



# AESA-STSA03

(17/12/2018)

## ESCENARIO ESTÁNDAR PARA OPERACIONES CON RPAS ESPECIALIZADAS:

<b>EN AGLOMERACIONES DE EDIFICIOS</b>
<b>EN ESPACIO AÉREO ATÍPICO</b>
FUERA DE REUNIONES DE PERSONAS
VLOS
DIURNA
FUERA DE ESPACIO AÉREO CONTROLADO O ZONA DE INFORMACIÓN DE VUELO (FIZ)
FUERA DE ENTORNO AEROPORTUARIO
RPAs de MTOM < 2 kg (< 700 J energía de impacto y < 1 m)



1. OBJETO .....	3
2. ALCANCE. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO ESTÁNDAR (CONOPS).....	3
3. REQUISITOS Y LIMITACIONES NORMATIVAS .....	3
3.1. Requisitos operacionales .....	4
3.2. Procedimientos operacionales .....	4
3.3. Requisitos del personal .....	5
3.4. Requisitos técnicos.....	5
4. MITIGACIONES Y REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL ESCENARIO OPERACIONAL .....	6
4.1. Riesgos en Tierra. Medidas de mitigación a los daños: .....	6
4.2. Riesgo de colisión en aire. Medidas de mitigación estratégicas:.....	9
4.3. Objetivos de contención:.....	10
4.4. Riesgo de colisión en aire. Medidas de mitigación tácticas:.....	10
4.5. Mitigaciones a las amenazas basadas en los Objetivos de Seguridad Operacionales (OSOs).....	11
5. FICHA DEL ESCENARIO OPERACIONAL.....	16
ANEXO. ANÁLISIS SORA DEL ESCENARIO OPERACIONAL .....	18
A. CONCEPTO DE OPERACIÓN (CONOPS) (Paso#1 SORA).....	18
B. DETERMINACIÓN DEL RIESGO INTRÍNSECO DE IMPACTO EN TIERRA (GRC INICIAL) (Paso#2 SORA) .....	19
C. DETERMINACIÓN DEL GRC (FINAL) (Paso#3 SORA).....	19
D. DETERMINACIÓN DEL RIESGO INICIAL DE COLISIÓN EN AIRE – ARC INICIAL (Paso#4 SORA).....	20
E. APLICACIÓN DE MITIGACIONES ESTRATÉGICAS PARA DETERMINAR EL ARC FINAL (OPCIONAL) (Paso#5 SORA) .....	21
F. CONSIDERACIONES DEL ESPACIO AÉREO ADYACENTE (Paso#6 SORA) .....	22
G. REQUISITOS DE RENDIMIENTO DE LAS MITIGACIONES TÁCTICAS (TMPR: MITIGATION PERFORMANCE REQUIREMENT) Y NIVELES DE ROBUSTEZ (Paso #7 SORA).....	23
H. DETERMINACIÓN DEL SAIL (SPECIFIC ASSURANCE AND INTEGRITY LEVEL) (Paso #8 SORA) .....	23
I. IDENTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL (OSO: OPERATIONAL SAFETY OBJECTIVES) (Paso #9 SORA) .....	24
J. INFORME EXHAUSTIVO DE SEGURIDAD (Paso #10 SORA) .....	27



## 1. OBJETO

El presente documento describe el escenario estándar (STS) definido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, incluidas las condiciones, limitaciones y medidas de mitigación para la reducción del riesgo que ha de satisfacer el operador de RPAS para el ejercicio de ese tipo de operaciones.

Un escenario estándar es un escenario operativo, que se caracteriza a través de su concepto de operación (ConOps), y que se representa a través de un estudio de seguridad específico elaborado con la metodología SORA, al que cualquier operador habilitado, puede tratar de acogerse, y en el que las condiciones en las que la operación se considera segura y las mitigaciones correspondientes están ya fijadas.

Cualquier desviación de lo indicado en este documento supondrá el no cumplimiento con este escenario operacional.

## 2. ALCANCE. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO ESTÁNDAR (CONOPS)

Este documento es aplicable a aquellas operaciones aéreas especializadas con RPAS que se ajusten a los siguientes parámetros:

- Tengan lugar en aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados.
- Tengan lugar fuera de reuniones de personas al aire libre.
- Sean operaciones diurnas.
- Se realicen dentro del alcance visual del piloto (VLOS).
- Se realicen a una altura máxima de 30 m (100 ft).
- Tengan lugar fuera de Espacio Aéreo controlado o de zona de información de vuelo (FIZ).
- Se realicen en espacio aéreo atípico.
- Se realicen fuera de entorno aeroportuario según la definición establecida en la Guía sobre el Contenido del Estudio Aeronáutico de Seguridad (Apéndice S).
- Con RPAs de MTOM  $\leq 2$  kg ( $< 1$  m envergadura y  $< 700$  J).
- La operación no se realice desde vehículos en movimiento.

## 3. REQUISITOS Y LIMITACIONES NORMATIVAS

La realización de operaciones aéreas especializadas en este escenario operacional está sujeto a la autorización previa de AESA. El operador deberá presentar la correspondiente solicitud según el procedimiento de solicitud de autorizaciones publicado en la web de AESA.

Todo lo expuesto en este escenario estándar se entiende sin perjuicio del cumplimiento de otros requisitos y la obtención de las autorizaciones, permisos o licencias que sean exigibles conforme a la normativa que en cada caso resulte de aplicación, en particular, en materia de seguridad pública, en razón de las competencias de otras administraciones o de la propiedad de los terrenos que vayan a usarse con motivo de la operación.

La ejecución de las operaciones previstas en este escenario estándar **requerirá una comunicación previa al Ministerio del Interior con un plazo mínimo de diez días de antelación respecto a la operación**. Las autoridades competentes en materia de seguridad pública en el ámbito territorial de la operación podrán limitar o prohibir su realización cuando pueda dar lugar a graves riesgos para la protección de personas o bienes.

Las autorizaciones expedidas por AESA para un escenario estándar específico no son acumulativas, es decir, no se pueden combinar con otras autorizaciones similares, debiendo el operador tramitar una nueva solicitud.



La limitaciones y requisitos establecidos en la normativa vigente (Real Decreto 1036/2017) se describen a continuación:

### 3.1. Requisitos operacionales

- Las operaciones se llevarán a cabo a una altura máxima de 100ft (30m) \*, o sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150m (500ft) de la aeronave. (\*El RD establece en general 400ft (120m), pero se limita a 100ft para este escenario operacional en concreto).
- Dentro del alcance visual del piloto (VLOS), a una distancia horizontal máxima del piloto de 100 m.
- En zonas acotadas en la superficie en las que, la autoridad competente a tales efectos, haya limitado el paso de personas o vehículos o, en otro caso, manteniendo una distancia horizontal mínima de seguridad de 50 m respecto de edificios u otro tipo de estructuras y respecto de cualquier persona, salvo personal del operador o personal que esté involucrado en el desarrollo de la operación.
- En condiciones meteorológicas de vuelo visual, realizando operaciones diurnas, es decir, todas las fases del vuelo tengan lugar entre el orto y el ocaso (puede tenerse en cuenta como referencia el aeropuerto más cercano a la zona de operación, de aquellos publicados en el AIP ENR 2.7). Para operaciones nocturnas deben aplicarse las mitigaciones relacionadas con la visibilidad y luces correspondientes.
- En zonas de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados
- Fuera de zonas de reuniones de personas al aire libre.
- A una distancia mínima de 8km respecto del punto de referencia de cualquier aeropuerto, aeródromo o helipuerto y la misma distancia respecto de los ejes de las pistas y su prolongación, en ambas cabeceras, hasta una distancia de 6km contados a partir del umbral en sentido de alejamiento de la misma. Salvo que se haya coordinado previamente una distancia menor (*siempre fuera del volumen definido como "entorno aeroportuario" a efectos de aplicación del SORA, definido en el Apéndice S*) con el gestor aeroportuario o responsable de la infraestructura. En este caso la operación se ajustará a lo establecido en el correspondiente procedimiento de coordinación.
- Fuera del espacio aéreo controlado y zonas de información de vuelo (FIZ).

El operador debe tener en cuenta, de acuerdo al modelo semántico de SORA y los objetivos de contención, las distancias de seguridad tanto en tierra como en aire para minimizar el riesgo, asociadas al tipo de operación (normal y situaciones anormales y de emergencia). El modelo semántico es el modelo utilizado en SORA que correlaciona las fases de operación, los procedimientos y los volúmenes operativos.

