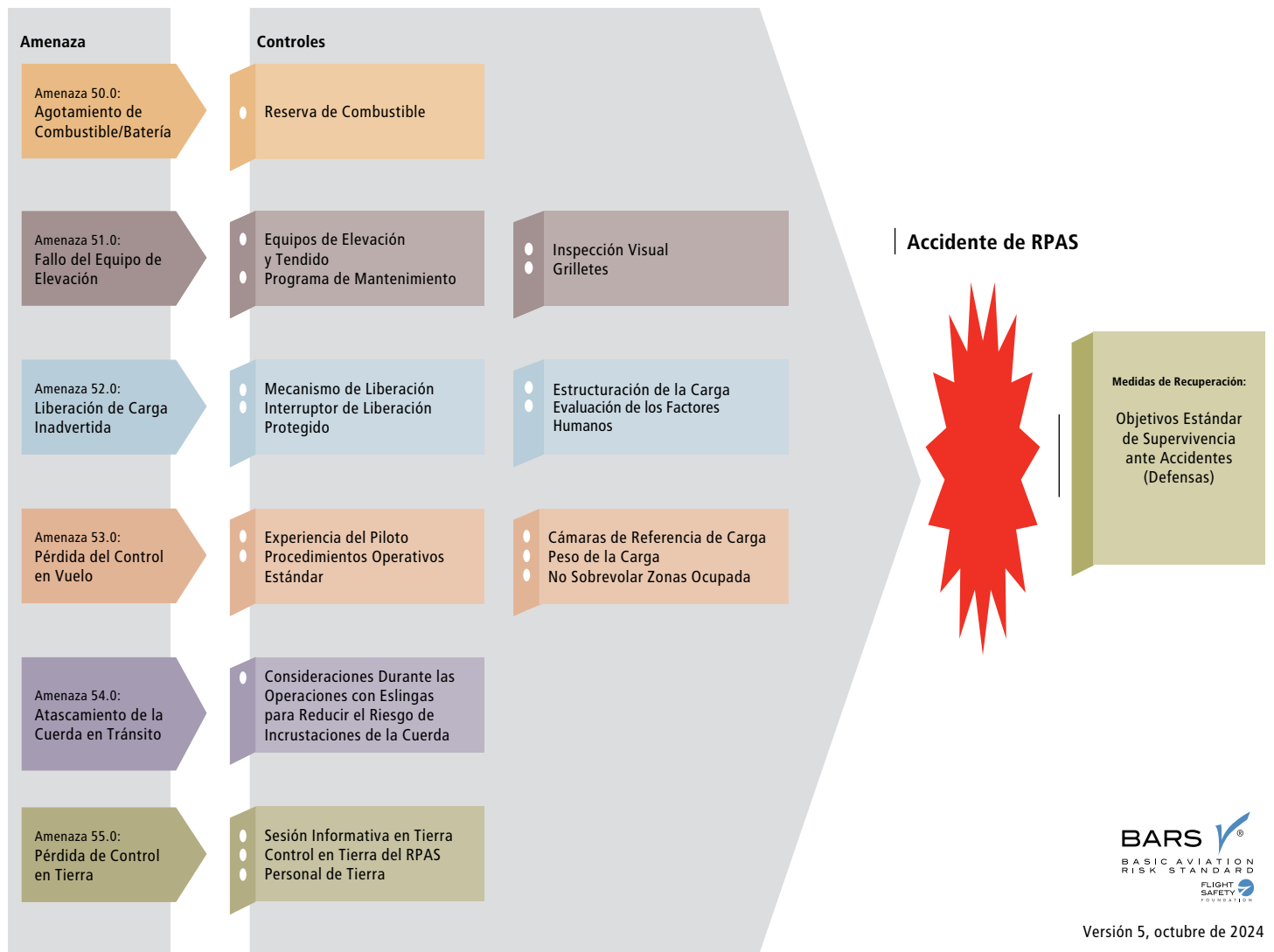
Antes del embarque se debe consultar con la embarcación o con las instalaciones en alta mar si la RPA y sus baterías se han probado y etiquetado adecuadamente. Igualmente, debe garantizarse que se ha establecido un entorno de almacenamiento y carga adecuado en las instalaciones o en la embarcación en alta mar antes de la llegada.



