

Apéndice F

ESTUDIO DE SEGURIDAD PARA OPERACIONES DECLARATIVAS.

(02/03/2018)

1. Objeto.

El objeto de este documento es proporcionar una guía sobre la metodología a seguir para la realización del Estudio Aeronáutico de Seguridad (EAS) de la operación u operaciones de forma que se garantice la seguridad de dichas operaciones, así como en su caso, la idoneidad de la zona de seguridad para la realización de vuelos experimentales en cumplimiento del artículo 26 b) del Real Decreto 1036/2017 de 15 de diciembre por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto.

Este documento está orientado a los operadores que realicen operaciones de acuerdo al artículo 39 de dicho RD:

- Operaciones con RPAS de MTOW de hasta 50 kg que vayan a realizar vuelos especializados fuera de aglomeraciones de edificios o de reuniones de personas al aire libre, en espacio aéreo no controlado y fuera de una zona de información de vuelo, siempre que la operación se realice dentro del alcance visual del piloto (VL0S o EVLOS), a una distancia horizontal del piloto o de los observadores, no mayor de 500 m y a una altura sobre el terreno no mayor de 400 pies (120 m).
- Operaciones con RPAS de MTOW de hasta 2 Kg que vayan a realizar vuelos especializados fuera de aglomeraciones de edificios o de reuniones de personas al aire libre, en espacio aéreo no controlado y fuera de una zona de información de vuelo (FIZ), para vuelos más allá del alcance visual del piloto (BVLOS) y dentro del alcance directo de la emisión por radio de la estación de pilotaje remoto que permita un enlace de mando y control efectivo y a una altura sobre el terreno no mayor de 400 pies (120 m).
- Operaciones con RPAS de MTOW de hasta 25 kg que vayan a realizar vuelos experimentales en las que no es necesario autorización de acuerdo al artículo 40 del RD 1036/2017.

2. Estructura del Estudio Aeronáutico de Seguridad.

El Estudio Aeronáutico de Seguridad deberá contener al menos los siguientes apartados:

1. **Portada.** En la que se indicará el título del documento, el operador, los datos de contacto, el código del documento y el número de revisión del EAS.
2. **Índice** del documento paginado.
3. **Registro de revisiones** con fechas de efectividad.
4. **Listado de páginas efectivas.**
5. **Descripción de la Metodología empleada para realizar el Estudio de Seguridad.** Definición de la metodología utilizada para la identificación, análisis, evaluación y seguimiento de los riesgos relacionados con la operación. En el apartado 3 se describen las metodologías recomendadas.
6. **Descripción de las operaciones para las que se realiza el EAS.** Descripción del tipo de actividad/operación indicada en la comunicación previa. Se debe realizar un estudio de seguridad para cada una de las actividades/operaciones indicadas en la comunicación previa.
7. **Evaluación del riesgo asociado a la operación.** A través de la evaluación del riesgo se debe de determinar la aceptabilidad de la operación propuesta, de manera que se demuestre que dicha



operación es segura.

- 8. Responsables de supervisión de la implementación de las barreras de seguridad y registro.** Si como resultado del Estudio Aeronáutico de seguridad es necesario implementar barreras de seguridad para reducir el riesgo de la operación, ya sea indicadas en el Real Decreto 1036/2017 u otras adicionales propuestas por el operador, se deberá indicar la persona encargada de la implementación de dichas barreras de seguridad, así como mantener un registro de su implementación.

3. Metodologías recomendadas.

Para realizar el Estudio Aeronáutico de Seguridad se recomienda usar las siguientes metodologías:

3.1. Metodología SORA (Specific Operations Risk Assessment).

SORA es una metodología desarrollada por JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) aceptada a nivel internacional.

Esta metodología se basa en un modelo de evaluación del riesgo holístico. Definiéndose riesgo como la combinación de la probabilidad de ocurrencia de una situación que pueda suponer un daño de cualquier tipo y su nivel de severidad asociado.

Este modelo proporciona un sistema para identificar los peligros, las amenazas y las distintas barreras aplicables a cualquier operación de RPAS de forma que se pueda determinar los límites de una operación segura. El operador puede emplear este método como una herramienta para determinar los niveles de riesgo aceptables y validar que esos niveles se cumplan en las operaciones propuestas.

