



**Vigésima Reunión del Grupo Regional de Planificación y Ejecución del Caribe y Sudamérica  
(GREPECAS/20)**

Salvador, Brasil, 16 al 18 de noviembre de 2022

**Cuestión 2 del  
Orden del Día:**

**Desarrollos Globales y Regionales**

2.3 Reporte de avances de los Programas y Proyectos

**ZONA DE RESTRICCIÓN DE VUELO (FRZ) PARA LAS OPERACIONES DE AERONAVES  
NO TRIPULADAS ALREDEDOR DE LOS AERÓDROMOS**

(Presentada por Brasil)

**RESUMEN EJECUTIVO**

El aumento exponencial de la demanda de acceso al espacio aéreo por parte de las aeronaves no tripuladas (UA) en diversas áreas, como: militar, logística, entrega, seguridad, arquitectura, agricultura, entre otras, trae consigo crecientes desafíos para la actual estructura de gestión del tráfico aéreo. Una de ellas es permitir el acceso de este nuevo segmento aeronáutico sin interferir en el volumen de espacio aéreo utilizado por las aeronaves tripuladas, especialmente alrededor de los aeródromos, durante los procedimientos de aproximación y despegue. La falta de normativa que prohíba o limite el funcionamiento de los sUAS (Sistema de aeronaves pequeñas no tripuladas) en torno a los aeródromos ha llevado a varios países a adoptar diferentes parámetros de área para proteger las operaciones de las aeronaves tripuladas, manteniendo la seguridad y la eficiencia de las operaciones aéreas. En el caso de Brasil, se realizó un estudio para la creación de una zona de restricción de vuelo para sUAS, considerando las superficies de protección de reglas de vuelo por instrumentos (IFR) previstas en el Doc 8168, además de otros factores. Teniendo en cuenta que el espacio aéreo se compone de un volumen finito, el gran crecimiento de la explotación de drones requiere el establecimiento de criterios internacionales bien definidos para optimizar el acceso seguro de este nuevo segmento aeronáutico al espacio aéreo sin afectar a la seguridad de las aeronaves tripuladas. Así, este trabajo tiene como objetivo presentar las Zonas de Restricción de Vuelo (ZRV) para las operaciones de UAS alrededor de los aeródromos en Brasil con el fin de orientar los estudios en la Región SAM para la creación y estandarización de estas áreas.

<b>Acción:</b>	Las acciones sugeridas se presentan en la Sección 4.
<b>Objetivos Estratégicos:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad y eficiencia de la navegación aérea</li><li>• Seguridad operacional</li></ul>
<b>Referencias:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• OACI, Gestión del tránsito aéreo – Doc 4444, 16a Edición, 2016.</li><li>• OACI, Operación de aeronaves – Doc 8168, 6a Edición, 2018.</li><li>• OACI, Gestión de tránsito de sistemas de aeronaves no tripuladas (UTM): un marco común con principios básicos para la armonización global. 3a Edición.</li><li>• Sitio web de OACI <a href="https://www.icao.int/safety/UA/Pages/UTM-Guidance.aspx">https://www.icao.int/safety/UA/Pages/UTM-Guidance.aspx</a></li></ul>

## 1. Introducción

1.1 Varios países están trabajando individualmente para establecer parámetros de separación entre aeronaves tripuladas y no tripuladas para garantizar el acceso seguro de los sUAS al espacio aéreo. Desgraciadamente, el trabajo descentralizado y la falta de estudios relacionados con el funcionamiento de los sUAS pueden retrasar o incluso limitar el crecimiento del sector en algunas zonas de funcionamiento, principalmente en torno a los aeródromos.

1.2 Con el objetivo de optimizar el uso del espacio aéreo, integrando este nuevo segmento aeronáutico a la estructura existente de la Gestión del tránsito aéreo (ATM), sin que ello repercuta en la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas, este documento presenta el concepto de área restringida para los vuelos de aeronaves no tripuladas alrededor de los aeródromos y propone la definición de los parámetros para definir dicha área, basándose en los resultados presentados por los Estados miembros.