Cortesía de Freeport

Operaciones de Carga Externa de RPAS

Figura 5: Modelo de Riesgo Bow Tie de BARS - Diagrama de Controles adicionales y Medidas de Recuperación de RPAS para las Operaciones de Carga Externa



Amenaza 50.0: Agotamiento de Combustible/Batería

El RPAS opera con el mínimo de carga de combustible para maximizar la capacidad de elevación, se queda sin combustible/batería y sufre un fallo del motor, lo que provoca un accidente

Amenaza

Amenaza 50.0:
Agotamiento de
Combustible/Batería

Controles

Reserva de Combustible

Control 50.1: Reserva de Combustible

**Asegurar que se transporte suficiente combustible/
batería, inclusive las reservas necesarias.**

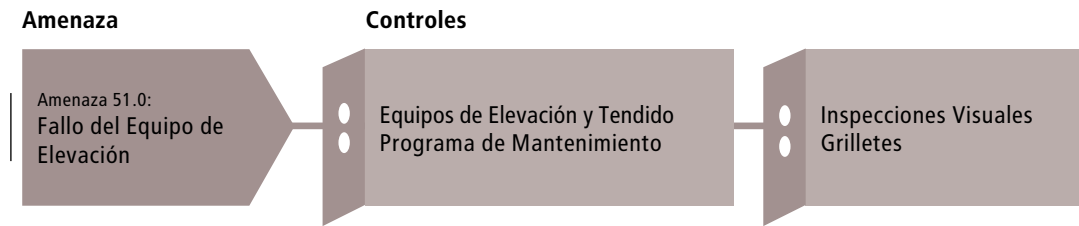
Mantenga una reserva de combustible mínima de 10 minutos/
vida útil de la batería del 30 % en todo momento.



Cortesía de BHP

Amenaza 51.0: Fallo del Equipo de Elevación

El equipo de elevación falla y deja caer la carga, lo que produce un accidente en el suelo



Control 51.1: Equipos de Elevación y Tendido

Garantizar tanto la certificación de los equipos de elevación y tendido como el cumplimiento de los requisitos de servicio del fabricante del equipo.

El operador del RPAS debe asegurarse de que la capacidad de servicio y la carga de trabajo segura certificada del equipo de elevación y tendido sean adecuadas para la tarea y el material utilizado para el cable.

Control 51.2: Programa de Mantenimiento

Garantizar la detección temprana de fallos inminentes de los equipos de elevación y tendido.

El equipo de elevación y tendido debe adecuarse a un programa de mantenimiento que proporcione toda la documentación necesaria vinculada a las inspecciones, certificación y capacidad de servicio. Deben facilitarse copias de este programa de mantenimiento a los representantes del operador del RPAS en el campo.

Control 51.3: Inspecciones Visuales

Garantizar que las rutinas de mantenimiento se complementen con inspecciones visuales antes de cada uso.

Todo el equipo de elevación (cables, cuerdas, correas, cestas, grilletes, horquillas, etc.) debe ser inspeccionado por personal calificado diariamente antes del vuelo. Cualquier signo de desgaste, deshilachado, corrosión, torceduras o deterioro debe dar lugar a la suspensión del uso del equipo.

Si se equipan ganchos con liberación remota, deben inspeccionarse para comprobar su funcionamiento.

Control 51.4: Grilletes

Garantizar que las argollas sean aptas y compatibles con otros equipos de elevación de carga.

Las argollas utilizadas para conectar el cable al RPA deben ajustarse a los suplementos del Manual de vuelo específico (cuando estén disponibles) o a lo descrito en el manual de operaciones del operador en términos del diámetro de los anillos de argolla y su uso con los tipos de gancho respectivos en el RPA.

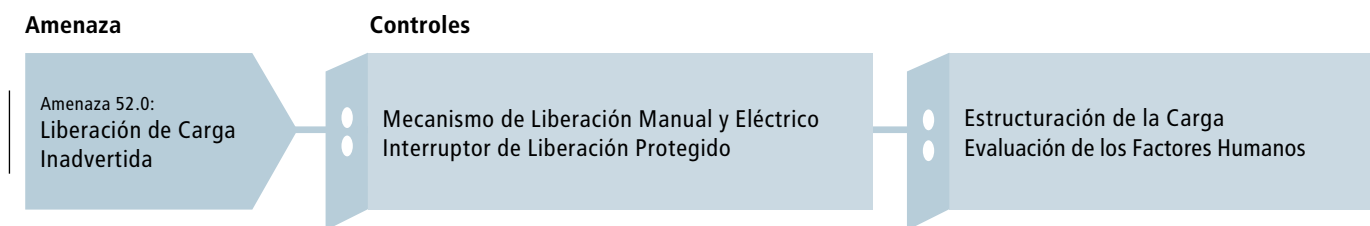
Si la información no está disponible fácilmente, se debe realizar una evaluación de riesgos antes de llevar a cabo las operaciones.

A partir de los resultados obtenidos, se debe formular e implementar una evaluación y una solución de ingeniería.

Debe tenerse en cuenta que cualquier modificación de la aeronave o los sistemas debe realizarse con la aprobación del fabricante del equipo original y/o la NAA.

Amenaza 52.0: Liberación de Carga Inadvertida

La carga se libera inadvertidamente durante el vuelo, cae a tierra y provoca un accidente



Control 52.1: Mecanismo de Liberación Manual y Eléctrico

Asegurar que las RPAS tengan mecanismos apropiados para liberar cargas en situaciones normales y de emergencia.