SORA establece los siguientes pasos:

- 1. Identificación del daño:** teniendo en cuenta el riesgo existente, se deben identificar los daños potenciales. Los principales daños a tener en cuenta son los siguientes:
 - ❖ Lesiones fatales a terceros en tierra.
 - ❖ Lesiones fatales a terceros en aire (colisión catastrófica en el aire con aeronaves tripuladas)
 - ❖ Daño a una infraestructura crítica
- 2. Identificación del peligro:** se deben evaluar los peligros relacionados con la operación de RPAS que pueden conducir a un daño. Se establece que el único riesgo relacionado con la operación de RPAS que puede conducir a cualquiera de las tres categorías de daños identificados anteriormente es la **operación del RPAS fuera de control**.
- 3. Identificación de amenazas genéricas:** se trata de la identificación de los hechos que pueden causar que ocurra un peligro si no se mantiene bajo control. Las principales amenazas potencialmente aplicables a cualquier operación de RPAS
 - ❖ Problemas técnicos relacionados con el RPAS.
 - ❖ Error humano.
 - ❖ Posibilidad de colisión con una aeronave.
 - ❖ Condiciones de operación adversas.
 - ❖ Deterioro de los sistemas externos que soportan el funcionamiento del RPAS.

4. **Identificación de barreras contra los daños:** identificación de las mitigaciones aplicables a un daño específico para un peligro definido. Las barreras contra los daños afectan a la probabilidad de que, una vez que ocurre, el peligro pueda causar un daño y/o a la gravedad de las consecuencias del peligro con respecto al daño.
5. **Identificación de barreras frente a amenazas:** identificación de las mitigaciones aplicables a una amenaza específica para un peligro definido. Las barreras frente a amenazas afectan a la probabilidad de que una amenaza pueda causar un peligro.

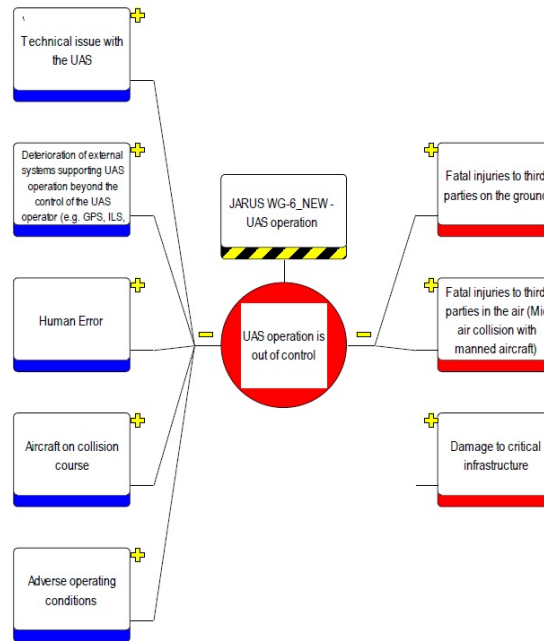


Figura 1. Representación bow-tie de un modelo holístico de riesgos de SORA en el que se representa el peligro y sus amenazas y daños asociados.

La filosofía de la metodología SORA se basa en el análisis de los riesgos existentes en tierra (GRC: Ground Risk Class) y en aire (ARC: Air Risk Class) asociados al concepto operacional propuesto por el operador. Mediante la determinación de estos índices se categoriza el riesgo asociado en 6 niveles SAIL recomendando barreras (técnicas, humanas y operacionales) dependiendo del riesgo asociado a la operación.

Para mayor información, la metodología SORA al completo puede encontrarse en la siguiente URL: <http://jarus-rpas.org/content/jar-doc-06-sora-package>



3.1.1. Aplicación de la Metodología SORA:

El desarrollo de la metodología SORA ha sido realizado de manera que un operador pueda llevar a cabo un estudio de seguridad paso a paso y de manera directa.

Es importante resaltar que en este documento se omiten algunos elementos en la aplicación de la metodología SORA tal y como se describe en la guía desarrollada por JARUS por el carácter de las operaciones declarativas a las que va dirigido este documento de acuerdo al apartado 1.

A continuación se describen los pasos a seguir que fundamentan la aplicación de la metodología SORA:

Paso 1. Descripción del concepto de operaciones.

En este paso, el operador debe recopilar y describir toda la información técnica, operacional y humana relacionada con la operación declarada. Esta evaluación ha de ser lo más exhaustiva y precisa posible ya que es la base para la evaluación de la seguridad de la operación propuesta.

Paso 2. Determinación del GRC (Ground Risk Class) inicial.

El riesgo en tierra está relacionado principalmente con el hecho de que una persona sufra un impacto por el RPA en caso de pérdida de control de la misma.

