

Apéndice L

PERFILES DE VUELO Y CARACTERÍSTICAS DE LA OPERACIÓN.

(02/03/2018)

1. Objeto

El presente documento tiene el objeto de guía procedimental para elaborar los perfiles de vuelo y la definición de las características de la operación de acuerdo al artículo 39.2 y artículo 40 del RD 1036/2017 de 15 de diciembre.

Es de aplicación para todos los vuelos experimentales establecidos en el artículo 5 s) del citado RD:

1. Vuelos de prueba de producción y de mantenimiento, realizados por fabricantes u organizaciones dedicadas al mantenimiento.
2. Vuelos de demostración no abiertos al público, dirigidos a grupos cerrados de asistentes por el organizador de un determinado evento o por un fabricante u operador para clientes potenciales.
3. Vuelos para programas de investigación, realizados por cuenta de quien gestione el programa en los que se trate de demostrar la viabilidad de realizar determinada actividad con aeronaves pilotadas por control remoto (RPA).
4. Vuelos de desarrollo en los que se trate de poner a punto las técnicas y procedimientos para realizar una determinada actividad con aeronaves pilotadas por control remoto (RPA), previos a la puesta en producción de esa actividad, realizados por quien pretenda llevarla a cabo.
5. Vuelos de I+D, realizados por fabricantes u otras entidades, organizaciones, organismos, instituciones o centros tecnológicos para el desarrollo de nuevas aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) o de los elementos que configuran el RPAS.
6. Vuelos de prueba necesarios para que un operador pueda demostrar que la operación u operaciones proyectadas con la aeronave pilotada por control remoto pueden realizarse con seguridad.

Los vuelos experimentales tienen como objetivo la comprobación de las condiciones de seguridad aceptables en los casos de nuevos desarrollos de plataformas u operaciones o modificación significativa de las mismas. Para ello se han de realizar una serie de verificaciones de forma que se comprueben las características y procedimientos más importantes en función del RPAS que se pretenda volar y el tipo de operación que se va a realizar.

La importancia de la correcta elaboración de los vuelos experimentales radica en que estos se llevarán a cabo en la mayoría de los casos con equipos que no han sido comprobados operacionalmente con anterioridad o porque sean de nuevo desarrollo o bien porque se haya modificado sustancialmente su estructura o su carga de pago.

Se recuerda que de acuerdo al artículo 47 y 48 del RD 123/2017 del Reglamento sobre uso del dominio público radioeléctrico si en estos vuelos experimentales se van a realizar pruebas en relación con propagación de ondas, utilización de nuevas bandas de frecuencia o demostraciones de nuevos servicios y tecnologías de comunicaciones se debe solicitar una autorización de uso del espectro radioeléctrico al MINETAD con una antelación de, al menos, diez días hábiles al comienzo del período de utilización solicitado.



2. Características de la Operación.

Se deberán definir en detalle las características de la operación, de acuerdo al estudio de seguridad elaborado y debiendo incluir al menos los siguientes puntos:

- a. Preparación del vuelo que incluya:
 - a. Revisión de documentación requerida para el vuelo
 - b. Identificación de lugar o los lugares seleccionados para los vuelos experimentales y volumen de la operación.
 - c. Verificación de que el vuelo se ajusta a la normativa de RPAS y autorizaciones concedidas al operador.
 - d. Procedimiento de solicitud de segregación de espacio aéreo y publicación de NOTAM.
 - e. Descripción del personal presente durante los vuelos experimentales.
 - f. Resumen del documento “caracterización de aeronaves” con los datos más relevantes para la operación del RPAS
 - g. Estudio de la necesidad de coordinación con terceros.
 - h. Procedimiento de consulta e interpretación de información aeronáutica actualizada de la zona de operaciones (cartografía, NOTAMs...) así como de información meteorológica.
 - i. Procedimiento para la elaboración de un plan de vuelo operacional.
 - j. Limitaciones operacionales por razón del RPAS, el lugar de operación o el tipo de operación;
 - k. Descripción del Briefing para el personal operativo que realice actividades de vuelo y en tierra
 - l. Descripción del cálculo masa y centro de gravedad en función de la carga de pago a emplear.
 - m. Procedimiento para la inspección exterior del equipo
 1. Equipo de control, sistemas de apoyo y subsistemas (antenas externas, equipos de comunicaciones, cableado, conexiones, etc.)
 2. Integridad estructural (fuselaje, célula, motores, hélices, etc...)
 3. Batería(s)/Combustible (comprobación de voltajes, estado, etc...)
Comprobación de los sistemas anexos (cámaras, sensores)
 4. Comprobación dinámica de motores, superficies de control, etc
- b. Operación normal.
 - a. Despegue
 - b. Realización del vuelo teniendo en cuenta las condiciones operacionales
 1. Descripción del proceso de evaluación y seguimiento de las condiciones meteorológicas
 2. Uso de listas de chequeo y plan de vuelo operacional
 3. Métodos y coordinación y comunicación entre el personal de operaciones (piloto, operador de cámara, observador)
 4. Coordinación y comunicación con terceros (En su caso)
 5. Procedimientos de gestión en vuelo del combustible/energía
 - c. Aterrizaje