El RPAS debe tener en funcionamiento un mecanismo de liberación remota y un sistema liberación manual externa en el gancho.

La capacidad de liberación del cable es esencial, en caso de que se produzca una situación de emergencia. Al liberar la carga, la RPA regresa a su estado sin carga, lo que permite al piloto remoto maniobrar la RPA de manera más efectiva en caso de emergencia.

Para las operaciones de tendido, debe configurarse la liberación automática del cable en caso de pérdida de enlace.

Control 52.2: Interruptor de Liberación Protegido

Eliminar la posibilidad de una liberación involuntaria de la carga.

Cuando estén disponibles para el controlador del RPAS, todos los interruptores de liberación electrónica deben estar protegidos o incorporar un dispositivo de seguridad (conmutación dual o similar) para impedir la activación inadvertida.

Control 52.3: Estructuración de la Carga

Asegurar que solo el personal debidamente formado y cualificado fija la carga.

El operador del RPAS debe asegurarse de que el personal debidamente capacitado apareje todas las cargas.

Control 52.4: Evaluación de los Factores Humanos

Garantizar que las interfaces de control no generen confusión en el operador.

La ergonomía y la interfaz de control deben evaluarse teniendo en cuenta lo siguiente:

- Etiquetado claro del interruptor o botón de liberación de carga ;
- Si un dispositivo diferente puede liberar la carga de forma involuntaria ; y
- El piloto remoto debe poder determinar si el gancho de carga está en posición abierta o cerrada desde la estación de control remoto.

Amenaza 53.0: Pérdida del Control en Vuelo

Un control de manipulación deficiente en vuelo provoca una pérdida de control y un accidente de aviación

Amenaza

Amenaza 53.0:
Pérdida del Control
en Vuelo

Controles

- Experiencia del Piloto
- Procedimientos Operativos Estándar

- Cámaras de Referencia de Carga
- Peso de la Carga
- No Sobrevolar Zonas Ocupadas

Control 53.1: Experiencia del Piloto

Asegurar que la tripulación cuente con la debida capacitación y tenga la experiencia suficiente para realizar operaciones de carga externa de RPAS.

La tripulación de vuelo debe contar con la debida capacitación y tener suficiente experiencia para realizar operaciones de carga externa de RPAS, acorde al riesgo implicado en la operación de elevación específica.

Los pilotos que realizan actividades de carga externa deben cumplir los siguientes requisitos:

- Utilizar solo operadores de RPAS con licencia que hayan sido aprobados por el proceso establecido de la compañía y, cuando sea necesario, un especialista en aviación competente ; y
- Si está disponible, la exitosa finalización del programa de capacitación en cargas externas de un operador, debiéndose basar el proceso en la complejidad de la tarea que se realiza.

Control 53.2: Procedimientos Operativos Estándar

Garantizar unas operaciones de elevación externa de carga seguras, eficientes y estandarizadas.

El operador de RPAS debe tener Procedimientos Operativos Estándar que describan todos los requisitos del personal que participa en la actividad de carga externa. los procedimientos deben ser pertinentes al entorno local y el terreno en el que se opera.

Cuando se aplique a la RPA que se esté utilizando, los procedimientos deben incluir la desactivación de los sensores anticolidión si existe la posibilidad de que una identificación falsa provoque una pérdida de estabilidad de la RPA.

Control 53.3: Cámaras de Referencia de Carga

Garantizar en todo momento una mayor consciencia situacional de la carga externa.

Cuando esté disponible para el tipo de RPAS, se debe instalar una cámara que le proporcione al piloto una visión por debajo de la aeronave del gancho y la carga que se transportan. Preferiblemente, esta será una cámara aparte y operada de forma independiente a la cámara utilizada para el vuelo.

Control 53.4: Peso de la Carga

Asegurar que se conozcan los pesos exactos de la carga y que estén dentro de los límites del RPAS.

Antes de cada ascenso, debe haberse proporcionado al piloto el peso exacto de toda la carga. Deben tomarse notas durante la planificación de las operaciones de muestreo para garantizar que se tenga en cuenta el peso adicional de la muestra recogida y no exceda la capacidad máxima de la aeronave específica.

Cuando no se disponga de instalaciones de pesaje precisas, el piloto podrá consultar una lista de cargas y configuraciones de RPA previamente aprobadas.

Control 53.5: No Sobrevolar Zonas Ocupadas

Eliminar la exposición innecesaria al riesgo del personal por sobrevuelo.

Solo deben realizarse vuelos sobre vehículos y estructuras ocupados si ya se ha llevado a cabo una evaluación de riesgos detallada y se han puesto en marcha planes de acción.

No se realizarán vuelos sobre personas.