El operador deberá determinar el índice de GRC correspondiente a su operación. De acuerdo a la metodología SORA, a las condiciones operacionales y requisitos técnicos establecidos en el art 39 del RD 1036/2017 para las operaciones declarativas, los niveles posibles de riesgo en tierra estarán comprendidos entre 1 y 2 dependiendo del caso. En caso de no ajustarse a los límites indicados en la siguiente tabla se deberá realizar una evaluación exhaustiva.

Índice GRC		
Dimensiones máximas del RPA	1 m / approx. 3ft	3 m / approx. 10ft
Energía cinética esperada	< 700 J	< 34 kJ
Escenarios operacionales		
VLOS fuera de aglomeraciones de edificios o personas.	1	2
BVLOS fuera de aglomeraciones de edificios o personas con aeronaves de MTOW de hasta 2Kg.	2	-

Tabla 1. Índice GRC (Ground Risk Class).

Paso 3. Determinación de las barreras que reducen el daño y que modifican el GRC inicial.

Las barreras que reducen el daño son una manera eficaz de reducir el riesgo de la operación. Estas barreras pueden estar relacionadas con la implementación de un Plan de Respuesta a Emergencia, la reducción de los efectos ante un impacto en tierra (ej: mediante la disposición de un sistema de limitación de energía de impacto) así como la implementación de otras medidas técnicas efectivas como por ejemplo la utilización de un RPA cautivo.



El objetivo es reducir el riesgo en tierra lo máximo posible, para lo cual el operador deberá establecer las barreras que considere necesarias para reducir dicho riesgo.

Paso 4. Determinación de la letalidad.

El siguiente paso del proceso es determinar la letalidad del RPAS. La letalidad de una RPA se describe como la probabilidad de que una persona sufra heridas fatales cuando es golpeada por ella. La letalidad es clasificada por SORA como baja, media o alta.

Debido a la consideración previa durante la determinación del riesgo en tierra, del tamaño y energía máximo del RPA, se determina que en la mayor parte de los casos la letalidad es MEDIA. Sin embargo, hay ciertos casos y aspectos de diseño que deben ser considerados para evaluar la letalidad, como el uso de combustible, rotores/hélices de alta energía, frangibilidad, material del RPA, etc... Estas consideraciones pueden aumentar o disminuir el SAIL.

Paso 5. Determinación del nivel específico del nivel de garantía e integridad (SAIL).

Una vez que se ha determinado el riesgo en tierra y la letalidad, se puede determinar el SAIL de la operación de acuerdo a la tabla siguiente:

SAIL asociado al riesgo en tierra (GRC)			
Letalidad	Índice GRC		
	3	2	1
Alta	III	II	I
Media	II	I	0
Baja	I	0	0

Tabla 2 SAIL asociado al riesgo en tierra (GRC)

Paso 6. Determinación de la categoría de encuentros en un espacio aéreo (AEC).

Se entiende el AEC como es una clasificación de la tipología de volúmenes de espacio aéreo donde se pretende realizar la operación que mejor refleja los niveles percibidos de riesgo de colisión.

De acuerdo a SORA y a las condiciones operacionales descritas en el apartado 1 de este documento, el nivel establecido para el índice AEC corresponderá a 10 de acuerdo a la tabla recogida en la metodología SORA que se concreta en lo siguiente:

(AEC)	Espacio aéreo operacional
10	Operaciones en espacio aéreo controlado por debajo de 400 ft AGL sobre entorno rural.

Tabla 3 Nivel del índice AEC.



Paso 7. Determinación del ARC (Air Risk Class) inicial.

El riesgo de colisión en aire es una clasificación cualitativa de la probabilidad de que un RPA se encuentre con un avión tripulado en un determinado espacio aéreo. Se determina en función de 3 parámetros:

- ❖ **Ratio de proximidad:** a mayor número de aeronaves en un determinado espacio aéreo mayor probabilidad de colisión.
- ❖ **Geometría:** Se reduce el riesgo de colisión en aire definiendo volúmenes de espacio aéreo de operación, procedimientos concretos, regulación específica, etc...
- ❖ **Dinámica:** a mayor velocidad de la aeronave, mayor probabilidad de colisión.

De acuerdo a la metodología SORA el índice de riesgo de colisión en aire (ARC) para este escenario operacional es 2.

(AEC)	Espacio aéreo operacional	(ARC)
10	Operaciones en espacio aéreo controlado por debajo de 400 ft AGL sobre entorno rural.	2

Tabla 4 Índice ARC.

Un ARC=2 corresponde a un espacio aéreo donde el riesgo de colisión entre un RPA y una aeronave tripulada es bajo. Sin embargo es necesario establecer algún tipo de medida de mitigación para reducir este riesgo.

Paso 8. Establecimiento de medidas de mitigación.