Por tanto, el operador, debe describir, de acuerdo a la operación pretendida, performance de la aeronave y demás aspectos relacionados, la **geografía del vuelo, área de contención** y los **márgenes de seguridad** (Ver Apéndice S). Cuando las operaciones transcurran en aglomeraciones de edificios las distancias horizontales se establecerán de acuerdo a lo establecidos en los requisitos al efecto en este apartado. Del mismo modo, debe plantearse el volumen operacional de manera que se mantengan las distancias adecuadas para cumplir los objetivos de contención según el volumen de espacio aéreo donde se pretenda realizar la operación.

### 3.2. Procedimientos operacionales

El Operador debe tener descrito este tipo de operación en su Manual de Operaciones y detallar los procedimientos normales, anormales y de emergencia particulares de este escenario.

A efectos de ajustarse al CONOPS del presente escenario estándar, el Manual de Operaciones ha de incluir los procedimientos e instrucciones a seguir durante la preparación del vuelo para verificar que el perfil de vuelo a ejecutar se realizará, en todo momento, de acuerdo a las condiciones de vuelo en zona de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados.



### 3.3. Requisitos del personal

El piloto remoto deberá acreditar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los artículos 33, 34 y 35, y portar los documentos establecidos en el artículo 37 del RD 1036/2017.

Los pilotos remotos deberán de haber ejercido de forma regular sus funciones (artículo 36 del RD 1036/2017) de manera que se asegure el mantenimiento de la aptitud del piloto según lo propuesto en el Apéndice N sobre Mantenimiento de la Aptitud del piloto remoto.

### 3.4. Requisitos técnicos

El RPA debe tener un MTOM  $\leq 2$  kg ( $< 1$  m envergadura y  $< 700$  J) y deberá contar con lo siguiente de acuerdo al art 23 quater del RD 552/2014:

- Un dispositivo de limitación de energía del impacto.
- Un sistema para la terminación segura del vuelo.
- Luces u otros dispositivos, o pintura adecuada para garantizar su visibilidad.
- Equipos para garantizar que la aeronave opera dentro de las limitaciones previstas, incluyendo volumen de espacio aéreo en el que debe quedar confinado el vuelo.
- Medios para conocer la posición de la aeronave por el piloto.
- El enlace de mando y control que forma parte del RPAS deberá garantizar la ejecución de dichas funciones con la continuidad y la fiabilidad necesaria en relación con el área de operaciones.



#### 4. MITIGACIONES Y REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL ESCENARIO OPERACIONAL

En apoyo a los operadores de RPAS, la Agencia ha elaborado este escenario operacional llevando a cabo el correspondiente análisis de riesgos según la metodología SORA, tal y como se detalla en el anexo a este documento, estableciendo las siguientes mitigaciones:

##### 4.1. Riesgos en Tierra. Medidas de mitigación a los daños:

###### – Plan de respuesta ante emergencias (ERP)

El operador debe definir y disponer de un plan de respuesta ante emergencias con robustez Media, obtenida mediante un nivel de integridad Medio y nivel de garantía Medio:

###### ➤ Nivel de Integridad – Medio

El Plan de Respuesta ante Emergencia:

- Es proporcional al riesgo y complejidad de las operaciones pretendidas.
- Define criterios para identificar una situación de emergencia.
- Reduce el riesgo para las personas en tierra (al limitar el efecto escalada en caso de que se den consecuencias negativas (“scalating effect”).
- Es fácil/efectivo de usar.
- Define claramente las funciones y responsabilidades de los miembros de la tripulación remota.
- Los pilotos remotos reciben formación teórica y práctica relativa al ERP, preferiblemente basada en competencias. Esta formación será inicial y recurrente, y se incluirá en el mantenimiento de la competencia del piloto remoto.

###### ➤ Nivel de garantía – Medio

El operador presenta ante AESA evidencias de que se ha logrado el nivel requerido de integridad. Los procedimientos son validados contra estándares reconocidos. La adecuación de los procedimientos se prueba a través de:

- Pruebas o ensayos y mediante experiencia operativa. Podrán aportarse como documentación justificativa registros de los vuelos de prueba con las condiciones de simulación oportunas para las operaciones. (Ver Apéndice G). Para justificar la experiencia operativa se deberá proceder de acuerdo a lo descrito en el Apéndice N.
- Simulación, siempre que la representatividad de los medios de simulación esté probada para el fin previsto.
- Para las zonas donde se lleve a cabo la operación (volumen de operación), las pruebas deben tener en cuenta varias tipologías de zonas de seguridad y posibles incursiones del RPA en dichas zonas de seguridad.
- El operador organiza la formación teórica y práctica, preferiblemente basada en competencias.

###### ➤ Documentación a adjuntar:

- Manual de Operaciones.
- Plan de Respuesta a la Emergencia (como parte del Manual de Operaciones o Anexo del mismo)
- Registros resultantes de los vuelos de prueba.
- Copia del libro de vuelo del piloto.

###### ➤ Estructura y contenido del Plan de Respuesta ante Emergencias

El operador debe definir un Plan de Respuesta de Emergencia (ERP, en sus siglas en inglés) para hacer frente a casos de pérdida de control de la operación, es decir, aquellas situaciones de emergencia en las que la operación se encuentra en un estado que no permite la recuperación hacia una operación controlada\*.



Se espera que el ERP abarque:

1. los **procedimientos de emergencia**, y
2. el **plan propuesto** por el operador para limitar el efecto de escalada repentina **\*\***(por ejemplo, notificar a elementos de respuesta inmediata**\*\*\***).

#### 1. Procedimientos de Emergencia

- Los procedimientos de emergencia deben ser accesibles y estar documentados en el Manual de Operaciones (proporcionado por el operador), y complementados por la caracterización del RPAS o documento similar (proporcionado por el fabricante del RPAS), en relación con las funcionalidades o equipos con los que se cuentan para ello.
- El operador debe **contar con un sistema para la terminación segura del vuelo**. Se entiende por sistema de terminación segura del vuelo (FTS- Flight Termination System), como un sistema, procedimiento o función que tiene como objetivo que el RPA termine de manera inmediata su vuelo en caso necesario. (Ver Apéndice O sobre Requisitos de los equipos). Además, según el escenario operativo, y el estudio de seguridad, también se contará con un sistema de reducción de energía de impacto.
- Deben describir claramente cada uno de las funciones y responsabilidades de los miembros de la tripulación.
- Deben describir de manera clara las condiciones de emergencia.
- La envolvente espacial total que se puede alcanzar durante los procedimientos de contingencia y emergencia debe documentarse. En ese sentido, y relativo al volumen operacional (Ver Modelo semántico de la Guía sobre el Contenido del Estudio Aeronáutico de Seguridad - Apéndice S):
  - El margen entre el área nominal de operación y las áreas circundantes se debe definir en función de la envolvente espacial total que se puede alcanzar durante las condiciones de contingencia y emergencia.
  - Este margen debe ser acorde con lo descrito en la caracterización de la aeronave.
  - Este margen debe ser verificado por el operador conforme a lo establecido por el fabricante del RPAS con base en:
    - pruebas de vuelo dedicadas, o
    - simulaciones, siempre que la representatividad de los medios de simulación se demuestre para el fin previsto con resultados positivos.
- Los procedimientos operativos mínimos a cubrir en el Plan de Respuesta de Emergencia pueden ser:
  - Cortocircuitos eléctricos
  - Rayo impacto directo / indirecto
  - Radiación
  - Lesión debido a impacto con la hélice
  - Fallo en el segmento **tierra**:
    - Lesiones de personas involucradas en la operación
    - Lesiones a terceros
    - Accidente de tráfico causado por RPAs
    - Colisión de algún elemento con un animal
    - Daño a infraestructuras
  - Fallo en el segmento **aire**:



- Daño a la aviación tripulada
- Daño a otros RPAS

## 2. El plan para limitar el efecto de escalada repentina

El operador, valorando el riesgo y complejidad de la operación, deberá definir las secuencias de actuación en caso de emergencia y las funciones y responsabilidades del personal implicado.

- **Descripción de la secuencia de actuaciones:** Se incluirán procedimientos de actuación que contemplen la actuación conjunta de todos los colectivos implicados en la emergencia (internos y externos al operador, si procede), para cada tipo de situación de emergencia considerada (acorde con lo desarrollado en los propios procedimientos de emergencia) y para cada una de las fases de la emergencia (que podrá definir el operador), de forma que se pueda seguir la secuencia de actuaciones.
- **Funciones y responsabilidades del personal implicado:** La siguiente tabla incluye el personal implicado en el Plan de respuesta de emergencia y sus responsabilidades:

Personal implicado	Funciones y responsabilidades	Medio y datos de contacto
Piloto remoto	Avisar...	...
Jefe de Seguridad Operacional	...	...
...	...	...
...	...	...

\*La **pérdida de control** de la situación corresponde a situaciones en las que:

- el resultado de la misma depende significativamente de la providencia, o
- o no pueden ser gestionadas por un procedimiento de contingencia, o
- hay un grave e inminente riesgo de daños o muertes.