## 2. Discusión

### 2.1 Zona de restricción de vuelo (ZRV) para aeronaves no tripuladas alrededor de los aeródromos del mundo

2.1.1 En primer lugar, este estudio buscó información en la documentación de la OACI para responder a la pregunta:

*"¿A qué distancia de un aeródromo es seguro permitir que un avión no tripulado opere sin interferir con el funcionamiento de los aviones tripulados?"*

2.1.2 Al no haber respuesta a la pregunta anterior, se realizó una encuesta para investigar cómo abordaba cada país esta cuestión. La falta de respuesta y la certeza de que el funcionamiento de los UAS en todo el mundo está todavía en fase de acomodación, hizo que cada Estado tomara una iniciativa individual para satisfacer la demanda local.

2.1.3 Aunque el concepto es similar, la investigación encontró diferentes nomenclaturas entre los Estados miembros, tales como: zona de no drones, zona de no vuelo, zona de no vuelo de drones, zona de restricción de vuelo, entre otras. Dado que las superficies en cuestión no prohíben el vuelo de los sUAS, sino que requieren medidas de seguridad adicionales, como la coordinación del Control de tránsito aéreo (ATC), entre otras, Brasil ha adoptado el acrónimo ZRV.

2.1.4 Además, algunos países utilizan áreas de restricción para drones sólo en aeródromos públicos o que operan bajo las reglas de vuelo por instrumentos, y también hay una diferencia significativa en la geometría de estas áreas en relación con los límites laterales/verticales, la altura y la aplicabilidad entre los Estados miembros. Aunque se encontraron diferentes diseños de ZRV, no fue posible identificar qué metodología se consideró para establecer cada parámetro.

## 2.2 Metodología para la creación de una zona de restricción de vuelo para las operaciones de aeronaves no tripuladas alrededor de los aeródromos en Brasil

2.2.1 Teniendo en cuenta la altura máxima propuesta por la FAA para el espacio aéreo UTM, que será de 400 pies, y considerando que la aviación general debe volar al menos a 500 pies, habrá un colchón vertical de 100 pies entre un vuelo tripulado y uno no tripulado, en general. Así, se ha analizado el perfil mínimo de los vuelos tripulados en IFR.

2.2.2 Teniendo en cuenta que las superficies proporcionadas por el Doc 8168 se basan en al menos  $2\sigma$  (límites de confianza sigma) en el 95% (95 por ciento) para el perfil de vuelo de las aeronaves tripuladas, se realizó un estudio superpuesto a las superficies de protección del vuelo IFR (SID e IAC) donde las inclinaciones más críticas en cada fase del vuelo se mantuvieron dentro de los límites laterales respectivos.

2.2.3 Como resultado, la superficie se creó teniendo en cuenta la mayor restricción entre todos los posibles SID e IAC. Este enfoque conservador permitió diseñar un área que recogiera el perfil mínimo en cada fase del vuelo tripulado, independientemente del procedimiento IFR realizado.

2.2.4 Además del establecimiento de la zona, que protege de los obstáculos el vuelo de las aeronaves tripuladas en las proximidades de los aeródromos, se aplicó un colchón vertical de 100 pies por debajo para permitir los vuelos no tripulados sin comprometer a las aeronaves tripuladas.

2.2.5 Sin embargo, debido a la falta de estudios sobre los datos asociados a la operación de los sUAS, como los errores de navegación y altimetría, el error humano, entre otros, se decidió añadir un buffer de 200 pies en las Zonas de Aproximación y Despegue (ATZ) y 100 pies en la Zona de Aeródromo Circundante (SAZ), además de los 100 pies mencionados en 2.2.4.

2.2.6 Finalmente, debido a las particularidades de las operaciones de los sUAS, así como para facilitar la comprensión de las áreas de restricción impuestas a la operación de los UA en torno a los aeródromos, la forma geométrica de la FRZ se estableció en pasos de 100 pies de altura, teniendo en cuenta la distancia desde el extremo de salida de la pista (DER) dentro de la Zona de Aproximación y Despegue (ATZ), o alrededor del eje de la pista en la Zona de Aeródromo Circundante (SAZ), según las figuras siguientes:

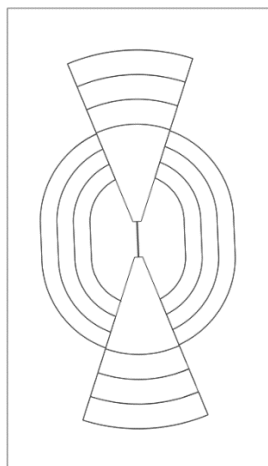


Figura 1 – Vista superior

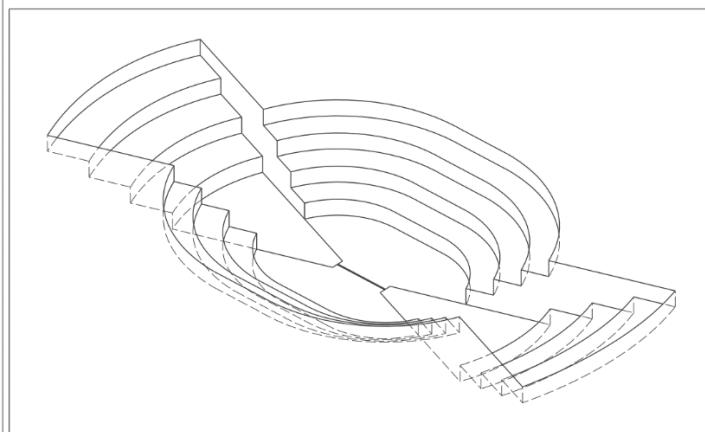


Figura 2 – vista isométrica

CONDICIONES MÍNIMAS PARA PERMITIR VUELOS DE UA				
ALTURA	100 FT	200 FT	300 FT	400 FT
DISTANCIA NA ATZ	3550 M	4480 M	5400 M	6320 M
DISTANCIA NA SAZ	1740 M	2350 M	2960 M	3570 M

Tabla con parámetros

2.2.7 Los parámetros propuestos se aplican al peor escenario posible en un aeródromo y pueden variar según los procedimientos IFR existentes, lo que hace que la FRZ sea más permisiva. Por ejemplo, si la PDG mínima prevista en las SID es superior al 3,3% estándar, las distancias pueden reducirse en la parte en la que la rampa de salida era más restrictiva que la rampa de llegada, ya que las aeronaves tripuladas alcanzarán más rápidamente la separación de 200 o 300 pies. En cualquier caso, se sigue aplicando la metodología de separación en rampa.

### 2.3 Consideraciones relevantes para el análisis del FRZ

2.3.1 Actualmente, la operación de los sUAS utiliza la altura como referencia para su funcionamiento mientras que la aviación tripulada utiliza la altitud. Para permitir la aplicación de la ZRV, es necesario que la aviación tripulada y la no tripulada utilicen la misma referencia, en este caso la altitud, ya sea mediante la mejora tecnológica de los sUAS o mediante un sistema de procesamiento de datos del terreno en 3D, además de la información barométrica de superficie.

2.3.2 Además de utilizar la misma referencia vertical para acomodar este nuevo segmento aeronáutico en la estructura del espacio aéreo existente, es necesario disponer de un sistema que permita la visualización georreferenciada de la ZRV para que el usuario pueda planificar su vuelo.

## 3. Conclusión

3.1 Las operaciones con sUAS están creciendo y desarrollándose rápidamente. Diferentes iniciativas en todo el mundo están planeando dar cabida a este segmento aeronáutico de forma segura, organizada y eficiente. Teniendo en cuenta que el espacio aéreo es un recurso finito y muy utilizado en los grandes centros urbanos, debido al elevado número de aeródromos existentes, es esencial optimizar su uso reduciendo al máximo las zonas de restricción de vuelo de las UA dentro de las normas de seguridad. Para ello, GREPECAS debería remitir el estudio a la oficina de la OACI en la Región Sur para establecer los parámetros de separación lateral y vertical entre las aeronaves no tripuladas y otras aeronaves en el entorno de los aeródromos, considerando que se trata de una cuestión clave para el desarrollo de la UTM en el mundo.

## 4. Acciones sugeridas

4.1 Se invita a la Reunión a:

- a) observar y revisar el contenido de esta nota de estudio;
- b) alentar a los Estados, con un enfoque de colaboración, a compartir sus experiencias, conocimientos y parámetros sobre las zonas de restricción de vuelo para las operaciones de aeronaves no tripuladas alrededor de los aeródromos; y

- c) remitir este estudio a la Oficina Regional SAM de la OACI para promover la normalización de las superficies límite para las operaciones de aeronaves no tripuladas en torno a los aeródromos.