Para reducir el ARC inicial es necesario establecer medidas de mitigación, las cuales se pueden establecer en dos fases:

- ❖ Medidas de mitigación estratégicas cuyo objetivo es reducir el ARC.
- ❖ Medidas de mitigación tácticas para disminuir los efectos del riesgo residual del ARC.

Se consideran medidas de mitigación estratégicas las restricciones operacionales relacionadas con el tiempo y espacio de la operación de forma que se reduzca la densidad de aeronaves o el tiempo de exposición.

La determinación de un volumen de operación, limitación a una franja horaria concreta o procedimientos operacionales definidos con anterioridad son ejemplos de este tipo de medidas de mitigación.

Se consideran medidas de mitigación tácticas aquellos procedimientos o decisiones establecidas en un periodo de tiempo muy pequeño durante la operación de forma que se reduzca el riesgo de colisión en aire mediante la fórmula general de "Ve, Decide, Evita y da feedback " ("See, Decide, Avoid, Feedback Loop - SDAF loop").

En función de las medidas tácticas y estratégicas determinadas se podrá determinar que el ARC inicial ha sido reducido, obteniéndose el SAIL asociado al ARC final de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:



Air Risk Class	(SAIL)
ARC 4	SAIL VI
ARC 3	SAIL IV
ARC 2	SAIL II
ARC 1	SAIL I

Tabla 5: SAIL obtenido de acuerdo al ARC asociado.

Paso 9. Identificación de barreras recomendadas frente a amenazas.

SORA propone una lista de posibles barreras frente a amenazas en función del SAIL final, que será el mayor del obtenido en el paso 5 (relacionado con el GRC) y el obtenido en el paso 8 (relacionado con el ARC). El operador deberá evaluar e implementar estas barreras, clasificándose de la siguiente forma:

- ❖ **Problemas técnicos del RPAS.** Entre las barreras propuestas se encuentran barreras relativas a la organización del operador, mantenimiento y fabricación del RPAS, establecimiento de procedimientos operacionales, formación del personal de forma que se asegure que es capaz de controlar una situación anormal, recuperación segura, etc.
- ❖ **Errores humanos.** Como por ejemplo barreras relacionadas con la recuperación segura del vuelo en caso de error humano, definición de tiempo de descanso, evaluación de factores humanos, existencia de elementos de protección automática de las funciones críticas para el vuelo, etc..
- ❖ **Condiciones adversas para la operación.** Definición de las condiciones meteorológicas para la operación segura y procedimientos operacionales relacionados, formación del personal para identificar condiciones meteorológicas críticas, etc
- ❖ **Deterioro de los sistemas externos que apoyan la operación del RPAS.** Por ejemplo, existen procedimientos para tratar el deterioro de los sistemas externos que apoyan a la operación del RPAS.

Estas barreras recomendadas se encuentran descritas en la Tabla 8 de SORA, debiéndose consultar y evaluar.

Paso 10 Comprobación final

Una vez determinado el nivel SAIL final, y una vez se han evaluado las barreras recomendadas se debe determinar si la operación pretendida puede llevarse a cabo con un nivel de seguridad suficiente.

En caso de que la operación no pueda ser llevada a cabo garantizando la seguridad de las operaciones, se deberán revisar las condiciones iniciales e incluir/modificar mitigaciones y barreras de manera que se garantice la seguridad en todo momento.



3.2. Otras metodologías.

Existen otras metodologías para la elaboración de estudios de seguridad basadas en la evaluación de los riesgos asociados a una determinada operación que pueden ser considerados aceptables.

La aplicación de la siguiente metodología implica la identificación de los peligros, análisis de los riesgos y sus consecuencias y su clasificación en función de su severidad y probabilidad para posteriormente identificar las medidas para mitigar los riesgos asociados. Para mayor información se puede consultar el Doc 9859 de OACI.

Se recomienda para ello seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Identificación de peligros y análisis de riesgos.

La identificación de peligros es el proceso mediante el cual se determinan aquellas situaciones o condiciones que pueden generar sucesos que produzcan lesiones a las personas o daños materiales (a equipamientos, instalaciones, etc...).

Mediante el análisis de riesgos se identifican las consecuencias asociadas a cada peligro y se determina su tolerabilidad, en función de la probabilidad de que un hecho o situación de peligro pueda ocurrir, y la severidad de sus consecuencias.

A la hora de determinar la tolerabilidad del riesgo hay que considerar las medidas de control (defensas) del operador para protegerse de los peligros identificados.

La identificación de peligros y el análisis de riesgos asociados deberán realizarlas personal capacitado para ello por contar con experiencia o conocimientos en operaciones, infraestructuras y en cualquier otro campo relacionado con la situación a analizar.

