

# Material orientativo para reducir el riesgo intrínseco en tierra



### REGISTRO DE EDICIONES

EDICIÓN	Fecha de APLICABILIDAD	MOTIVO DE LA EDICIÓN DEL DOCUMENTO
03	DESDE PUBLICACIÓN	ADAPTACIÓN AL MATERIAL GUÍA PUBLICADO POR LA "ED DECISION 2023/012/R"

### REFERENCIAS

CÓDIGO	TÍTULO
UAS-OPR-P01-DT01	GUÍA MANUAL DE OPERACIONES
UAS-OPR-P01-DT08	GUÍA CONTENCIÓN MEJORADA (PASO 9 SORA)
UAS-OPR-P01-DT06	ANEXOS PARA LA JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE SEGURIDAD SAIL I Y SAIL II
UAS-OPR-P01-DT04	MATERIAL ORIENTATIVO RELATIVO A LA JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE SEGURIDAD SAIL II
UAS-OPR-P01-DT07	GUÍA EVALUACIÓN DE RIESGO OPERACIONAL
UAS-OPR-P01-DT03	MATERIAL ORIENTATIVO RELATIVO A LA JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE SEGURIDAD SAIL I

### LISTADO DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
AESA	AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA
CONOPS	CONCEPTO DE OPERACIONES
MO	MANUAL DE OPERACIONES
UAS	UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM
OSO	OBJETIVO DE SEGURIDAD OPERACIONA
AMC	ACCEPTABLE MEANS OF COMPLIANCE
SAIL	SPECIFIC ASSURANCE AND INTEGRITY LEVELS
MO	MANUAL DE OPERACIONES
GNSS	GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM
METAR	METEOROLOGICAL AERODROME REPORTS
TAFOR	TERMINAL AERODROME FORECAST
<b>MOC</b>	<b>MEANS OF COMPLIANCE</b>

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>M1 - MITIGACIONES ESTRATÉGICAS PARA EL RIESGO EN TIERRA</b> .....	<b>6</b>
2.1.	Justificación M1 con robustez baja.....	6
2.1.1.	<i>Integridad</i> .....	6
2.1.2.	<i>Garantía</i> .....	7
2.1.3.	<i>Documentación a aportar</i> .....	7
2.2.	Justificación M1 Nivel Medio.....	7
2.2.1.	<i>Integridad</i> .....	7
2.2.2.	<i>Garantía</i> .....	7
2.2.3.	<i>Documentación a aportar</i> .....	8
<b>3.</b>	<b>M2 — MITIGACIONES QUE REDUZCAN LOS EFECTOS DE IMPACTO EN TIERRA.</b> .....	<b>9</b>
3.1.	Justificación M2 Nivel Bajo .....	9
3.1.1.	<i>Integridad</i> .....	9
3.1.2.	<i>Garantía</i> .....	9
3.1.3.	<i>Documentación a aportar</i> .....	9
3.2.	Justificación M2 Nivel Medio.....	10
3.2.1.	<i>Integridad</i> .....	10
3.2.2.	<i>Garantía</i> .....	11
3.2.3.	<i>Documentación a aportar</i> .....	11
<b>4.</b>	<b>M3 - PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIA (ERP)</b> .....	<b>13</b>
4.1.	Justificación M3 Nivel Bajo .....	13
4.1.1.	<i>Integridad</i> .....	13
4.1.2.	<i>Garantía</i> .....	13
4.1.3.	<i>Documentación a aportar</i> .....	13
4.2.	Justificación M3 Nivel Medio.....	13
4.2.1.	<i>Integridad</i> .....	13
4.2.2.	<i>Garantía</i> .....	14
4.2.3.	<i>Documentación a aportar</i> .....	14

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido en el artículo 11 del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, relativo a las normas y procedimientos para llevar a cabo una evaluación del riesgo operacional, los operadores de UAS pueden reducir el riesgo intrínseco en tierra (GRC, por sus siglas en inglés «Intrinsic UAS Ground Risk Class») aplicando alguna o todas, de las siguientes mitigaciones:

- M1 - Mitigaciones estratégicas para el daño en tierra
- M2 - Mitigaciones que reduzcan los efectos del impacto en tierra
- M3 - Disponer de un Plan de Respuesta de Emergencia (ERP, por sus siglas en inglés «Emergency Response Plan»), efectivo y validado por el Operador de UAS

Asimismo, el Anexo B del AMC1 al artículo 11 publicado por EASA provee información en cuanto a los niveles de integridad y garantía requeridos para cada una de las mitigaciones para el riesgo en tierra de acuerdo con la metodología SORA, recomendada por EASA.

La determinación del GRC Final (paso#3 de SORA) se basa en la disponibilidad de estas mitigaciones para la operación. La Tabla 1 proporciona una lista de posibles mitigaciones y el factor de corrección relativo asociado. Un número positivo denota un aumento de la GRC, mientras que un número negativo resulta en una disminución de la GRC.

Todas las mitigaciones deben aplicarse en secuencia numérica para realizar la evaluación.

Secuencia de mitigación	Mitigaciones para el riesgo en tierra	Robustez		
		Baja/Nada	Media	Alta
1	M1 — Mitigaciones estratégicas para el riesgo entierra	0: nada 1: baja	-2	-4
2	M2 — Se reducen los efectos del impacto en el suelo	0	-1	-2
3	M3 — Existe un plan de respuesta de emergencia (ERP), el operador del UAS está validado y es eficaz	1	0	-1

*Tabla 1 - Mitigaciones para la determinación final del riesgo en tierra (GRC)*

Esta guía pretende concretar lo ya especificado por EASA para la implementación de las mitigaciones utilizadas para reducir el riesgo intrínseco en tierra en sus operaciones dependiendo del nivel de robustez (bajo, medio o alto) y definir la documentación que debe aportar el operador de UAS para justificar su cumplimiento.

## 2. M1 - MITIGACIONES ESTRATÉGICAS PARA EL RIESGO EN TIERRA

Esta mitigación pretende ser un medio para reducir el número de personas en riesgo. Al aplicar la mitigación M1, el riesgo en tierra (GRC) no puede reducirse a un valor inferior al valor más bajo de la columna aplicable en la tabla 2<sup>1</sup> del AMC1 del artículo 11 del Reglamento (UE) 2019/947(ED Decision 2020/022/R). Esto se debe a que no es posible reducir el número de personas en riesgo por debajo del de una zona controlada. El operador tiene que seleccionar la columna aplicable teniendo en cuenta tanto la **dimensión característica del UAS como su energía cinética esperada** en caso de colisión en tierra y en caso de discordancia, justificando la elección de dicha columna.

### 2.1. Justificación M1 con robustez baja

#### 2.1.1. Integridad

**Criterio #1 (Definición del margen por riesgo en tierra):** Se ha de aplicar un margen por riesgo en tierra siguiendo al menos la regla 1:1 o en caso de UAS de ala rotatoria el valor definido por una metodología balística aceptable por la autoridad competente.

**Criterio #2 (Evaluación del número de personas en riesgo):** El operador valida el área de operación mediante inspecciones físicas o por medio de evaluaciones documentales justificando un bajo nivel de densidad de personas en riesgo (Por ejemplo, una zona residencial durante el día en el que la mayoría de los residentes se encuentren fuera por motivos de trabajo o una zona industrial en periodo nocturno en la que no haya personas ya que no habrá actividad industrial).