\*\*Se puede definir “**efecto escalada repentina**” como el fenómeno en el cuál, las consecuencias adversas de un accidente/incidente grave, aumentan por el hecho de no tomar las medidas necesarias a tiempo.

\*\*\*Se entiende por **elementos de respuesta inmediata** a aquellas unidades o personas que intervienen en primer lugar en una situación de emergencia mientras se espera la llegada del resto de servicios especializados. Este concepto se utiliza en el seno de diversos colectivos, como médicos, bomberos, policía o personal de protección civil, que pueden actuar, por ejemplo, en casos de accidentes de tráfico.

### – **Se dispone de sistemas que reducen los efectos del impacto sobre personas en tierra: Sistema de reducción de energía de impacto**

#### ➤ *Nivel de Integridad – Bajo*

- Se reducen los efectos de la dinámica de impacto y los riesgos posteriores al impacto. Se acepta en términos de energía cinética, que el dispositivo de reducción de energía de impacto pueda garantizar que la energía en el momento del supuesto impacto con personas no sea mayor de 80 J.
- La altura de vuelo mínima y la envolvente de vuelo de la operación se deberá calcular en base a la capacidad del sistema de terminación segura del vuelo para reducir la energía de impacto de la aeronave a menos de 80J.
- La instalación y mantenimiento de las medidas propuestas para reducir los efectos de la dinámica de impacto del RPA se realizan de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- El operador identifica y proporciona la formación del personal encargado de la instalación y mantenimiento de las medidas propuestas para reducir los efectos de la dinámica de impacto del RPA.





➤ **Nivel de garantía – Medio**

- El operador presentará evidencias de que se ha logrado el nivel requerido de integridad. Esto generalmente se logra mediante pruebas o ensayos, simulación\*\*, inspección, revisión del diseño o mediante experiencia operativa.
- Los procedimientos son validados respecto a estándares reconocidos. La adecuación de los procedimientos se demuestra a través de vuelos de prueba específicos, o simulación, justificando que la representatividad de los medios de simulación es adecuada por el propósito de la misma.
- El operador presentará evidencias de que organiza la formación teórica y práctica, preferiblemente basada en competencias, para el uso del sistema de reducción de energía de impacto.

*\*\*Cuando se utilice la simulación, se debe justificar la representatividad del entorno que se pretende simular.*

➤ **Documentación a adjuntar:**

- Caracterización de la Aeronave, incluyendo la caracterización del equipo de reducción de energía de impacto (o en un documento aparte)
- Resultado de los ensayos o pruebas del sistema de reducción de energía de impacto. Se aceptarán como válidos los informes de resultados satisfactorios de los vuelos prueba.
- Manual de Operaciones.

- **Se dispone de sistemas que reducen los efectos del impacto sobre personas en tierra: Mitigación para la protección de personas que no participan activamente en la operación.**

➤ **Nivel de Integridad – Medio**

El operador:

- Utiliza RPAs que no excedan de 2 kg y opera a velocidades inferiores a 200 km/h.
- Opera en una zona acotada o manteniendo adecuadas distancias de seguridad, de manera que se prevé que no habrá personas que no participen activamente en la operación bajo la zona de operación del RPA.

➤ **Nivel de garantía – Medio**

- El operador reflejará en su manual de operaciones como se procederá a garantizar que se ha alcanzado el nivel de integridad requerido. Se definirán las distancias de seguridad y los procedimientos para acotar las zonas. Se podrán realizar pruebas o ensayos, o simulación\*\*.

*\*\*Cuando se utilice la simulación, se debe justificar la representatividad del entorno que se pretende simular.*

➤ **Documentación a adjuntar:**

- Caracterización de la Aeronave.
- Manual de Operaciones.

#### **4.2. Riesgo de colisión en aire. Medidas de mitigación estratégicas:**

- Establecimiento de una coordinación con los gestores de las infraestructuras aeroportuarias, incluyendo los helipuertos.
- Por otra parte, se considera como una medida de mitigación estratégica la limitación en altura establecida por RD 1036/2017 a un máximo de 400 ft AGL, ya que SORA considera una altura de 500ft para calcular el ARC. También, en entornos urbanos, debe entenderse como un margen adicional de seguridad el hecho de que la aviación tripulada debe mantener una altura mínima de 1000 ft sobre los obstáculos más altos (SERA 5005.f.). Además (como complemento a lo establecido en el RD 1036/2107), nunca se volará por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave. De acuerdo, con este escenario, si se pretende volar por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave, el operador deberá cumplir con las siguientes medidas:



- El piloto debe estar a una distancia horizontal inferior a **25 m** de la aeronave.
- La altura sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave deberá ser de 15 m por encima de dicho obstáculo.

#### 4.3. Objetivos de contención:

El operador debe declarar que posee las medidas para asegurar que la aeronave opera en el volumen de espacio aéreo pretendido con un nivel de integridad adecuado, de acuerdo con el riesgo. Se considera aceptable que cuente con un equipo que cumpla con:

- Sistema de medida de altura con error menor a 10 metros.
- Representación de altura sobre el punto de despegue.
- Sistema de detección de obstáculos (detección por ultrasonidos, por imagen etc). En caso de no disponer de sistemas de detección de obstáculos se deberá disponer de un observador que ayude a mantener la conciencia situacional de la aeronave, o contar con procedimientos que permitan programar los perfiles de vuelo de manera que se garantice que la evasión de los mismos.
- Retraso en la representación menor a 2 segundos.
- Para la posición horizontal de la aeronave el piloto debe ser capaz de mantener, bien basado en referencias o en equipos, un margen de error menor de la posición a 20 metros, excepto en aquellos casos que deba ser menor por la proximidad a personas, edificios, estructuras.
- Se debe contar con una función de aviso en caso de que el RPA se salga de las limitaciones previstas.

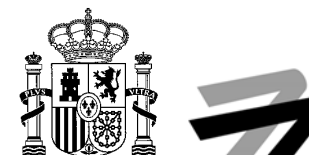
Sería válido incorporar al equipo un sistema GNSS, que mantenga los errores descritos anteriormente, el 95% del tiempo o garantizando un número mínimo de 12 satélites. En este caso, el operador debe comprobar la cobertura de este sistema. Además, podrá valerse de sistemas complementarios como un baro-altímetro. Si no fuera posible utilizar este sistema, el operador, al realizar los vuelos en VLOS, podrá valerse de otros sistemas o de referencias adecuadas para garantizar los requisitos anteriores; en este sentido podrían establecerse referencias visuales que ayudaran a mantenerse dentro de los valores descritos anteriormente

#### 4.4. Riesgo de colisión en aire. Medidas de mitigación tácticas:

- La operación se basa en un planteamiento de "See and Avoid": VLOS.
- Se deberá analizar el riesgo potencial de que se produzca un encuentro con una aeronave tripulada antes de la realización del vuelo, analizando el entorno, y asegurando que se cuenta con los elementos adecuados para mantener la conciencia situacional que le permita evitar un fortuito encuentro con una aeronave tripulada. Para ello, en caso necesario, el operador podría valerse de observadores u otros medios.
- El operador debe considerar aspectos adicionales referentes espacio aéreo, operacionales y de equipamiento que tienen un impacto directo en la probabilidad del riesgo de colisión con otras aeronaves en el espacio aéreo, tales como eventos especiales.
- De acuerdo, con este escenario, si se pretende volar por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave, el operador deberá cumplir con las siguientes medidas:
  - El operador deberá valerse de un observador para completar la conciencia situacional en relación la posible presencia de aeronaves tripuladas en las inmediaciones de la zona de vuelo.
  - El operador podrá analizar la utilidad de valerse de una radio aeronáutica para detectar posibles aeronaves tripuladas en las inmediaciones de la zona de vuelo.
  - La operación debe planificarse para que el tiempo requerido para realizar la operación reduzca al máximo el tiempo de exposición de la aeronave en esta situación.