Paso 2. Clasificación de severidad y probabilidad. Matriz de tolerabilidad.

Una vez determinados las posibles consecuencias existentes para cada peligro, el siguiente paso es determinar la probabilidad de los mismos.

La probabilidad de que un accidente/ incidente suceda se puede determinar tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Sin embargo, es conveniente aclarar que los datos de accidentes/ incidentes suelen ser escasos y no bastan para elaborar un análisis cuantitativo preciso de todos los riesgos que pueden existir en la operación, por lo que en la mayoría de los casos se deberá aplicar la experiencia previa para realizar un juicio sobre la probabilidad de que suceda un accidente/ incidente (método cualitativo).

En función de las veces que se espera que ocurra un accidente o incidente, se han establecido a modo de ejemplo las siguientes categorías recogidas en la tabla siguiente para clasificar la probabilidad.



PROBABILIDAD DEL RIESGO	SIGNIFICADO	VALOR
FRECUENTE	Probable que ocurra muchas veces. <i>Ya ha sucedido en la compañía (Frec>3 veces al año)</i> <i>Ha ocurrido frecuentemente en la historia de la aviación.</i>	5
OCASIONAL	Probable que ocurra a veces. <i>Ya ha sucedido en la compañía (Frec<3 veces al año)</i> <i>Ha ocurrido de forma poco frecuente en la historia de la aviación.</i>	4
REMOTA	Improbable de ocurra. <i>Ha ocurrido en la compañía alguna vez.</i> <i>Ha sucedido en la historia de la aviación de forma muy aislada.</i>	3
IMPROBABLE	Muy improbable que ocurra. <i>No se tiene conocimiento que haya sucedido en la compañía, pero ha sucedido en la historia de la aviación alguna vez.</i>	2
EXTREMADAMENTE IMPROBABLE	Casi inconcebible que ocurra. <i>Nunca ha sucedido en la historia de la aviación.</i>	1

Tabla 6: Matriz de Probabilidad

El siguiente paso es determinar la severidad de los riesgos. Para ello se han establecido a modo de ejemplo las categorías definidas en la tabla a continuación:

SEVERIDAD DE SUCESO	SIGNIFICADO				VALOR
	PERSONAL	AMBIENTAL	CÁLCULO Y VALOR MATERIAL	REPUTACIÓN	
CATASTRÓFICO	Múltiples muertes	Efectos Masivos (incendios, destrucción, etc)	Pérdidas financieras catastróficas	Impacto Internacional	A
PELIGROSO	Muerte	Efectos difíciles de reparar	Pérdidas financieras severas con efectos a largo plazo	Impacto Nacional	B
MAYOR	Lesiones serias	Impacto local considerable	Pérdidas financieras sustanciales	Impacto Considerable	C
MENOR	Lesiones leves	Impacto leve	Pérdidas financieras con pequeño impacto	Impacto Limitado	D
INSIGNIFICANTE	Sin lesiones o superficiales	Insignificante o sin impacto	Pérdidas financieras insignificantes	Impacto leve o sin impacto	E

Tabla 7: Matriz de severidad



Para clasificar en que categoría de severidad se encuentra el riesgo se aplicarán criterios basados fundamentalmente en la experiencia previa y en bases de datos de accidentes/ incidentes.

Una vez determinadas la probabilidad y la severidad de los riesgos asociados a cada uno de los peligros identificados por el operador, se debe de determinar la tolerabilidad del riesgo existente. Para realizar esta tarea, se define la matriz de tolerabilidad, en la que se expresa la aceptabilidad de los riesgos en función de la probabilidad y la severidad.

Los riesgos de seguridad se evalúan conceptualmente como aceptables, tolerables o intolerables. Los riesgos evaluados inicialmente como intolerables son inaceptables en cualquier circunstancia. La probabilidad y/o severidad de las consecuencias de los peligros son de tal magnitud, y el potencial perjudicial del peligro plantea una amenaza a la seguridad, que se requieren medidas de mitigación inmediata.

Los riesgos de seguridad evaluados en la región tolerable son aceptables siempre que las estrategias de mitigación apropiadas sean implementadas por el operador. Un riesgo para la seguridad evaluado inicialmente como intolerable puede ser mitigado y ser trasladado posteriormente a la región tolerable siempre que tales riesgos sigan controlados por las estrategias de mitigación apropiadas.

Los riesgos de seguridad evaluados como aceptables inicialmente son aceptables en su estado actual y no requieren acción para conseguir o mantener la probabilidad y/o severidad de las consecuencias de los peligros bajo control.