Amenaza 54.0: Atascamiento de la Cuerda en Tránsito

La carga se desprende de la cuerda o la cuerda se hace volar vacía, lo cual, por encima de cierta velocidad, hace que ascienda e ingrese al sistema rotor, provocando un accidente

Amenaza

Amenaza 54.0:
Atascamiento de
la Cuerda en Tránsito

Controles

Consideraciones Durante las Operaciones con
Eslingas para Reducir el Riesgo de Incrustaciones
de la Cuerda

Control 54.1: Consideraciones Durante las Operaciones de Tendido para Reducir el Riesgo de que el Cable se Vuelva Inutilizable

Asegurar que los RPAS no puedan enredarse debido a cuerdas atascadas.

- No se permite el tránsito con una cuerda sin carga ;
- La cuerda debe tener un peso adecuado si se va a volar sin una carga ;
- Implementar verificaciones previas al vuelo diseñadas para garantizar que la tripulación de vuelo que realiza cargas repetitivas sepan cuando la cuerda está conectada ;

- Antes del comenzar las operaciones, toda la tripulación aérea debe ser informada y entender todas las velocidades de tránsito seguro, el ángulo máximo de alabeo, la máxima velocidad de descenso permitida y la manipulación general vinculada a las operaciones de cargas estables ;
- Toda la tripulación debe conocer y ser informada de todas las limitaciones de velocidad correspondientes antes del inicio de las operaciones; y
- Si un fabricante de equipo original (OEM) no publica estas velocidades, se debe implementar un programa de prueba de vuelo para determinar las velocidades límite e incorporar los resultados en los Procedimientos Operativos Estándar (SOP).



Cortesía de Worley

Amenaza 55.0: Pérdida de Control en Tierra

Una desviación de las operaciones normales en tierra produce la pérdida de control de la carga y el RPAS, lo que causa un accidente del RPAS

Amenaza

Amenaza 55.0:
Pérdida de Control
en el Suelo

Controles

- Sesión Informativa en Tierra
- Control en Tierra del RPAS
- Personal de Tierra

Control 55.1: Sesión Informativa en Tierra

Garantizar que todo el personal que participe en las operaciones de elevación de carga externa esté debidamente informado.

El piloto debe asegurarse de que se oriente a todo el personal involucrado en la actividad de carga externa en una sesión informativa antes del comienzo de las operaciones. Esta sesión informativa debe incluir todas las situaciones de emergencia que podrían involucrar a la tripulación de tierra.

Control 55.2: Control en Tierra del RPAS

Garantizar la seguridad de todo el personal en las proximidades del RPAS que realizan operaciones de elevación de cargas externas.

Cuando resulte práctico, el RPAS debe apagarse antes de conectarlo o desconectarlo a las cargas externas. Cuando no sea posible apagarlo, un piloto debe quedarse en los controles mientras está en tierra en todo momento. El piloto debe permanecer concentrado en el control de la aeronave y no puede prestar asistencia en ninguna actividad en tierra, como el acople o el desacople de una carga.

Cuando la RPA no pueda aterrizar para colocar o retirar una carga (o la retirada no pueda completarse de forma remota), deberá establecerse un sistema de comunicación fiable entre la tripulación de vuelo y la tripulación de tierra.