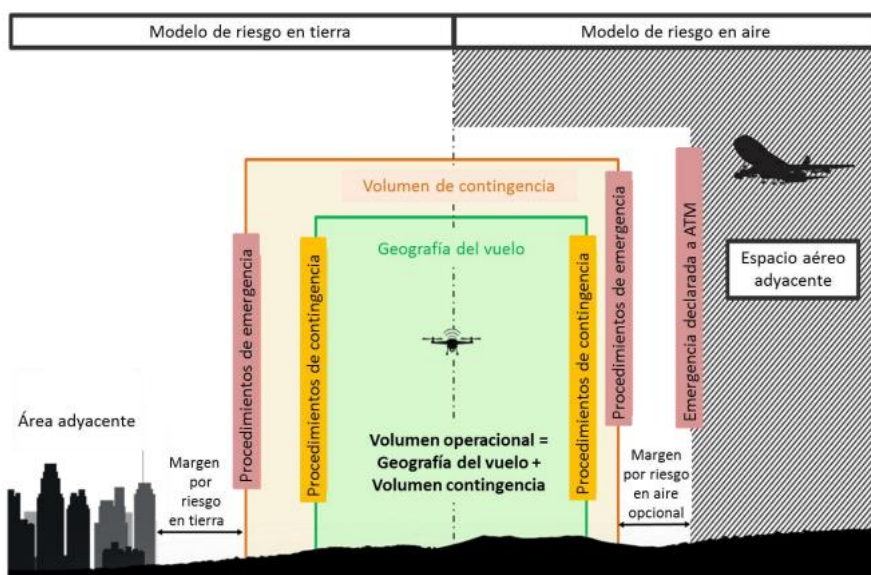


Ilustración 1. Representación gráfica del modelo semántico del SORA (Fuente: JARUS-SORA)

<sup>1</sup> Tabla 2: “Determination of the intrinsic GRC”: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems-regulations-eu>

### 2.1.2. **Garantía**

Criterio #1 y #2. El operador declara que el nivel de integridad ha sido alcanzado<sup>2</sup>

### 2.1.3. **Documentación a aportar**

Declaración responsable de que se ha alcanzado el nivel de integridad conforme al [Anexo 1]

## 2.2. **Justificación M1 Nivel Medio**

### 2.2.1. **Integridad**

**Criterio #1 (Definición del margen por riesgo en tierra):** El cálculo del margen por riesgo en tierra tiene en cuenta:

- a) Fallos improbables y/o mal funcionamiento del UAS que darían lugar a una operación fuera del volumen operacional.
- b) Condiciones meteorológicas.
- c) Latencias.
- d) Comportamiento del UA al activarse las medidas de contención.
- e) Prestaciones del UA.<sup>3</sup>

**Criterio #2 (Evaluación del número de personas en riesgo):** El operador evalúa el área de operaciones mediante el uso de datos oficiales de densidad relevantes para el área y el tiempo de operación de cara a corroborar una menor densidad de personas en riesgo.<sup>4</sup>

Si el operador argumenta una reducción del riesgo basada en que la gente se encontrará protegida durante la operación, debe justificar:

- a) Que usará una UA de menos de 25 Kg y que no volará por encima de los 174 nudos (322 Km/h) y
- b) Demostrará que, aunque la operación se realiza en un área poblada es razonable considerar que la mayor parte de las personas no involucradas se encontraran dentro de un edificio.<sup>5</sup>

### 2.2.2. **Garantía**

Criterio#1 (Definición del margen por riesgo en tierra): El operador presenta evidencias de que se ha alcanzado el nivel de integridad requerido mediante pruebas, análisis, simulación, inspección o mediante experiencia operativa.

---

<sup>2</sup> En caso de UAS cautivos: Aportar declaración de que los procedimientos y las checklist son adecuadas.

<sup>3</sup> En caso de UAS cautivos: justificar la longitud del cable, su resistencia y su anclaje para contener el UAS en el volumen operacional.

<sup>4</sup> En caso de UAS cautivos: se dispone de procedimientos de instalación y mantenimiento del cable.

<sup>5</sup> Esta mitigación ha de ser justificada en base a unas condiciones locales concretas.