PROBABILIDAD SEVERIDAD	EXTREMAD. IMPROBABLE (1)	IMPROBABLE (2)	REMOTO (3)	OCASIONAL (4)	FRECUENTE (5)
CATASTRÓFICO (A)	TOLERABLE (1A)	INACEPTABLE (2A)	INACEPTABLE (3A)	INACEPTABLE (4A)	INACEPTABLE (5A)
PELIGROSO (B)	ACEPTABLE (1B)	TOLERABLE (2B)	INACEPTABLE (3B)	INACEPTABLE (4B)	INACEPTABLE (5B)
IMPORTANTE / MAYOR (C)	ACEPTABLE (1C)	ACEPTABLE (2C)	TOLERABLE (3C)	INACEPTABLE (4C)	INACEPTABLE (5C)
POCO IMPORTANTE / MENOR (D)	ACEPTABLE (1D)	ACEPTABLE (2D)	ACEPTABLE (3D)	TOLERABLE (4D)	TOLERABLE (5D)
INSIGNIFICANTE (E)	ACEPTABLE (1E)	ACEPTABLE (2E)	ACEPTABLE (3E)	ACEPTABLE (4E)	ACEPTABLE (5E)

Tabla 8: Matriz de tolerabilidad.

Paso 3. Mitigación de riesgos

La mitigación de riesgos es el proceso en el que se identifican y evalúan las medidas adecuadas que reduzcan el riesgo hasta un nivel tan bajo como prácticamente sea posible.

Es conveniente señalar las defensas con las que se cuentan, así como las medidas mitigadoras a aplicar para minimizar la posibilidad de que el nivel de seguridad operacional se vea afectado.



Paso 4. Documentación

Todos los peligros identificados, el análisis de los riesgos y sus consecuencias, su clasificación en función de su severidad y probabilidad, y la identificación de las medidas para mitigar los riesgos asociados han de documentarse.

En el caso de aquellos riesgos que sean tolerables o en el caso de aquellos en los que inicialmente se considerasen intolerables, pero hayan pasado a ser considerados como tolerables al identificar medidas de mitigación que permitan su reclasificación, se deben identificar las medidas de mitigación aplicables.

Estas medidas de mitigación requerirán del desarrollo de procedimientos operacionales o elaboración de instrucciones para su implantación por parte del operador.

Una vez identificada la medida de mitigación y desarrollados los procedimientos aplicables para su correcta implantación, se debe establecer el modo en el que se dará traslado al personal involucrado en la operación de los procedimientos o instrucciones desarrollados como medida de mitigación.

Además, se debe establecer quién es, dentro del operador, el responsable de supervisar la implantación de las medidas de mitigación y de revisar, en una fecha establecida, la efectividad de las mismas para verificar si se requiere tomar alguna medida adicional.

A continuación se incluye una tabla no exhaustiva con las principales amenazas clasificadas de acuerdo al área de la operación al que afectan (personal y factores humanos, condiciones operaciones y problemas técnicos). En esta tabla se recoge un listado no es exhaustivo el cual debe de completarse por el operador en función del tipo de operación y de la aeronave a utilizar.

CLASIFICACIÓN DE AMENAZAS	
Área	Amenazas/Peligro
PERSONAL Y FACTORES HUMANOS	El piloto al mando o una o varias de las personas involucradas en la operación están enfermos en el momento de realizar el vuelo
	El piloto al mando o una o varias de las personas involucradas en la operación toman algún tipo de medicación que puede mermar su aptitud, en el momento de realizar el vuelo
	El piloto al mando, o una o varias de las personas involucradas en la operación sufren una situación de estrés o fatiga en el momento de realizar el vuelo.
	El piloto al mando es distraído durante la fase de vuelo de la operación por factores externos
	El personal involucrado en la operación no conoce sus funciones.
	Otros.