#### 4.5. Mitigaciones a las amenazas basadas en los Objetivos de Seguridad Operacionales (OSOs)

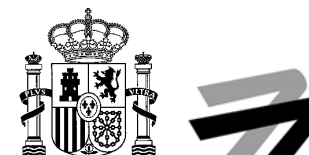
	Integridad	Garantía	Documentación a aportar
<b>OSO #1 Asegurar que el operador es competente y / o ha demostrado su capacidad como tal</b>	N/A	N/A	N/A
<b>OSO #2 RPAS fabricados por una entidad competente y/o probada (p.e. estándares de la industria)</b>	N/A	N/A	N/A
<b>OSO #3 El mantenimiento del RPAS se realiza por una entidad competente y/o probada</b>	Criterio #1: Se han definido procedimientos de mantenimiento del RPAS en base a los requisitos e instrucciones del fabricante en forma de un programa de mantenimiento (Apéndice H).	Criterio #1: Se dispone de un programa de mantenimiento con al menos los puntos incluidos en la guía para la elaboración del Programa de Mantenimiento.	Programa de Mantenimiento.
		Criterio #1 : El mantenimiento se documenta conforme a un sistema de registros de mantenimiento conforme a lo establecido en la Guía con el contenido mínimo de los registros de entrenamiento (apéndice Q) ; que incluye al menos: a) Los vuelos realizados y el tiempo de vuelo. b) Las deficiencias ocurridas antes de y durante los vuelos, para su análisis y resolución. c) Los eventos significativos relacionados con la seguridad. d) Las inspecciones y acciones de mantenimiento y sustitución de piezas realizadas.	Sistema de Registros de Mantenimiento.
		Criterio #2: En el caso de que el mantenimiento de aeronaves de menos de 2 kg se realice por el operador se presentará una declaración responsable de que el personal de mantenimiento es competente en base a la información proporcionada por el fabricante. El personal de Mantenimiento se define en el Manual de Operaciones.	Declaración de competencia del personal. Manual de Operaciones (Organización)
Criterio #2: Para más de 2 kg se presentará certificado de formación expedido por la organización adecuada: El mantenimiento del RPA puede realizarlo: • El fabricante o el titular del CT, • Organizaciones que hayan recibido formación adecuada del fabricante y dispongan de la documentación técnica aeronave. • Operadores que hayan recibido formación adecuada del fabricante.	Certificados de formación expedidos por la organización adecuada.		



OSO #4 El RPAS ha sido desarrollado según estándares de diseño reconocidos	N/A	N/A	N/A
<b>OSO #8 #11 #14 #21</b> <b>Se definen, validan y se implantan procedimientos operacionales para afrontar (Problemas técnicos, Deterioro de los sistemas Externos, errores Humanos, Condiciones adversas de operación)</b>	<p>           Criterio #1: El operador dispondrá de un Manual de Operaciones que establezca la información y los procedimientos para realizar sus operaciones con al menos los contenidos establecidos en el Apéndice E de Guía Sobre contenido del Manual de Operaciones, haciendo hincapié en los siguientes apartados:           <ul style="list-style-type: none"> <li>● Planificación de las operaciones.</li> <li>● Pre y post-inspecciones de vuelo.</li> <li>● Procedimientos para evaluar las condiciones ambientales durante la operación (por ejemplo evaluación en tiempo real).</li> <li>● Procedimientos que abarquen los condiciones adversas de operación (por ejemplo cómo actuar en caso de encontrarse con nieve durante la operación, cuando no se esperaba y no estaba dentro de lo planificado).</li> <li>● Procedimientos normales de operación.</li> <li>● Procedimientos de contingencia (que cubran las situaciones anormales).</li> <li>● Procedimientos de emergencia (que cubran las situaciones de emergencia).</li> <li>● Procedimientos para la notificación de sucesos.</li> <li>● Las limitaciones de los sistemas externos que apoyan la operación del RPAS para una operación segura.</li> </ul> </p> <p>           Criterio #2 Conocimiento por parte de la tripulación remota de sus funciones.         </p> <p>           Criterio#3 reparto operacional claro de tareas dentro del MO         </p>	<p>Justificación de la adecuación de procedimientos de forma declarativa, excepto en lo relativo a los procedimientos de emergencia.</p>	<p>Manual de Operaciones. El Manual de Operaciones debe de estar firmado e indicar que los procedimientos son adecuados y se realizarán las operaciones siguiendo en todo momento los mismos. Se revisan los procedimientos de emergencia.</p>
OSO#5 El RPAS está diseñado considerando la seguridad y fiabilidad del sistema	N/A	N/A	N/A



OSO #6 El rendimiento del enlace C3 es adecuado para la operación	N/A	N/A	N/A
OSO #7 Inspección del RPAS (inspección del producto) para garantizar la coherencia con el ConOps (Concepto de Operación)	Criterio #1 La tripulación remota realizará inspecciones prevuelo para asegurar que el UAS está en condiciones de realizar la operación indicada conforme al Con Ops que se vaya a realizar	Criterio #1: Las inspecciones prevuelo deben tener en cuenta las instrucciones del fabricante Estas inspecciones se documentan mediante listas de chequeo	Manual de Operaciones. El Manual de Operaciones debe de estar firmado e indicar que los procedimientos son adecuados y se realizarán las operaciones siguiendo en todo momento los mismos. Declaración de que el personal está adecuadamente formado.
	Criterio #2: La tripulación remota será competente para realizar las inspecciones prevuelo	Criterio #2: El Syllabus del entrenamiento periódico se incluyen las inspecciones prevuelo: Apéndice N La formación impartida por el operador deberá ser teórica y práctica quedando registrado de acuerdo al apéndice N. (Por ejemplo: Formación basada en competencias)	
OSO #9 #15 #22 Estos requisitos de seguridad deberán ser evaluados desde el punto de vista de cada uno de los criterios de cada OSO (Problemas técnicos, Deterioro de los sistemas Externos, errores Humanos, Condiciones adversas de operación)	Criterio#1: La formación teórica y práctica establecida por el operador (por ejemplo, basada en competencias) que se impartirá a la tripulación deberán incluir al menos los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicación de procedimientos operacionales incluyendo: procedimientos normales, anormales y de emergencia, planificación de vuelos e inspecciones pre- y post-vuelo.</li> <li>● Comunicaciones.</li> <li>● Gestión de la trayectoria de vuelo.</li> <li>● Liderazgo, trabajo de equipo y autocontrol.</li> <li>● Resolución de problemas y toma de decisiones.</li> <li>● Consciencia situacional.</li> <li>● Gestión de la carga de trabajo.</li> <li>● Coordinaciones y transferencias a otro piloto.</li> </ul>	Criterio#1: AESA Revisa el Manual de Operaciones (Apartado 5 y 9) Deben de estar realizados conforme a los AMCs Publicados (Apéndice E y N)	Declaración de que el personal esta adecuadamente formado. Deben existir evidencias.
	Criterio #2: • Disponer de un programa de entrenamiento y un sistema de registro definido en su manual de operaciones para el mantenimiento de la aptitud de los pilotos que tenga en cuenta las aeronaves y las condiciones operacionales (De acuerdo al Apéndice N).	Criterio#2: AESA Revisa los registros de entrenamiento del operador.	



<b>OSO #10 Inspección del RPAS (inspección del producto) para garantizar la coherencia con el ConOps (Concepto de Operación) OSO #12 El RPAS está diseñado para gestionar el deterioro de los sistemas externos que le apoyan</b>	Criterio #1: Es razonablemente probable que no ocurre un impacto grave durante el vuelo, derivado de un fallo probable del UAS o un sistema externo.	Una evaluación del diseño e integración está disponible. En particular, se indican las características de diseño e instalación (independencia, separación y redundancia) que permiten cumplir los criterios de baja integridad. Se deben establecer áreas de recuperación segura en caso de fallo durante el vuelo e integrar en el MO.	Manual de Operaciones. (artículo 30 del RD y procedimientos operacionales Apartado 10 y 11 del Apéndice E)  Declaración por parte del operador de la evaluación de los posibles fallos y presentación de la caracterización de la aeronave en la que se incluyan dichos sistemas.
	Criterio #2: No existirán fallos probables del UAS o de los sistemas externos que permiten la operación de forma que pudiesen dirigir el RPA fuera del volumen de operación y conducir a un impacto severo		
	Ejemplos de sistemas del UAS a evaluar: fallos de los sistemas de terminación segura del vuelo.		
	Fallos de los equipos para garantizar que la aeronave opera dentro de las limitaciones previstas, incluyendo el volumen de espacio aéreo en el que se pretende que quede confinado el vuelo.		
	Fallos de los medios que dispone el sistema para evaluar la posición de la aeronave		
	Ejemplos de sistemas externos a evaluar: Fallos que pueden ocurrir con el sistema de navegación por satélite (External Systems)  Fallos que puedan producirse en relación a los sistemas de suministro de energía durante la operación (Ground Support Equipment)		
<b>OSO #13 Los servicios externos que apoyan las operaciones del RPAS son adecuados para la operación</b>	Criterio #1: Los roles y las responsabilidades entre el operador y los servicios externos están definidos.	Criterio #1-#2: El operador declara que cualquier servicio externo para la realización del vuelo alcanza el nivel de prestaciones y seguridad adecuado.	Manual de Operaciones , Apartado 10 Procedimientos operacionales Coordinación con terceros.
	Criterio #2: Se establecen los mecanismos para asegurar que los servicios externos están disponibles previamente al vuelo y son adecuados.		
<b>OSO #16 Coordinación de la tripulación múltiple</b>	Criterio #1: El operador deberá disponer de una descripción de los procedimientos para asegurar una comunicación entre los miembros de la tripulación sólida ,efectiva y disponible durante la operación además se deberá incluir los procedimientos de comunicación paso a paso	La adecuación de los procedimientos se justificará de forma declarativa.	Manual de Operaciones (Apartado 10)
	Criterio #2: Todo piloto/observador deberá recibir formación en multi crew coordination.	Se declarará que el personal ha recibido formación en multicrew coordination.	Manual de Operaciones (Apartado 5)
<b>OSO #17 La tripulación remota se encuentra en</b>	Criterio #1: El operador dispone de una política de las condiciones mínimas que han de reunir los miembros de la tripulación	El operador declara que los procedimientos incluidos en el Manual de Operaciones son apropiados (el MO cumple con el RD 1036/2017)	Manual de Operaciones apartado 6. Certificado médico de los pilotos.