Criterio2# (Evaluación del número de personas en riesgo): Los datos de densidad utilizados para la reducción del riesgo en tierra son obtenidos a través de fuentes geospaciales estáticas. (por ejemplo, base demográfica del INE, aforos de carreteras, etc.) y datos de densidad proporcionados por las autoridades (por ejemplo, proveedor de servicios de U-SPACE).

Además, en el caso de las operaciones localizadas (por ejemplo, el servicio de paquetería con UAS dentro de la ciudad o inspección de infraestructuras), el operador presenta la ruta/zona de operaciones propuesta a la autoridad competente (por ejemplo, la policía, protección civil, el propietario de la infraestructura, etc.) para verificar que hay un número reducido de personas en riesgo.

### **2.2.3. Documentación a aportar**

Documentación para el cumplimiento de la garantía en base a lo indicado en el [Anexo 2].



### 3. M2 — MITIGACIONES QUE REDUZCAN LOS EFECTOS DE IMPACTO EN TIERRA.

La mitigación M2 está destinada a reducir el efecto del impacto en el suelo una vez que se pierde el control de la operación. Esto se hace reduciendo el efecto de la dinámica de impacto de la UA (es decir, el área, la energía, el impulso, la transferencia de energía, etc.) Un ejemplo sería el uso de un paracaídas.

#### 3.1. Justificación M2 Nivel Bajo

##### 3.1.1. Integridad

- **Criterio#1 (Diseño técnico)**

No cumple con los requisitos del [nivel medio](#).

- **Criterio#2 (Procedimientos)**

Cualquier equipo utilizado para reducir el efecto de la dinámica de impacto de la UA se instala y se mantiene de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- **Criterio#3 (Entrenamiento)**

El personal responsable de la instalación y mantenimiento del sistema de reducción de la energía de impacto está identificado y correctamente formado.

##### 3.1.2. Garantía

- **Criterio#1 (Diseño técnico)**

El operador declara que ha alcanzado el nivel de integridad bajo

- **Criterio#2 (Procedimientos)**

Los procedimientos no requieren validación ni con un estándar ni con un medio de cumplimiento aprobado por AESA.

- **Criterio#3 (Entrenamiento)**

El entrenamiento es declarado con evidencias disponibles.

##### 3.1.3. Documentación a aportar

###### 1. Manual de operaciones que incluya

- Apartado 3.4: Programa de formación y verificación para el personal a cargo de la preparación y / o ejecución de las operaciones de UAS, así como para los OV, cuando corresponda y para la formación de procedimientos de emergencia de activación del sistema limitador de la energía de impacto [Anexo 09]
- Apéndice 2 del MO: Formatos de los registros de formación del personal implicado en la operación y actualización de formación del personal de mantenimiento.
- Apéndice 6 del MO: Inspección prevuelo del UAS, elaborada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (si están disponibles) o referencia al manual de usuario de

la aeronave, que contenga adicionalmente una comprobación de los sistemas requeridos para la operación en función del ConOps (Dispositivo limitador). [Anexo 11]

## 2. Anexo ConOps Manual de operaciones

- Apartado 4: Medios técnicos utilizados (en términos generales, describen sus principales características, rendimiento y limitaciones, incluyendo el dispositivo limitador de la energía de impacto, alcance del enlace de activación y energía de impacto teórica)
  - Apartado 6: Formación propia del ConOps para el sistema limitador de la energía de impacto. (Solo en el caso de que el ConOps requiera de formación no cubierta en la parte genérica)
  - Apartado 7: Mantenimiento relativo al dispositivo limitador. Instrucciones de mantenimiento necesarias para mantener el UAS en condiciones seguras, cubriendo las instrucciones y requisitos de mantenimiento del fabricante del UAS y del dispositivo limitador. [Anexo 10]
  - Apartado 10: Procedimientos de emergencia (que cubran las situaciones de activación del dispositivo limitador).
3. **Declaración por parte del operador** en la que se indica que el dispositivo reductor de la dinámica de impacto cumple con el nivel de garantía bajo [Anexo 03]
4. **Declaración responsable de la formación práctica** relativa al dispositivo reductor de la dinámica de impacto [Anexo 04]