- c. Situaciones en condiciones anormales y de emergencia durante la operación:
 - a. Definir el plan de emergencia establecido por el operador en el que se detallarán las principales situaciones anormales y de emergencia susceptibles de darse durante la operación, entre las que se podrán encontrar:
 - 1. Fallo del sistema automático del control de vuelo.
 - 2. Fallo de activación del sistema de reducción de energía de impacto.
 - 3. Pérdida del radioenlace de mando y control y activación del sistema de terminación inmediata del vuelo (Fail Safe)
 - 4. Prueba del procedimiento establecido para la posible pérdida posicional de la aeronave, así como pérdida de la orientación de la misma.
 - d. Análisis y cierre de las operaciones de vuelo
 - a. Metodología para el almacenamiento y transporte de los dispositivos una vez terminadas las operaciones
 - b. Procedimiento de recopilación de datos posteriores al vuelo.

3. Metodología para la elaboración de los perfiles de vuelo.

A la hora de planificar los perfiles de vuelo se tendrá en cuenta la configuración del RPA (avión, helicóptero, multirrotores o dirigible), peso, sistema de control y actuaciones.

En adelante, se entenderá que Helicópteros, Multirrotores y Dirigibles se agrupan en la categoría VTOL (Vertical Take Off Landing), manteniéndose los aviones dentro de la categoría CTOL (Conventional Take Off Landing). Por su parte las aeronaves convertibles pueden realizar las operaciones tanto en VTOL como en CTOL y deberán tenerse en cuenta sus condiciones particulares.

También será necesario que queden definidos los principales modos de vuelo que se vayan a utilizar (vuelo manual, asistido o automático), así como la clasificación de las situaciones operacionales (operación normal, situaciones anormales y de emergencia).

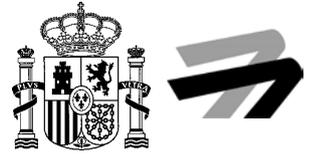
3.1. Perfiles de vuelo Experimentales.

En este apartado se ha de incluir información detallada de cada una de las fases del vuelo, así como las velocidades, alturas, desplazamientos horizontales, acciones de la carga de pago, comprobaciones etc. Este documento deberá ser generado de manera particular para cada uno de los vuelos experimentales que se realicen o serie de vuelos experimentales con las mismas características.

La extensión y la profundidad de los perfiles de vuelo dependerán de la complejidad de las operaciones que se pretendan realizar y de sus características concretas.

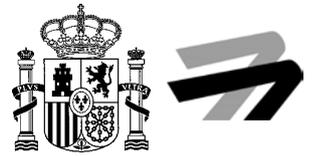
Se recomienda incluir documentación gráfica, como cronogramas con la distribución temporal de los vuelos experimentales, gráficos de en planta los vuelos experimentales propuestos, perfiles gráficos de vuelo, etc. para ampliar la información.

A continuación se detalla un ejemplo de definición de perfiles de vuelo de una operación experimental con una plataforma VTOL.



ANEXO I Ejemplo de definición de perfiles de una operación experimental con una plataforma VTOL