PROBLEMAS TÉCNICOS	Fluctuación acusada en el nivel de batería durante el vuelo.
	Inexistencia de aviso de nivel de batería mínimo.
	Interferencias en el sistema de comunicación.
	Fallo en el software o hardware de control de la aeronave.
	Calentamiento excesivo del motor eléctrico, suciedad o humedad y pérdida de sus características.
	La batería de la emisora se agota y se pierde el enlace de radio con la emisora de control.
	Pérdida del radioenlace.
	Se pierde durante el vuelo el número de satélites GPS mínimo establecido por el fabricante para vuelo seguro.
	Vuelo no equilibrado.
	Daños estructurales en la aeronave no apercibidos.
	Inexistencia de control del número de ciclos de las baterías.
	Pérdida de la carga de pago debido a una mala sujeción entre soporte y chasis de la aeronave.
Otros.	
CONDICIONES OPERACIONALES	La operación se inicia en condiciones meteorológicas adversas.
	Las condiciones meteorológicas cambian bruscamente durante la ejecución del vuelo aumentando la probabilidad de situaciones de emergencia.
	Presencia de aves en vuelo
	Existencia de caminos, carreteras o vías públicas en las inmediaciones de la zona de operación
	Orografía desfavorable en el área de operación.
	Presencia de obstáculos cercanos a la zona de operación.
	La aeronave excede 400 ft de altura AGL.
	Operación programada en trayectoria de colisión con un obstáculo en tierra
	Trayectoria coincidente en vuelo de otra aeronave
Otros	

Tabla 9: Clasificación de amenazas con respecto al área.



A continuación se incluye en ejemplo práctico basado en la metodología descrita en el punto 3.2 de este documento en el que se identifican y analizan los peligros en función de sus consecuencias para poder clasificarlos según su severidad y probabilidad, de manera que se pueda asignar un valor de tolerabilidad. Este formato, también permite la identificación de medidas de mitigación para cada peligro y determinar la reducción del riesgo, así como documentar quién la persona encargada de la mitigación del riesgo.

Área	Nº	Amenazas/Peligro	Consecuencias	Barreras existentes	P	S	T	Medida de mitigación	P	S	T	Responsable	Fecha Revisión
Operaciones	13	Se pierde durante el vuelo el número de satélites GPS mínimo establecido por el fabricante para vuelo seguro	Pérdida de la capacidad de mantener la posición del equipo que puede dar lugar a un RPA fuera de control.	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de protocolos dentro de manual de operaciones para no operar en zonas donde el GPS pueda estar apantallado. Comprobación de la integridad de cableado del GPS Redundancia en los sistemas de GNSS del equipo 	Ocasional=4	Menor= D	Tolerable 4D	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de un dispositivo de Reducción de la energía de impacto Control posicional de emergencia no basado en GPS 	Remota=3	Insignificante =E	Aceptable=3E	Nombre del responsable del Operador	Fecha de revisión de la documentación
Mantenimiento	26	No se lleva un control del número de ciclos de las baterías.	Reducción de la capacidad de la batería y posibilidad de agotamiento De la carga en pleno vuelo con caída incontrolada	<ul style="list-style-type: none"> Registro del número de cargas de cada una de las baterías Comprobación semanal del tiempo de descarga de las baterías para identificar pérdidas funcionales 	Frecuente=5	Menor= D	Tolerable=5D	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de un dispositivo de Reducción de la energía de impacto Iniciación de protocolo de aterrizaje de emergencia ante una bajada brusca de la carga de la batería 	Remota=3	Insignificante =E	Aceptable=3E	Nombre del responsable del Operador	Fecha de revisión de la documentación

Tabla 10: Identificación y análisis de los peligros en función de su severidad y probabilidad.



4. Requisitos establecidos en el RD 1036/2017.

El Real Decreto 1036/2017, de 15 de Diciembre contiene una serie de requisitos aplicables a las operaciones definidas en el artículo 39 del RD 1036/2017 que deben ser tenidas en cuenta a la hora de la elaboración del estudio de seguridad.

A continuación, se indican de forma no exhaustiva dichos requisitos. El hecho de que otros artículos o requisitos recogidos en el Real Decreto pudieran no encontrarse relacionados no exime del total cumplimiento de lo recogido en dicha norma.