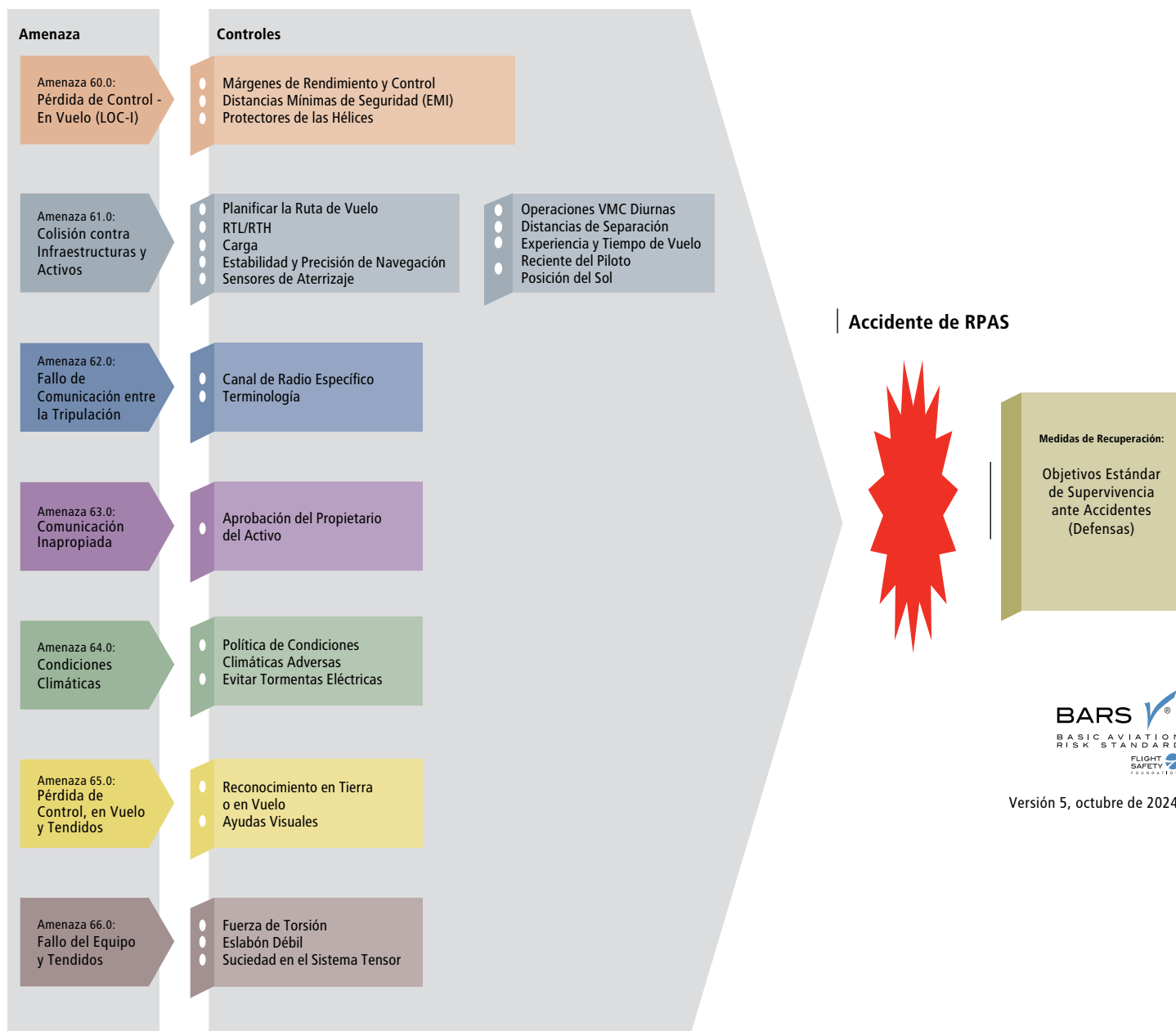
Control 55.3: Personal de Tierra

Asegurar que el personal de tierra cuente con el Equipo de Protección Personal (PPE) adecuado.

El personal de tierra debe usar los equipos de protección personal adecuados, que incluyan cascos con correas para la barbilla, gafas resistentes a los impactos y guantes.

Operaciones de RPAS en las Proximidades de Infraestructura Eléctrica

Figure 6: Modelo de Riesgo Bow Tie de BARS: Diagrama de Controles adicionales y Medidas de Recuperación de RPAS para las Operaciones en las Proximidades de Infraestructura Eléctrica.



Amenaza 60.0: Pérdida de Control - En Vuelo (LOC-I)

Las acciones de la tripulación colocan de forma involuntaria al RPA fuera de la envolvente de vuelo normal o de la ruta de vuelo prevista y provocan un vuelo irrecuperable

Amenaza

Amenaza 60.0:
Pérdida de Control
- En Vuelo (LOC-I)

Controles

- Márgenes de Rendimiento y Control
- Distancias Mínimas de Seguridad (EMI)
- Protectores de las Hélices

Control 60.1: Márgenes de Rendimiento y Control

Operar la RPA de manera que maximice el rendimiento y el margen de control.

Los procedimientos del operador deben garantizar que se respeten los límites del centro de gravedad durante todo el vuelo y que se apliquen márgenes de control adecuados a los límites del fabricante de la RPA.

Debe realizarse una revisión de la ganancia RC y la configuración exponencial para limitar la velocidad de las maniobras.

Control 60.3: Protectores de las Hélices

Garantizar la estabilidad en caso de impacto contra un cable.

Cuando estén disponibles para el tipo RPAS, deberán instalarse protectores para las hélices.

Control 60.2: Distancias Mínimas de Seguridad (EMI)

Garantizar que la RPA no opere en un entorno donde la estabilidad del vuelo se vea comprometida.

Las evaluaciones de riesgos previas al vuelo deben definir una distancia mínima de seguridad que tenga en cuenta los efectos de las interferencias electromagnéticas (EMI).



Amenaza 61.0: Colisión Contra Infraestructuras y Activos

Una RPA apta para volar bajo el control de la tripulación impacta contra el suelo, un obstáculo o el agua, lo que provoca un accidente

Amenaza

Amenaza 61.0:
Colisión contra
Infraestructuras
y Activos

Controles

- Planificar la Ruta de Vuelo
- RTL/RTH
- Carga
- Estabilidad y Precisión de Navegación
- Sensores de Aterrizaje

- Operaciones VMC Diurnas
- Distancias de Separación
- Experiencia y Tiempo de Vuelo Reciente del Piloto
- Posición del Sol

Control 61.1: Planificar la Ruta de Vuelo

Asegurarse de que la ruta de vuelo planificada esté completamente planificada para identificar posibles peligros.