MANIOBRAS INICIALES SIN CARGA DE PAGO
<p><i>Despegue de equipo sin carga de pago y elevación del mismo a una altura de 2 metros sobre el suelo a una velocidad de 1m/s.</i></p> <p><i>Maniobras normales en vuelo asistido de desplazamiento en el mismo plano sobre los ejes X,Y</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>• Desplazamiento de 3 metros hacia adelante y atrás</i><i>• Desplazamiento de 3 metros hacia derecha e izquierda</i> <p><i>Maniobras normales en vuelo asistido de desplazamiento en el mismo plano sobre el eje del sistema</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>• Desplazamiento del RPA en yaw en el sentido horario</i><i>• Desplazamiento del RPA en yaw en el sentido antihorario</i> <p><i>Maniobras normales de aumento y disminución de la altura de equipo en modo asistido.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>• Subida del equipo a 120 metros de altura a una velocidad de 1m/s</i><i>• Bajada del equipo de forma paulatina a velocidad cambiante</i> <p><i>Combinación de las maniobras anteriores (cambios de dirección, y altura a distintas velocidades)</i></p> <p><i>Una vez el dispositivo se encuentre sobre el punto de aterrizaje, activación del modo de vuelo asistido (ATI) y reducción de la altura a una velocidad aproximada de 2 m/s hasta que el RPA se encuentre a 0,5 metros del suelo.</i></p> <p><i>Corte de la potencia de los motores a 0,3 metros del suelo de forma paulatina para evitar el efecto rebote hasta que el sistema contacte con el suelo.</i></p> <p><i>Desarmado de motores</i></p> <p><i>Se realizarán los ajustes necesarios hasta obtener la correcta calibración del equipo y se realizarán los vuelos necesarios hasta que el comportamiento del RPAS esté ajustado a las necesidades del operador.</i></p>
MANIOBRAS INICIALES CON CARGA DE PAGO
<p><i>Despegue de equipo con carga de pago y elevación del mismo a una altura de 2 metros sobre el suelo a una velocidad de 1m/s.</i></p> <p><i>Maniobras normales en vuelo asistido de desplazamiento en el mismo plano sobre los ejes X,Y</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>• Desplazamiento de 3 metros hacia adelante y atrás</i><i>• Desplazamiento de 3 metros hacia derecha e izquierda</i> <p><i>Maniobras normales en vuelo asistido de desplazamiento en el mismo plano sobre el eje del sistema</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>• Desplazamiento del RPA en yaw en el sentido horario</i><i>• Desplazamiento del RPA en yaw en el sentido antihorario</i> <p><i>Maniobras normales de aumento y disminución de la altura de equipo en modo asistido.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>• Subida del equipo a 120 metros de altura a una velocidad de 1m/s</i><i>• Bajada del equipo de forma paulatina a velocidad cambiante</i> <p><i>Prueba del sistema de toma de imágenes y comprobación de correcto funcionamiento</i></p> <p><i>Vuelta a punto de aterrizaje a altura de 50 metros sobre el suelo mediante la activación del comando "Home" a una velocidad de 5 m/s</i></p> <p><i>Una vez el dispositivo se encuentre sobre el punto de aterrizaje a altura de 50 metros, activación del modo de vuelo asistido (ATI) y reducción de la altura a una velocidad aproximada de 2 m/s hasta que el RPA se encuentre a 0,5 metros del suelo.</i></p> <p><i>Corte de la potencia de los motores a 0,3 metros del suelo de forma paulatina para evitar el efecto rebote hasta que el sistema contacte con el suelo.</i></p> <p><i>Desarmado de motores</i></p> <p><i>Se realizarán los ajustes necesarios hasta obtener la correcta calibración del equipo y se realizarán los vuelos necesarios hasta que el comportamiento del RPAS y de su carga de pago esté ajustado a las necesidades del operador.</i></p>



MANIOBRAS NORMALES OPERACIÓN

Despegue de equipo con carga de pago y elevación del mismo a una altura de 2 metros sobre el suelo a una velocidad de 1m/s.

Activación de el plan de vuelo fotogramétrico correcto en el que se realizará la cobertura fotogramétrica de una superficie de 100 metros de lado por 100 metros de lado.

El plan de vuelo consta de 8 waypoints los cuales quedan indicados en la siguiente tabla

Waypoint	Segundos	Latitud	Longitud	Altura (m)
Waypoint 0	0	+41.2065221807°	-0.5381464229°	0
Waypoint 1	36	+41.2065221807°	-0.5381464229°	100
Waypoint 2	52	+41.2061372116°	-0.5381464229°	101,8
Waypoint 3	69	+41.2057467024°	-0.5381464229°	103,5
Waypoint 4	89	+41.2057467024°	-0.5373671280°	104,7
Waypoint 5	105	+41.2061372116°	-0.5373671280°	103,2
Waypoint 6	121	+41.2065277208°	-0.5373671280°	101,8
Waypoint 7	144	+41.2065277208°	-0.5373671280°	100
Waypoint 8	182	+41.2065277208°	-0.5373671280°	0

Tras la finalización del plan de vuelo, vuelta a punto de aterrizaje a altura de 50 metros sobre el suelo mediante la activación del comando "Home" a una velocidad de 5 m/s

Una vez el dispositivo se encuentre sobre el punto de aterrizaje a altura de 50 metros, activación del modo de vuelo asistido (ATI) y reducción de la altura a una velocidad aproximada de 2 m/s hasta que el RPA se encuentre a 0,5 metros del suelo.

Corte de la potencia de los motores a 0,3 metros del suelo de forma paulatina para evitar el efecto rebote hasta que el sistema contacte con el suelo.