- ❖ **Requisitos de enlace de mando y control (art 13)**
El enlace de mando y control ha de garantizar la ejecución de estas funciones con la continuidad y la fiabilidad necesaria en el área de operaciones.
- ❖ **Obligaciones generales.**
Los operadores deberán de cumplir con todos los requisitos establecidos en los artículos 26 y 27 del RD 1036/2017.
- ❖ **Limitaciones relativas al pilotaje (art 29)**
No podrá pilotarse un RPA desde vehículos en movimiento a menos que se cuente con una planificación de la operación que garantice que en ningún momento se interponga un obstáculo entre la estación de pilotaje remoto y la aeronave y que la velocidad del vehículo permita al piloto mantener la conciencia situacional de la posición de la aeronave (RPA) en el espacio y en relación con otros tráficos.
El piloto y los observadores no podrán realizar sus funciones respecto de más de un RPA al mismo tiempo.
En caso de realizar transferencia de control entre pilotos o estaciones de pilotaje remoto, se deberán seguir los protocolos específicos incluidos en el manual de operaciones.
- ❖ **Área de protección y zona de recuperación (art 30)**
Se ha de establecer un área de protección para el despegue y aterrizaje, de manera que, en un radio mínimo de 30 m, o en su defecto de 10 m para aeronaves de despegue y aterrizaje vertical, no se encuentre ninguna persona que no esté bajo el control directo del operador.
Se han de establecer zonas de recuperación segura en el suelo para que, en caso de fallo, el RPA pueda alcanzar estas zonas sin riesgo para provocar daños a personas o bienes en el suelo.
- ❖ **Objetos y sustancias peligrosas (art 31)**
Como norma general está prohibido llevar a bordo de un RPA objetos y sustancias enumerados en la lista de mercancías peligrosas de las “Instrucciones Técnicas para transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea”.
- ❖ **Sobrevuelo de instalaciones (art 32).**
El sobrevuelo de instalaciones afectas a la defensa nacional o a la seguridad del Estado, así como las actividades dentro de su zona de seguridad, y de centrales nucleares, sólo podrá realizarse con el permiso previo y expreso del responsable de la infraestructura.
El sobrevuelo por dichas aeronaves de las instalaciones e infraestructuras críticas de los sectores estratégicos previstos en la Ley 8/2011 estará sujeto a las prohibiciones o limitaciones que establezca el Secretario de Estado de Seguridad del Ministerio del Interior.
En todo caso, el sobrevuelo por dichas aeronaves de instalaciones e infraestructuras de la industria química, transporte, energía, agua y tecnologías de la información y comunicaciones deberá realizarse a una altura mínima sobre ellas de 50 m, y a un mínimo de 25 m de distancia horizontal de su eje en caso de infraestructuras lineales y a no menos de 10 m de distancia respecto de su perímetro exterior en el resto de los casos, salvo permiso expreso de su responsable para operar en esta zona de protección.



- ❖ **Pilotos remotos y observadores.** Deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en el capítulo V del RD 1036/2017.
- ❖ **Distancia a aeródromos (art 23 ter)**

La operación debe realizarse fuera de la zona de tránsito de aeródromo y a una distancia mínima de 8 km del punto de referencia de cualquier aeropuerto o aeródromo y a la misma distancia respecto de los ejes de las pistas y su prolongación, en ambas cabeceras, hasta una distancia de 6 km desde el umbral en sentido de alejamiento de la pista.

Para operaciones BVLOS, si el aeropuerto o aeródromo cuenta con procedimientos de vuelo instrumental, la distancia mínima al punto de referencia será de 15 km.

Esta distancia mínima podrá reducirse cuando así se haya acordado con el gestor aeroportuario o responsable de la infraestructura, y, si lo hubiera con el proveedor de servicios de tránsito aéreo de aeródromo, y la operación se ajustará a lo establecido por éstos en el correspondiente procedimiento de coordinación.
- ❖ **Condiciones de uso del espacio aéreo. art 23ter)**

Las operaciones (BVLOS), deben realizarse dentro del alcance directo de la emisión por radio de la estación de pilotaje remoto que permita un enlace de mando y control efectivo, cuando la aeronave cuente con sistemas certificados o autorizados por la autoridad competente que permitan detectar y evitar a otros usuarios del espacio aéreo. Si no cuenta con tales sistemas estos vuelos sólo podrán realizarse en espacio aéreo temporalmente segregado (TSA).

Las operaciones más allá del alcance visual del piloto (BVLOS) con aeronaves cuya masa máxima al despegue sea de hasta 2 kg estarán sujetas a la publicación, con antelación suficiente, de un NOTAM para informar de la operación al resto de los usuarios del espacio aéreo de la zona en que ésta vaya a tener lugar.
- ❖ **Requisitos de los equipos. (art 23quater)**

Los Sistemas de aeronaves pilotadas por control remoto (RPAS) deberán contar con los equipos requeridos para el vuelo en el espacio aéreo de que se trate, conforme a las reglas del aire aplicables, y en particular con:

 - Un equipo de comunicaciones capaz de mantener comunicaciones bidireccionales con las estaciones aeronáuticas y en las frecuencias indicadas.
 - Un sistema de terminación segura del vuelo.
 - Equipos que garanticen que la aeronave opera dentro de las limitaciones previstas, entre las que se incluyen el volumen de espacio aéreo en el que se confina el vuelo.
 - Medios para que el piloto conozca la posición de la aeronave en todo momento.
 - Luces u otros dispositivos, además de la pintura adecuada para garantizar la visibilidad en todo momento.
 - Para operaciones BVLOS, deberá tener un dispositivo de visión orientado hacia delante.