Teniendo en cuenta los requisitos del cliente y de las tripulaciones de tierra, los pilotos que participen en operaciones eléctricas deben planificar cuidadosamente la ruta de vuelo, sin perder de vista los cables de tierra, los cables de sujeción y la identificación de posibles peligros.

La planificación también debe incluir la documentación e información sobre las distancias libres adecuadas desde cables bajo tensión.

Control 61.2: RTL/RTH

Garantizar que los mecanismos de seguridad automáticos estén configurados correctamente.

El regreso a tierra (regreso a la base) debe configurarse para evitar una colisión involuntaria con la infraestructura eléctrica en caso de activación.

Control 61.3: Carga

Asegurarse de que las RPA se operen a la máxima distancia posible de la infraestructura.

Debe considerarse el uso de cámaras con zoom o LiDAR de montaje lateral para evitar operar cerca de la infraestructura.

Control 61.4: Estabilidad y Precisión de Navegación

Garantizar que la RPA permanezca estable en todo momento.

La RPA debe estar equipada con GPS para todas las operaciones. El número mínimo de satélites aceptables durante las operaciones normales debe ser al menos una unidad más de lo que recomiende el fabricante.

Al operar dentro de una zona aérea restringida (ZAR) activa, debe utilizarse un sistema de posicionamiento complementario (GPS con posicionamiento RTK, estabilidad de visión).

Control 61.5: Sensores de Aterrizaje

Asegurarse de que los sensores de seguridad no interfieran con las operaciones normales.

En las RPA equipadas con sensores de protección o detección de aterrizaje, estos deben desactivarse durante el vuelo para eliminar el riesgo de activación durante el vuelo.

Control 61.6: Operaciones VMC Diurnas

Garantizar una separación efectiva y segura del terreno y los obstáculos.

Para minimizar el riesgo de colisión o impacto contra obstáculos, las actividades contratadas a altitudes inferiores deben realizarse en condiciones VMC diurnas y estableciendo unas limitaciones climáticas apropiadas.

Control 61.7: Distancias de Separación

Garantizar una separación segura entre la RPA y la infraestructura durante todas las fases de la operación

Distancia Mmínima de Separación (MSD)

La distancia mínima de seguridad es de 5 metros.

Zona Aérea Restringida (ARZ)

Todas las áreas dentro del MSD se denominan Zona aérea restringida (ZAR). Operar un RPA dentro de la ZAR solo está permitido en operaciones de RPA dedicadas a cargas externas de precisión, operaciones de plataforma, tendido y limpieza de líneas eléctricas. Si cualquier parte de la RPA entra en la ZAR, el piloto remoto debe asegurarse de que la velocidad de maniobra del RPA sea adecuada para separar la RPA de la estructura y los cables.

Dada la posible variabilidad debido a las ráfagas de viento, la estabilidad de la aeronave y otras incertidumbres, los vuelos dentro de la ZAR deben realizarse únicamente en condiciones controladas que el operador del RPAS conozca bien.

Sobrevuelo

El sobrevuelo deberá realizarse a alturas superiores a 12 metros.

Figure 7: Distancias de Separación de las Líneas de Transmisión – RPAS

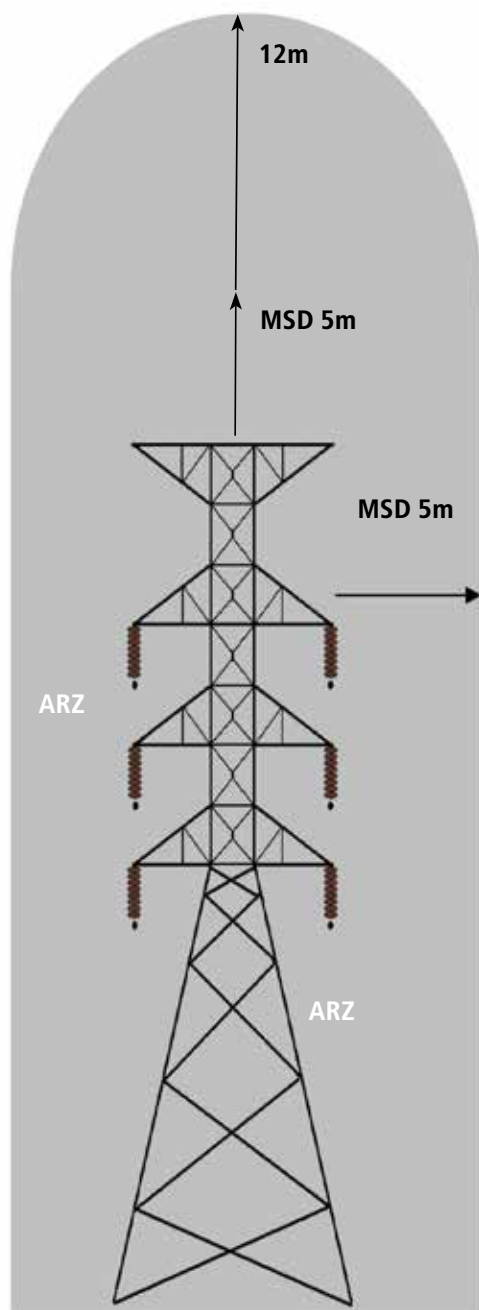


Diagrama que muestra las distancias aplicables para los RPAS que operen alrededor de estructuras como las torres de transmisión. La ZAR es el área dentro de 5 metros.