Desarmado de motores

MANIOBRAS ANORMALES (en caso de considerarse necesario)

Simulación de fallo del sistema automático del control de vuelo

- *Planificación de ruta y carga de ruta errónea desplazada sobre la original 100 metros en el eje X*
- *Despegue del dispositivo sin carga de pago y elevación del sistema a una altura de 50 metros sobre el suelo a una velocidad de 2 m/s*
- *Vuelo estático sobre el punto de aterrizaje a 50 metros de altura y activación de plan de vuelo desplazado.*
- *Activación del plan de vuelo erróneo*
- *Recuperación del dispositivo cuando el sistema se encuentra en ruta errónea por medio del comando "Return"*
- *Vuelta a punto de aterrizaje a altura de 50 metros sobre el suelo.*
- *Una vez el dispositivo se encuentre sobre el punto de aterrizaje a altura de 50 metros, activación del modo de vuelo asistido y reducción de la altura a una velocidad aproximada de 3 m/s hasta que el RPA se encuentre a 0,5 metros del suelo.*
- *Corte de la potencia de los motores a 0,3 metros del suelo de forma paulatina hasta que el sistema contacte con el suelo.*
- *Desarmado de motores*



Simulación de pérdida posicional de la aeronave
<ul style="list-style-type: none">• <i>Despegue del dispositivo sin carga de pago y elevación del sistema a una altura de 50 metros sobre el suelo a una velocidad de 2 m/s</i>• <i>Vuelo estático sobre el punto de aterrizaje a 50 metros de altura y desactivación del GPS desde la estación de control en vuelo.</i>• <i>Una vez el dispositivo se encuentre sobre el punto de aterrizaje a una altura de 50 metros, activación del modo de vuelo asistido y reducción de la altura a una velocidad aproximada de 3 m/s hasta que el RPA se encuentre a 0,5 metros del suelo.</i>• <i>Corte de la potencia de los motores a 0,3 metros del suelo de forma paulatina hasta que el sistema contacte con el suelo.</i>• <i>Desarmado de motores</i>
Simulación de pérdida de potencia a causa de batería defectuosa
<ul style="list-style-type: none">• <i>Despegue del dispositivo sin carga de pago y elevación del sistema a una altura de 50 metros sobre el suelo a una velocidad de 2 m/s</i>• <i>Activación de Plan de vuelo y realización de la ruta a velocidad de 5 m/s</i>• <i>Simulación de pérdida de potencia (Simulando que se ha perdido un voltio repentinamente) tras 60 segundos de plan de vuelo.</i>• <i>Recuperación del control del equipo en medio del vuelo y activación del modo "Home"</i>• <i>Una vez el dispositivo se encuentre sobre el punto de aterrizaje a una altura de 50 metros, activación del modo de vuelo asistido y reducción de la altura a una velocidad aproximada de 3 m/s hasta que el RPA se encuentre a 0,5 metros del suelo.</i>• <i>Corte de la potencia de los motores a 0,3 metros del suelo de forma paulatina hasta que el sistema contacte con el suelo.</i>• <i>Desarmado de motores</i>
MANIOBRAS DE EMERGENCIA(en caso de considerarse necesario)
Simulación de Pérdida de Radioenlace y activación de modo Fail Safe
<ul style="list-style-type: none">• <i>Despegue del dispositivo sin carga de pago y elevación del sistema a una altura de 50 metros sobre el suelo a una velocidad de 2 m/s</i>• <i>Vuelo estático sobre el punto de aterrizaje a 50 metros de altura y activación de plan de vuelo fotogramétrico.</i>• <i>Desactivación del sistema de control del dispositivo (mando) y validación de la activación del protocolo LANDING en el RPA (Modo Fail Safe)</i>• <i>Supervisión del aterrizaje automático del dispositivo en zona sin obstáculos</i>

Gráficos de vuelo fotogramétrico a realizar

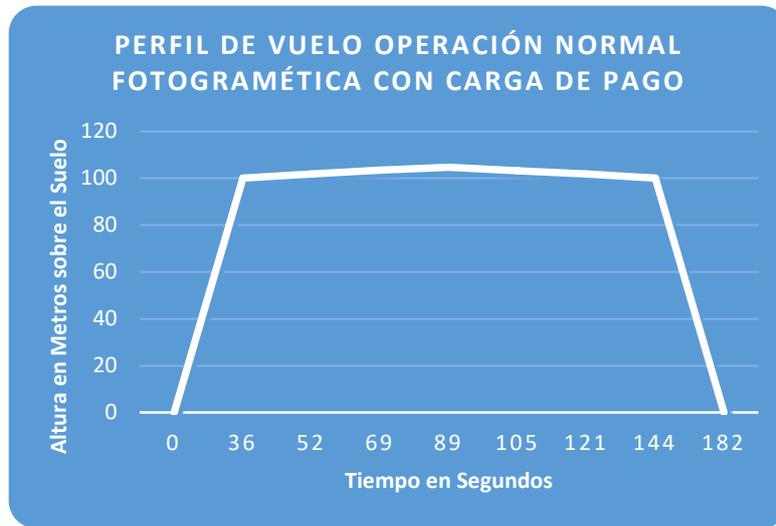


Ilustración 1 Plan de vuelo en planta de operación normal fotogramétrica con carga de pago