<b>condiciones adecuadas para la operación</b>	Criterio #2: El operador dispone de una política de cómo la tripulación remota se declara apta para el vuelo antes de llevar a cabo cualquier operación.	Criterio #2: El propio piloto declara antes de realizar las operaciones que se encuentra en condiciones para realizar la operación basada en la política definida por el operador. Nota: Se puede aceptar que exista una casilla de verificación específica en la planificación del vuelo o en el registro de las operaciones o en la aceptación de la operación que se encuentra apta para el vuelo.	Manual de operaciones, apartados 6 y 7, 9 del Apéndice E. Formato de registro de planificación/operación/aceptación del vuelo
<b>OSO#18 Protección automática de la envolvente de vuelo de errores humanos</b>	N/A	N/A	N/A
<b>OSO#19 Recuperación segura tras errores humanos</b>	N/A	N/A	N/A
<b>OSO #20 Se realiza una adecuada evaluación de los Factores Humanos y el Interfaz Hombre Máquina (HMI) es adecuado para la operación</b>	N/A	N/A	N/A
<b>OSO #23 Se definen las condiciones del entorno para operaciones seguras, de manera que sean medibles y se establecen procedimientos para gestionarlas.</b>	Criterio #1: Las condiciones ambientales para una operación segura están definidas en el manual de operaciones, apartado 11 y en la caracterización de la aeronave	Se declara la adecuación de los procedimientos.	Manual de Operaciones Caracterización de la aeronave
	Criterio #2: Los procedimientos para el seguimiento de las condiciones ambientales (Evaluación de las condiciones meteorológicas METAR, TAFOR), antes y durante el vuelo vienen determinadas en el manual de operaciones	La idoneidad de los procedimientos para el seguimiento de las condiciones ambientales es declarada por el operador	Manual de Operaciones.
	Criterio #3: El entrenamiento cubre la evaluación de las condiciones meteorológicas previo y durante la operación.	El operador declara que se ha realizado la formación pertinente.	Declaración del Operador
<b>OSO #24 El RPAS está diseñado para trabajar en condiciones ambientales adversas</b>	N/A	N/A	N/A

Tabla 1. Objetivos de Seguridad Operacional (OSOs).

Donde se indica N/A se refiere a que, según la metodología SORA, es opcional para el operador la implementación del OSO en cuestión



## 5. FICHA DEL ESCENARIO OPERACIONAL

A continuación, se facilita la ficha del escenario operacional que contiene la descripción del escenario operacional y los requisitos y limitaciones establecidos para realizar operaciones aéreas especializadas en dicho escenario.

Escenario estándar		AESA-STSA-03
Operación especializada en aglomeraciones de edificios, en espacio aéreo atípico, fuera de reuniones de personas, VLOS, diurna, fuera de espacio aéreo controlado o zona de información de vuelo (FIZ), fuera de entorno aeroportuario y con RPAs de MTOM < 2 kg (< 1 m envergadura y < 700 J).		
<b>CONOPS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tengan lugar en aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados.</li> <li>Tengan lugar fuera de reuniones de personas al aire libre.</li> <li>Sean operaciones diurnas.</li> <li>Se realicen dentro del alcance visual del piloto (VLOS).</li> <li>Se realicen a una altura máxima de 30 m (100 ft).</li> <li>Tengan lugar fuera de Espacio Aéreo controlado o de zona de información de vuelo (FIZ).</li> <li>Se realicen en espacio aéreo atípico.</li> <li>Se realicen fuera de entorno aeroportuario según la definición establecida en la Guía sobre el Contenido del Estudio Aeronáutico de Seguridad (Apéndice S).</li> <li>Con RPAs de MTOM ≤ 2 kg (&lt; 1 m envergadura y &lt; 700 J).</li> <li>La operación no se realice desde vehículos en movimiento.</li> </ul>		
<b>Mitigaciones a los daños</b>		
Mitigaciones		Robustez
M1	Se dispone de un <b>Plan de Respuesta a la Emergencia</b> efectivo, disponible para su uso, y que ha sido validado	M
M2	Se dispone de sistemas que <b>reducen los efectos del impacto</b> sobre personas en tierra: Sistema de reducción de energía de impacto	L
M2	Se dispone de sistemas que <b>reducen los efectos del impacto</b> sobre personas en tierra: Mitigación para la protección de personas que no participan activamente en la operación	M
<b>Mitigaciones ARC</b>		
Mitigaciones estratégicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de una coordinación con los gestores de las infraestructuras aeroportuarias, incluyendo los helipuertos.</li> <li>Por otra parte, se considera como una medida de mitigación estratégica la limitación en altura establecida por RD 1036/2017 a un máximo de 400 ft AGL, ya que SORA considera una altura de 500ft para calcular el ARC. También, en entornos urbanos, debe entenderse como un margen adicional de seguridad el hecho de que la aviación tripulada debe mantener una altura mínima de 1000 ft sobre los obstáculos más altos (SERA 5005.f.). Además (como complemento a lo establecido en el RD 1036/2107), nunca se volará por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave. De acuerdo, con este escenario, si se pretende volar por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave, el operador deberá cumplir con las siguientes medidas: <ul style="list-style-type: none"> <li>El piloto debe estar a una distancia horizontal inferior a 25 m de la aeronave.</li> <li>La altura sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave deberá ser de 15 m por encima de dicho obstáculo.</li> </ul> </li> </ul>	
Objetivos de contención	<ul style="list-style-type: none"> <li>El operador debe declarar que posee las medidas para asegurar que la aeronave opera en el volumen de espacio aéreo pretendido con un nivel de integridad adecuado. De acuerdo a un nivel de robustez de contención <b>Bajo</b>. (Requisitos específicos de posicionamiento de la aeronave)</li> </ul>	
Mitigaciones tácticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>La operación plantea utilizando un planteamiento de "See and Avoid": VLOS.</li> <li>Se deberá analizar el riesgo potencial de que se produzca un encuentro con una aeronave tripulada antes de la realización del vuelo, analizando el entorno, y asegurando que se cuenta con los elementos adecuados para mantener la conciencia situacional que le permita evitar un fortuito</li> </ul>	





encuentro con una aeronave tripulada. Para ello, en caso necesario, el operador podría valerse de observadores u otros medios.

- El operador debe considerar aspectos adicionales referentes espacio aéreo, operacionales y de equipamiento que tienen un impacto directo en la probabilidad del riesgo de colisión con otras aeronaves en el espacio aéreo, tales como eventos especiales.
- De acuerdo, con este escenario, si se pretende volar por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave, el operador deberá cumplir con las siguientes medidas:
  - El operador deberá valerse de un observador para completar la conciencia situacional en relación la posible presencia de aeronaves tripuladas en las inmediaciones de la zona de vuelo.
  - El operador podrá analizar la utilidad de valerse de una radio aeronáutica para detectar posibles aeronaves tripuladas en las inmediaciones de la zona de vuelo.
  - La operación debe planificarse para que el tiempo requerido para realizar la operación reduzca al máximo el tiempo de exposición de la aeronave en esta situación.

**OSOs - SAIL I**

OSO	Robustez	OSO	Robustez	OSO	Robustez	OSO	Robustez
1	O	7	L	13	L	19	O
2	O	8	L	14	L	20	O
3	L	9	L	15	L	21	L
4	O	10	L	16	L	22	L
5	O	11	L	17	L	23	L
6	O	12	L	18	O	24	O

**Documentos a presentar**

- Caracterización de la Aeronave, incluyendo la caracterización del equipo de reducción de energía de impacto (o en un documento aparte)
- Resultado de los ensayos o pruebas del sistema de reducción de energía de impacto
- Estudio aeronáutico de seguridad de la operación u operaciones
- Manual de Operaciones
- Programa de mantenimiento
- Sistema de registros
- Certificados de formación de mantenimiento o certificados correspondientes
- Vuelos de prueba
- Plan de Respuesta a la emergencia
- Copia del libro de vuelo del piloto.
- Declaraciones del operador

**Otros**

Tabla 2. Ficha resumen del escenario operacional estándar. (L: Low, M: Medium, H: High, O: Optional).