Control 61.8: Experiencia y Tiempo de Vuelo Reciente del Piloto

Garantizar que la tripulación de vuelo cuente con una buena formación y tenga experiencia suficiente para realizar operaciones RPA en las proximidades de infraestructuras eléctricas.

Las tripulaciones que operen cualquier RPA con cualquier función deben estar totalmente preparadas para la tarea. Debido a la naturaleza a menudo esporádica de las operaciones de vuelo en el sector de servicios públicos y energía, debe considerarse y gestionarse cuidadosamente el tiempo de vuelo reciente de la tripulación en cualquier tarea en particular.

Los pilotos que realicen operaciones en las proximidades de actividades de infraestructura eléctrica deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Haber finalizado satisfactoriamente el programa de formación en operaciones de infraestructura eléctrica de operaciones;
- Contar al menos con 20 horas de operaciones de infraestructura eléctrica relevantes para el RPA emplead; y
- Someterse a una verificación de competencia anual con personal de verificación y capacitación designado.

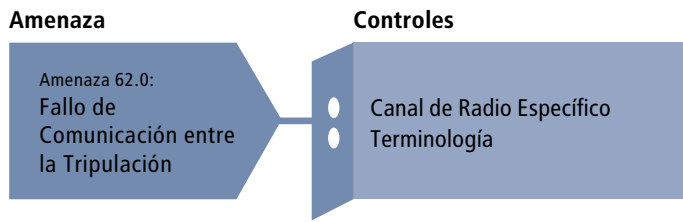
Control 61.9: Posición del Sol

Antes de cada vuelo, tener en cuenta la posición del sol y la posibilidad de que el brillo reduzca la visión de la tripulación.

El piloto remoto debe estar situado de manera que la posición del sol durante las operaciones no interfiera con su visibilidad ni le deslumbre. Si es necesario, deberá considerarse la posibilidad de ajustar la hora del día para la patrulla o inspección.

Amenaza 62.0: Fallo de Comunicación entre la Tripulación

Se produce un fallo en la comunicación efectiva entre los miembros de la tripulación, lo que produce un accidente debido a una respuesta poco eficaz ante una amenaza relacionada con la seguridad



Control 62.1: Canal de Radio Específico

Mantener las comunicaciones abiertas en un canal de radio específico.

Las comunicaciones con el personal de la tripulación de tierra deben mantenerse en un canal específico. Además, la comunicación debe ser clara y estandarizada durante toda la actividad.

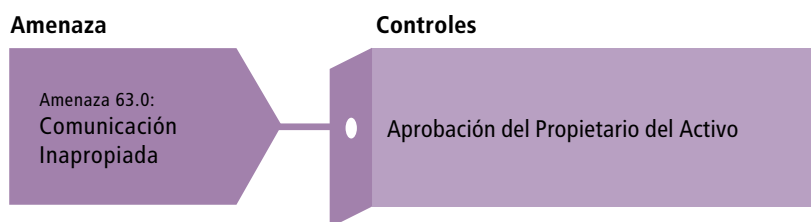
Control 62.2: Terminología

Asegurarse de que la tripulación operativa y la tripulación de apoyo en tierra utilicen una terminología coherente para evitar accidentes a causa de malentendidos.

Todos los miembros de la tripulación operativa y en tierra deben utilizar la terminología estándar relacionada con los vuelos de patrulla o inspección rutinarios y detallados.

Amenaza 63.0: Comunicación Inapropiada

Un evento se agrava debido a una comunicación inapropiada con el propietario del activo



Control 63.1: Aprobación del Propietario del Activo

Garantizar que el propietario del activo esté al corriente y apruebe todo el trabajo de línea.

Antes de comenzar el trabajo, la aprobación del propietario del activo antes del inicio debe incluir una revisión y aceptación documentada del trabajo que va a realizarse. Los datos de contacto deben proporcionarse en el Plan de Respuesta a Emergencias

Amenaza 64.0: Condiciones Climáticas

Unas condiciones climáticas adversas provocan un accidente

Amenaza

Amenaza 64.0:
Condiciones
Climáticas

Controles

- Política de Condiciones Climáticas Adversas
- Evitar Tormentas Eléctricas

Control 64.1: Política de Condiciones Climáticas Adversas

Establecer limitaciones meteorológicas acordes a las capacidades del RPAS y aplicarlas a cada vuelo.