## 3.2. Justificación M2 Nivel Medio

### 3.2.1. Integridad

- **Criterio#1 (Diseño técnico)**
  - El efecto de la dinámica de impacto y los daños producidos tras el impacto son significativamente reducidos, aunque se puede suponer que aún pueden producirse lesiones graves o mortales.
  - En caso de mal funcionamiento, fallo o combinación de ellos que pueda producir un choque, el UAS dispone de los medios necesarios para la activación de esta mitigación.
  - En caso de mal funcionamiento o fallo del sistema de mitigación M2 (por ejemplo, activación involuntaria), no se verá afectada la seguridad de la operación.

- **Criterio#2 (Procedimientos)**

Cualquier equipo utilizado para reducir el efecto de la dinámica de impacto del UA se instala y se mantiene de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- **Criterio#3 (Entrenamiento)**

El personal responsable de la instalación y mantenimiento del sistema de reducción de la energía de impacto está identificado y correctamente formado.

### 3.2.2. **Garantía**

- **Criterio#1 (Diseño técnico)**

El operador presenta evidencias que aseguran el cumplimiento del nivel de integridad requerido en base a pruebas, test, análisis, simulaciones, revisión del diseño o experiencia operativa previa.

El operador puede declarar cumplimiento con el MoC Light-UAS.2512 proporcionando las evidencias definidas en el mismo.

- **Criterio#2 (Procedimientos)**

Los procedimientos se validan con respecto a normas que la autoridad competente considera adecuadas y / o de acuerdo con los medios de cumplimiento aceptables para esa autoridad.

La idoneidad de los procedimientos se demuestra mediante;

1. vuelos de prueba o
2. simulación, siempre que se demuestre **que** la representatividad de los medios de simulación **es válida** para para el propósito previsto, con resultados positivos.

- **Criterio#3 (Entrenamiento)**

Se dispone de un programa de formación.

El operador de UAS proporciona formación teórica y práctica basada en competencias.

### 3.2.3. **Documentación a aportar**

#### 1. **Manual de operaciones que incluya**

- Apartado 3.4: Programa de formación y verificación para el personal a cargo de la preparación y / o ejecución de las operaciones de UAS, así como para los OV, cuando corresponda y para la formación de procedimientos de emergencia de activación del sistema limitador de la energía de impacto [Anexo 09]
- Apéndice 2 del MO: Formatos de los registros de formación del personal implicado en la operación y actualización de formación del personal de mantenimiento.
- Apéndice 6 del MO: Inspección prevuelo del UAS, elaborada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (si están disponibles) [Anexo 11]

#### 2. **Anexo ConOps Manual de operaciones**

- Apartado 4: Medios técnicos utilizados (en términos generales, describen sus principales características, rendimiento y limitaciones, incluyendo el dispositivo limitador de la energía de impacto, alcance del enlace de activación y energía de impacto teórica)
- Apartado 6: Formación propia del ConOps para el sistema limitador de la energía de impacto. (Solo en el caso de que el ConOps requiera de formación no cubierta en la parte genérica)
- Apartado 7: Mantenimiento relativo al dispositivo limitador. Instrucciones de mantenimiento necesarias para mantener el UAS en condiciones seguras, cubriendo las

instrucciones y requisitos de mantenimiento del fabricante del UAS y del dispositivo limitador. [Anexo 10]

- Apartado 10: Procedimientos de emergencia (que cubran las situaciones de activación del dispositivo limitador).
- 3. Evidencias** de que se ha obtenido el nivel de integridad en base a pruebas, test, análisis, simulaciones o experiencia operativa previa. ~~[Anexo 05]~~.
- El operador declara el cumplimiento del documento Means of Compliance for mitigation means M2 publicado por EASA (MoC Light-UAS.2512) aportando las evidencias definidas en este documento. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/product-certification-consultations/means-compliance-mitigation-means-m2-ref-amc>

## 4. M3 - PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIA (ERP)

El ERP debe ser definido por el operador para cubrir aquellos casos en los que se produzca una situación de emergencia en la que la operación se encuentra en un estado irrecuperable y en la que:

- el resultado de la situación depende en gran medida de la providencia; o
- no pueda ser gestionada por un procedimiento de contingencia; o
- cuando exista un peligro grave e inminente de muerte.