## ANEXO. ANÁLISIS SORA DEL ESCENARIO OPERACIONAL

Antes de aplicar la Metodología SORA, el operador debe verificar si la operación pretendida es factible, si está sujeta a exclusiones específicas de la regulación o establecidas por AESA, o si está recogida en un escenario estándar. Esta verificación determinará:

- a. Si la operación requiere realmente o no autorización.
- b. Si la operación puede ser encuadrada en un "escenario estándar" reconocido por AESA.
- c. Si la operación no se puede realizar de acuerdo con los requisitos aplicables al régimen de autorizaciones.

Después de una evaluación inicial se determina que:

- a. Se considera que la operación se puede realizar de acuerdo con los requisitos aplicables al régimen de autorizaciones
- b. No existen escenarios operacionales estándar de operación VLOS en zonas de aglomeraciones de edificios.
- c. Se trata de una operación para la que es necesaria una autorización al tratarse de una operación con riesgo.

A continuación, se describe, usando los pasos de la Metodología SORA una evaluación de este escenario estándar.

### A. CONCEPTO DE OPERACIÓN (CONOPS) (Paso#1 SORA)

Este documento es aplicable a aquellas operaciones aéreas especializadas con RPAS que se ajusten a los siguientes parámetros:

- Tengan lugar en aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados.
- Tengan lugar fuera de reuniones de personas al aire libre.
- Sean operaciones diurnas.
- Se realicen dentro del alcance visual del piloto (VLOS).
- Se realicen a una altura máxima de 30 m (100 ft).
- Tengan lugar fuera de Espacio Aéreo controlado o de zona de información de vuelo (FIZ).
- Se realicen en espacio aéreo atípico.
- Se realicen fuera de entorno aeroportuario según la definición establecida en la Guía sobre el Contenido del Estudio Aeronáutico de Seguridad (Apéndice S).
- Con RPAs de MTOM  $\leq 2$  kg ( $< 1$  m envergadura y  $< 700$  J).
- La operación no se realice desde vehículos en movimiento.

El operador debe tener en cuenta, de acuerdo al modelo semántico de SORA y los objetivos de contención, las distancias de seguridad tanto en tierra como en aire para minimizar el riesgo, asociadas al tipo de operación (normal y situaciones anormales y de emergencia). El modelo semántico es el modelo utilizado en SORA que correlaciona las fases de operación, los procedimientos y los volúmenes operativos.

Por tanto, el operador, debe describir, de acuerdo a la operación pretendida, performance de la aeronave y demás aspectos relacionados, la **geografía del vuelo**, **área de contención** y los **márgenes de seguridad** (Ver Apéndice S), teniendo en cuenta la establecidos en los requisitos al efecto en este apartado



### B. DETERMINACIÓN DEL RIESGO INTRÍNSECO DE IMPACTO EN TIERRA (GRC INICIAL) (Paso#2 SORA)

Este paso consiste en el cálculo del índice GRC (Ground Risk Class), que viene a representar el **riesgo intrínseco de colisión en tierra**, que está relacionado con el riesgo de que una persona sea golpeada por el RPA (en caso de pérdida de control del mismo), y se representa por una serie de clases de riesgo en tierra (GRC), derivadas únicamente de la **operación prevista** y de la **dimensión y energía cinética del RPA**, mediante un método cualitativo.

Para el caso del escenario considerado, el tipo de operación es VLOS y en aglomeraciones de edificios o personas, y para el cálculo de la energía cinética, considerando RPAs actuales de menos de 2 kg, ya sean de ala fija o ala rotatoria, se establece como límite 700 J.

Por tanto, podemos determinar que el riesgo de colisión en tierra (GRC) es en el peor de los escenarios posibles es **GRC=3**

En la siguiente tabla se determina el GRC inicial mediante el tipo de operación prevista (Filas de la tabla) y de la dimensión y energía cinética del RPA (Columnas de la Tabla):

Índice Ground Risk Class intrínseco del RPAS				
Dimensiones máximas del RPA	1 m / aprox. 3ft	3 m / aprox. 10ft	8 m / aprox. 25ft	>8 m / aprox. 25ft
Energía cinética típica esperada	< 700 J (approx. 529 Ft Lb)	< 34 KJ (approx. 25000 Ft Lb)	< 1084 KJ (approx. 800000 Ft Lb)	> 1084 KJ (approx. 800000 Ft Lb)
Escenarios Operacionales				
VLOS y fuera de aglomeraciones de edificios o personas.	1	2	3	5
BVLOS y fuera de aglomeraciones de edificios o personas	2	3	4	6
VLOS y en zonas de aglomeraciones de edificios.	3	4	6	8
VLOS y en zonas de aglomeraciones de personas	7			

Tabla 2. Determinación del índice GRC (Ground Risk Class)

### C. DETERMINACIÓN DEL GRC (FINAL) (Paso#3 SORA)

Este paso permite la determinación del **GRC final** basado en la disponibilidad de medidas de mitigación relacionadas con la operación. Estas medidas de mitigación modifican el valor intrínseco del GRC y tienen un efecto directo en los objetivos de seguridad asociados a una operación específica. Para este punto, es sustancialmente importante asegurar su nivel de robustez.

Para este escenario se ha optado disponer de:

- Un **Plan de Respuesta a la Emergencia** efectivo, disponible para su uso, y que ha sido validado con robustez **Media**.
- Un sistema que reduce los efectos del impacto sobre personas en tierra: Sistema de reducción de energía de impacto con robustez **Baja**.
- Un sistema que reduce los efectos del impacto sobre personas en tierra: Mitigación para la protección de personas que no participan activamente en la operación con robustez **Media**.



Mitigación número	Adaptación del GRC	Robustez		
		Baja/ Ninguna	Media	Alta
M1	Se dispone de un Plan de Respuesta a la Emergencia efectivo, disponible para su uso, y que ha sido validado	1	0	-1
M2	Se dispone de sistemas que reducen los efectos del impacto sobre personas en tierra	0	-1	-2
M3	Se dispone de sistemas de contención técnica implementada y efectiva	0	-2	-4

Tabla 3. Determinación del índice GRC (Ground Risk Class)

Se deberá contar, en todos los casos con un **sistema para la terminación segura del vuelo**, que el operador describirá dentro del **Plan de Respuesta a la Emergencia (M1)**.

El GRC final se establece sumando todos los factores de corrección y adaptando el GRC por el número resultante. En la siguiente tabla puede verse representado el resultado:

	GRC
Inicial	3
Se dispone de un Plan de Respuesta a la Emergencia efectivo, disponible para su uso, y que ha sido validado	+ 0
Se dispone de sistemas que reducen los efectos del impacto sobre personas en tierra	+ 0 - 1
Se dispone de sistemas de contención técnica implementada y efectiva	+ 0
<b>Final</b>	<b>2</b>

Tabla 3. Determinación del GRC Final

#### D. DETERMINACIÓN DEL RIESGO INICIAL DE COLISIÓN EN AIRE – ARC INICIAL (Paso#4 SORA)

En este punto comienza el proceso para evaluar el riesgo intrínseco de colisión en el aire a través de la determinación de lo que se denomina **Clase de Riesgo en Aire** o **ARC** (Air Risk Class), que es una manera cualitativa de determinar el nivel riesgo de una colisión de un RPA con una aeronave tripulada en un determinado espacio aéreo. El ARC se aborda mediante **mitigaciones estratégicas** y **tácticas**. En la siguiente figura se plantea un esquema general de todo el proceso para plantear el riesgo de colisión en aire con una aeronave tripulada, y como mitigarlo:

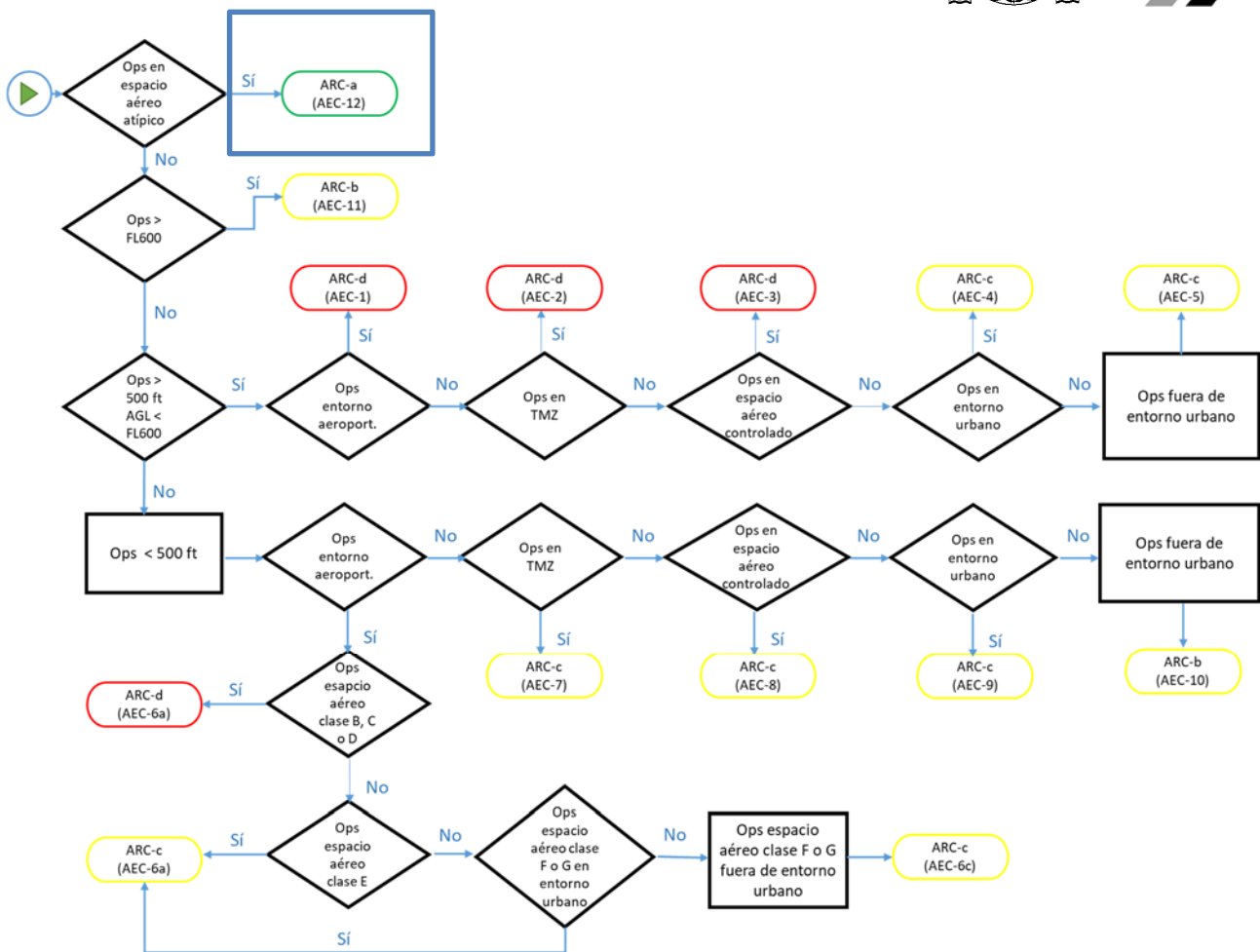


Figura 1. Flujograma para la determinación del AEC (Fuente: JARUS-SORA)

Aunque para el caso considerado el ARC inicial podría resultar ARC-c, con el CONOPS planteado (urbano con una altura máxima de vuelo de 100f (30m) entre edificios o estructuras) se parte de un **ARC-a** (espacio aéreo atípico).

#### E. APLICACIÓN DE MITIGACIONES ESTRATÉGICAS PARA DETERMINAR EL ARC FINAL (OPCIONAL) (Paso#5 SORA)

En este paso, el operador podrá establecer las mitigaciones necesarias para reducir el riesgo de colisión en aire. Las mitigaciones que se deberán considerar en el estudio serán aquellas que reduzcan el riesgo a un nivel aceptable, y para ello deben plantearse en dos fases: una primera, considerada de **mitigaciones estratégicas**, con antelación suficiente a las operaciones, y otra de **mitigaciones tácticas**, que se pondrán en práctica durante la propia operación.

En este escenario se han considerado las siguientes mitigaciones estratégicas:

- Establecimiento de una coordinación con los gestores de las infraestructuras aeroportuarias, incluyendo los helipuertos.
- Se considera como una medida de mitigación estratégica la limitación en altura establecida por RD 1036/2017 a un máximo de 400 ft AGL, ya que SORA considera una altura de 500ft para calcular el ARC. También, en entornos urbanos, debe entenderse como un margen adicional de seguridad el hecho de que la aviación tripulada debe mantener una altura mínima de 1000 ft sobre los obstáculos



más altos (SERA 5005.f.). Además (como complemento a lo establecido en el RD 1036/2107), nunca se volará por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave. De acuerdo, con este escenario, si se pretende volar por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave, el operador deberá cumplir con las siguientes medidas:

- El piloto debe estar a una distancia horizontal inferior a **25 m** de la aeronave.
- La altura sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave deberá ser de 15 m por encima de dicho obstáculo.

Con estas mitigaciones se puede considerar que se trata de una categoría de espacio aéreo atípico de manera que el ARC resultante es **ARC-a**.

Además, en este tipo de entornos, los **cambios en las condiciones de los vientos** también requieren una especial atención.

#### F. CONSIDERACIONES DEL ESPACIO AÉREO ADYACENTE (Paso#6 SORA)

El operador debe analizar qué ocurre si las mitigaciones estratégicas fallan, determinado la probabilidad de que esto ocurra. Este análisis debe incluir el tipo de espacio aéreo colindante, y debe plantearse teniendo en cuenta, de todos los espacios aéreos colindantes, el que pueda suponer un mayor riesgo.

Por tanto, el operador debe justificar que las mitigaciones estratégicas adoptadas contienen al RPAS dentro del volumen de espacio aéreo planificado para la operación.

En el escenario considerado, y con las performances de la aeronave, la zona de operación deberá encontrarse suficientemente alejada de otros entornos operativos de más riesgo. No obstante, se considera la hipótesis de pueda tener un espacio aéreo adyacente de **ARC-b**.

Por tanto, en la siguiente tabla se pueden ver resumidos los objetivos de contención en el volumen de espacio aéreo pretendido, asumiendo un nivel de robustez bajo para este caso:

Objetivos de contención			
Caso operacional	El ARC final es ARC-d	El ARC final es otro distinto a ARC-d y la operación se lleva a cabo en un espacio aéreo adyacente que <b>no</b> es un ARC-d.	El ARC final es otro distinto a ARC-d y la operación se lleva a cabo en un espacio aéreo adyacente a uno con ARC-d.
Nivel de robustez de la contención	Baja	Baja	Alta
Nivel de integridad; pérdida permisible de contención	Requisitos mínimos de sistemas para todas las operaciones (Ver Apéndice O requisitos de los equipos)	Requisitos de sistemas para robustez media (Ver Apéndice O requisitos de los equipos) con una pérdida de contención recomendada < 1 por cada 100 horas de vuelo.	Requisitos de sistemas para robustez alta (Ver Apéndice O requisitos de los equipos) Una pérdida de contención recomendada < 1 por cada 10000 horas de vuelo.
Garantía de la contención	El operador declara que las mitigaciones pueden contener al RPA en el volumen de espacio aéreo planificado para la operación.	El operador declara que las mitigaciones pueden contener al RPA en el volumen de espacio aéreo planificado para la operación.	El operador presenta evidencia ante AESA que las mitigaciones pueden contener al RPA en el volumen de espacio aéreo planificado para la operación.

Tabla 4. Objetivos de contención en el volumen de espacio aéreo pretendido.



En cualquier caso, se deberá contar con equipos para **garantizar que la aeronave opere dentro de las limitaciones previstas**, incluyendo el **volumen de espacio aéreo** en el que se pretende realizar la operación. Es importante recalcar que el volumen operacional y márgenes seleccionados, deben ser los adecuados para que, a efectos de este escenario estándar, sea razonable no esperar que la aeronave pueda entrar en zonas donde pueda considerarse una categoría de espacio aéreo asociada a un ARC-d.

#### **G. REQUISITOS DE RENDIMIENTO DE LAS MITIGACIONES TÁCTICAS (TMPR: MITIGATION PERFORMANCE REQUIREMENT) Y NIVELES DE ROBUSTEZ (Paso #7 SORA)**

Las mitigaciones tácticas se aplican para atenuar cualquier **riesgo residual** (riesgo restante después de aplicar las mitigaciones estratégicas) de una colisión en el aire a fin de lograr el objetivo de seguridad para el volumen de espacio aéreo considerado. Las mitigaciones tácticas tomarán la forma de "Ver y Evitar" (es decir, operaciones VLOS) o pueden basarse en un sistema que proporcione un medio alternativo para alcanzar el objetivo de seguridad del espacio aéreo aplicable (operación usando un DAA o múltiples sistemas DAA).