La empresa debe redactar una política de condiciones climáticas adversas en conjunto con el operador cuando existen unas condiciones climáticas que son adecuadas para volar, aunque no para la actividad contratada o solo son adecuadas con mitigaciones del riesgo.

Esta política de condiciones climáticas adversas debe detallar claramente en qué condiciones debe restringirse o suspenderse temporalmente la actividad contratada.

Control 64.2: Evitar Tormentas Eléctricas

Garantizar operaciones seguras en las proximidades de tormentas eléctricas.

Los operadores deben describir las técnicas para evitar tormentas eléctricas en el Manual de Operaciones.

Amenaza 65.0: Pérdida de Control, en Vuelo y Tendidos

El rendimiento del RPA requerido excede el rendimiento disponible, lo que produce la pérdida de control del RPA y la posterior colisión con estructuras o el terreno

Amenaza

Amenaza 65.0:
Pérdida de
Control, en Vuelo
y Tendidos

Controles

- Reconocimiento en Tierra o en Vuelo
- Ayudas Visuales

Control 65.1: Reconocimiento en Tierra o en Vuelo

Asegurarse de que todo el personal conoce claramente los riesgos relacionados con la próxima operación.

El piloto debe realizar un vuelo de reconocimiento antes de iniciar la operación de tendido. Esto proporciona al piloto la oportunidad de ensayar mentalmente la próxima operación e identificar las áreas donde es probable encontrar posibles problemas.

Control 65.2: Ayudas Visuales

Garantizar que la tripulación del RPA pueda ver los dispositivos de carga.

Debe instalarse una ayuda visual en el cable para aumentar la visibilidad para el piloto remoto y el personal de tierra.

Amenaza 66.0: Fallo del Equipo y Tendidos

El RPA sufre una emergencia por un fallo del equipo de tendido

Amenaza

Amenaza 66.0:
Fallo del Equipo
y Tendidos

Controles

- Fuerza de Torsión
- Eslabón Débil
- Suciedad en el Sistema Tensor

Control 66.1: Fuerza de Torsión

Asegurarse de eliminar cualquier fuerza de torsión del cable.

Todas las líneas del tendido deben equiparse con un mecanismo giratorio (preferiblemente un mecanismo giratorio de carrete aislado) para evitar que cualquier fuerza de torsión se transfiera del cable al RPA.

Control 66.3: Suciedad en el Sistema Tensor

Garantizar que los equipos tensores funcionen de forma segura y eficaz.

Debe mantenerse el sistema tensor del cable y el área de frenado en buenas condiciones para evitar la posibilidad de que el cable deje de funcionar correctamente.

Control 66.2: Eslabón Débil

Garantizar que el RPA se desconecte automáticamente de la carga en caso de una sobrecarga que, de otro modo, provocaría una pérdida del control.

Debe instalarse un eslabón débil, si así lo determina la evaluación de riesgos.



Courtesy: Rio Tinto

Copyright, Copias y Actualizaciones

Norma Básica de Riesgos en Aviación para Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia® versión 5, con copyright de 2024, de Flight Safety Foundation Limited (ABN 41 135 771 345) («FSF Ltd»), subsidiaria y propiedad absoluta de Flight Safety Foundation Inc. («FSF Inc»), constituida en el Estado de Nueva York, Estados Unidos de América.

Se puede acceder a una copia de esta Norma (la «Norma») a medida que se actualice en el sitio web de BARS: www.flightsafety.org/bars

La Norma puede copiarse de forma gratuita en su totalidad o en parte, siempre que todas las copias incluyan esta declaración de copyright y este aviso legal en su totalidad.

Aviso legal

Esta Norma está a disposición general con el objetivo de aumentar la concienciación sobre los problemas de seguridad y los riesgos relativos al sector de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia.

Ningún individuo que participe en este tipo de operaciones o sectores deberá depender exclusivamente de esta Norma para gestionar los riesgos, y deberá ejercer sus propias habilidades, atención y juicio respecto a la gestión de los riesgos y el uso de esta Norma.

FSF Ltd y FSF Inc. renuncian expresamente a toda responsabilidad en relación con las consecuencias de cualquier medida que se tome o no se tome en base a esta Norma, ya sea en su totalidad o en parte. Bajo ninguna circunstancia, ni FSF Ltd ni FSF Inc. serán responsables de ningún daño relacionado o consecuente que resulte del uso de esta Norma.

El uso, la distribución y la reproducción de esta Norma de ningún modo constituyen una aceptación de los términos antes mencionados.

Contacto:

Oficina del Programa BARS

Flight Safety Foundation
Oficina regional
Código postal GPO 3026
Melbourne, Victoria 3001 (Australia)

Teléfono: +61 1300 557 162
Correo electrónico: BARS@flightsafety.org
Sitio web: www.flightsafety.org/bars

Flight Safety Foundation
Oficina central
1920 Ballenger Ave., 4th Floor
Alexandria, Virginia US 22314

Teléfono: +1 703 739 6700
Fax: +1 703 739 6708