El ERP propuesto por el operador debe contener procedimientos diferentes a los de emergencia contenidos en el Manual de Operaciones. El ERP debe al menos incluir:

- un plan para limitar el efecto de escalada repentina tras un accidente (por ejemplo, para notificar a los servicios de emergencia, fuerzas y cuerpos de seguridad del estado), y
- las condiciones para alertar al proveedor de servicios ATSP.

### 4.1. Justificación M3 Nivel Bajo

#### 4.1.1. *Integridad*

No se dispone de ERP, o el ERP no cubre los elementos identificados para cumplir con un nivel "medio" o "alto" de integridad.

#### 4.1.2. *Garantía*

- **Criterio #1 (Procedimientos)**

Los procedimientos no requieren la validación respecto ni a una norma ni a un medio de cumplimiento considerado adecuado por AESA.

Se declara la adecuación de los procedimientos que se incluyen en el ERP

- **Criterio #2 (Entrenamiento)**

No cumple con los requisitos del nivel medio.

#### 4.1.3. *Documentación a aportar*

1. En caso de disponer de ERP, declaración por parte del operador en el que se indica que el Plan de Respuesta de Emergencia cumple con el nivel de garantía bajo [Anexo 6]

### 4.2. Justificación M3 Nivel Medio

#### 4.2.1. *Integridad*

Se considera que se ha alcanzado el nivel de integridad medio cuando el ERP:

- (a) es adecuado para la situación;
- (b) limita los efectos de la escalada repentina<sup>6</sup>;
- (c) define los criterios para identificar una situación de emergencia;
- (d) es práctico de utilizar;
- (e) delimita claramente las funciones de los miembros de la tripulación a distancia.

#### 4.2.2. **Garantía**

- **Criterio #1 (Procedimientos)**

El ERP se desarrolla según las normas consideradas adecuadas por la autoridad competente del Estado Miembro (EM) y/o de acuerdo con los medios de cumplimiento aceptables para dicha autoridad.

A menos que el operador sea una organización unipersonal, el ERP se valida a través de un ejercicio teórico de simulación de emergencia coherente con el programa de formación del ERP.

- **Criterio #2 (Entrenamiento)**

Se ha establecido un programa de formación en el ERP. En función del nivel de riesgo de la operación del UAS, la autoridad competente podrá exigir la validación de la representatividad del ejercicio de simulación.

Se establece un registro de la formación en el ERP completada por el personal pertinente y se mantiene actualizado.

#### 4.2.3. **Documentación a aportar**

##### 1. **Manual de operaciones que incluya:**

- Apartado 3.4.3: Programa de formación y verificación del ERP para el personal implicado en la gestión de la emergencia [Anexo 09].
- Apartado 6: Procedimientos de emergencia (que cubran las situaciones de activación del Plan de Respuesta a la Emergencia).
- Apartado 7: Plan de Respuesta a la emergencia (ERP), que cubre las consideraciones a tener en cuenta según el contenido propuesto en el [Anexo 07].

##### 2. **Formatos de registros** de formación del personal referente al Plan de Respuesta ante Emergencias (ERP): un registro de entrenamiento de los miembros involucrados en la operación, en el que se justifique que se ha realizado la formación propuesta en el programa de formación teórico práctico [Anexo 09].

---

<sup>6</sup> 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.



3. Evidencias de haber realizado el ejercicio representativo de simulación de emergencia [Anexo 08].