En definitiva, se consideran medidas de mitigación tácticas aquellos procedimientos o decisiones establecidas en un periodo de tiempo muy pequeño durante el transcurso de 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").

Para este escenario estándar se plantea es un esquema de "See and Avoid" (Ver y Evitar): **VLOS**.

Además:

- Se deberá analizar el riesgo potencial de que se produzca un encuentro con una aeronave tripulada antes de la realización del vuelo, analizando el entorno, y asegurando que se cuenta con los elementos adecuados para mantener la conciencia situacional que le permita evitar un fortuito encuentro con una aeronave tripulada. Para ello, en caso necesario, el operador podría valerse de observadores u otros medios.
- El operador debe considerar aspectos adicionales referentes espacio aéreo, operacionales y de equipamiento que tienen un impacto directo en la probabilidad del riesgo de colisión con otras aeronaves en el espacio aéreo, tales como eventos especiales.
- De acuerdo, con este escenario, si se pretende volar por encima del obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave, el operador deberá cumplir con las siguientes medidas:
  - El operador deberá valerse de un observador para completar la conciencia situacional en relación la posible presencia de aeronaves tripuladas en las inmediaciones de la zona de vuelo.
  - El operador podrá analizar la utilidad de valerse de una radio aeronáutica para detectar posibles aeronaves tripuladas en las inmediaciones de la zona de vuelo.
  - La operación debe planificarse para que el tiempo requerido para realizar la operación reduzca al máximo el tiempo de exposición de la aeronave en esta situación.

#### **H. DETERMINACIÓN DEL SAIL (SPECIFIC ASSURANCE AND INTEGRITY LEVEL) (Paso #8 SORA)**

El parámetro elegido para consolidar el análisis de riesgo de aire y tierra y para llevar a cabo las operaciones requeridas es el **SAIL** (Specific Assurance and Integrity Level). El SAIL representa el **nivel de confianza en que la operación de RPAS permanecerá bajo control**.

Una vez establecido el GRC final y el ARC, ahora es posible derivar el SAIL asociado con el ConOps propuesto.

El nivel de confianza representado por SAIL no es cuantitativo, y corresponde a:

- **Objetivos** a cumplir,



- **Descripción de las actividades** que podrían respaldar el cumplimiento de esos objetivos, y
- **Evidencia** para indicar que los objetivos han sido satisfechos.

En la siguiente tabla se recoge la determinación del SAIL a partir del GRC Final (3) y el ARC Final (ARC-b) para el escenario estándar considerado:

Determinación del SAIL				
	ARC Final			
GRC Final	a	b	c	d
1	I	II	IV	VI
2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
>7	Categoría certificada (C)			

Tabla 5. Determinación del SAIL.

Por tanto, para el escenario estándar considerado, el SAIL es I.

### I. IDENTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL (OSO: OPERATIONAL SAFETY OBJECTIVES) (Paso #9 SORA)

El último paso del proceso SORA es evaluar las defensas a las posibles amenazas dentro de la operación en forma de **objetivos de seguridad operacional (OSO)** y el nivel de robustez asociado dependiendo del SAIL. La siguiente tabla proporciona una metodología cualitativa para hacer esta determinación. En esta tabla, debe entenderse “O” como opcional, “L” como de baja robustez, “M” como de robustez media, y “H” como de alta robustez. Los diferentes OSO se agrupan según la amenaza que ayudan a mitigar. Se ha subrayado, para aquellos OSOS no opcionales, la columna correspondiente al SAIL I:

Nº del OSO (en línea con el Anexo E)	Barrera a la amenaza	SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
<b>Problema técnico del RPAS</b>							
OSO#1	Asegurar que el operador es competente y / o ha demostrado su capacidad como tal	O	L	M	H	H	H
OSO#2	El RPAS es fabricado por una entidad competente y / o probada	O	O	L	M	H	H
OSO#3	El mantenimiento del RPAS se realiza por un entidad competente y/o probada	L	L	M	M	H	H
OSO#4	El RPAS ha sido desarrollado según estándares de diseño reconocidos	O	O	O	L	M	H





OSO#5	El RPAS está diseñado considerando la seguridad y fiabilidad del sistema	O	O	L	M	H	H
OSO#6	El rendimiento del enlace C3 es adecuado para la operación	O	L	L	M	H	H
OSO#7	Inspección del RPAS (inspección del producto) para garantizar la coherencia con el ConOps (Concepto de Operación)	L	L	M	M	H	H
OSO#8	Se definen, validan y se implantan procedimientos operacionales para afrontar problemas técnicos con el RPAS	L	M	H	H	H	H
OSO#9	La tripulación remota está entrenada adecuadamente, incluido entrenamiento recurrente y es capaz de controlar la situación anormal desde el punto de vista técnico del sistema	L	L	M	M	H	H
OSO#10	Recuperación segura del Sistema ante un problema técnico	L	L	M	M	H	H
<b>Deterioro de los sistemas externos que apoyan el funcionamiento del RPAS.</b>							
OSO#11	Se definen, validan y se implantan procedimientos operacionales que sirvan para manejar el deterioro de los sistemas externos que apoyan la operación del RPAS.	L	M	H	H	H	H
OSO#12	El RPAS está diseñado para gestionar el deterioro de los sistemas externos que le apoyan	L	L	M	M	H	H
OSO#13	Los servicios externos que apoyan las operaciones del RPAS son adecuados para la operación.	L	L	M	H	H	H
<b>Error humano</b>							
OSO#14	Se definen, validan y se implantan procedimientos operacionales para afrontar errores humanos.	L	M	H	H	H	H
OSO#15	La tripulación remota está entrenada adecuadamente, incluido entrenamiento recurrente y es capaz de controlar la situación anormal desde el punto de vista del error humano.	L	L	M	M	H	H
OSO#16	Coordinación de la tripulación múltiple	L	L	M	M	H	H
OSO#17	la tripulación remota se encuentra en condiciones adecuadas para la operación.	L	L	M	M	H	H
OSO#18	Se establece protección automática frente a error humano sobre la envolvente de vuelo	O	O	L	M	H	H
OSO#19	Recuperación segura tras un error humano	O	O	L	M	M	H
OSO#20	Se realiza una adecuada evaluación de los Factores Humanos y el Interfaz Hombre Máquina (HMI) es adecuado para la operación	O	L	L	M	M	H
<b>Condiciones de operación adversas</b>							
OSO#21	Se definen, validan y se implantan procedimientos operacionales adecuados en caso de que existan condiciones adversas.	L	M	H	H	H	H



OSO#22	La tripulación remota está entrenada para identificar las condiciones ambientales críticas y evitarlas	L	L	M	M	M	H
OSO#23	Se definen las condiciones del entorno para operaciones seguras, de manera que sean medibles y se establecen procedimientos para gestionarlas.	L	L	M	M	H	H
OSO#24	El RPAS ha sido diseñado y calificado para condiciones ambientales adversas.	O	O	M	H	H	H

Tabla 6. Objetivos de Seguridad Operacional (OSOs).

Debe tenerse en cuenta que el requisito de contar con **medios para que el piloto conozca la posición de la aeronave durante el vuelo**, puede incluirse en los requisitos que se establezcan para el **OSO#13**.



## J. INFORME EXHAUSTIVO DE SEGURIDAD (Paso #10 SORA)

El proceso SORA proporciona al operador, a la autoridad competente y al ANSP una metodología que incluye una serie de mitigaciones y objetivos de seguridad que deben considerarse para garantizar un nivel adecuado de confianza de que la operación puede llevarse a cabo de manera segura. Estos son, en particular:

- Mitigaciones utilizadas para modificar el GRC intrínseco.
- Mitigaciones estratégicas para el ARC inicial.
- Mitigaciones tácticas para el ARC final.
- Objetivos de contención en el espacio aéreo deseado.
- Objetivos de seguridad operacional (OSO)

La justificación satisfactoria de las mitigaciones y los objetivos requeridos por el proceso SORA proporciona un nivel suficiente de confianza para que la operación propuesta pueda llevarse a cabo con seguridad.

El operador debe asegurarse de considerar cualquier requerimiento adicional a los identificados por el proceso SORA (por ejemplo, security). En **entorno urbanos** cobra especial importancia, el análisis de **posibles interferencias radioeléctricas**, por lo se requerirá, al menos, realizar una prueba antes de los vuelos de que no hay afecciones significativas. Además, se debe considerar la cobertura del radio enlace, y sobre vital importancia el aseguramiento de que la aeronave está siempre dentro del alcance visual del piloto.

El presente documento puede considerarse en sí como el informe que constituye el propio estudio de seguridad.