Resolución Jefatural

N° 051 -2017-CENEPRED/J

Lima, 05 JUN 2017

VISTOS

El Informe N° 033-2017-CENEPRED/DGP/SGI de fecha 11 de abril de 2017, de la Subdirección de Gestión de Información, el Memorando N° 071-2017-CENEPRED/DGP de fecha 12 de abril de 2017, de la Dirección de Gestión de Procesos; y,

CONSIDERANDO:

Que, mediante la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD (en adelante SINAGERD) y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM; se constituye el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (en adelante el CENEPRED), como un organismo público ejecutor, con calidad de pliego presupuestal, responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, proponiendo y asesorando al ente rector, y a los distintos entes públicos y privados, sobre la política, lineamientos y mecanismo referidos a los procesos de estimación, prevención, reducción del riesgo y reconstrucción;

Que, el artículo 3° de la Ley del SINAGERD, señala que la Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastres de la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible. La Gestión del Riesgo de Desastres está basada en la investigación científica y de registro de informaciones y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado;

Que, el literal g. del artículo 12° de la Ley del SINAGERD, establece que el CENEPRED debe elaborar los mecanismos que faciliten el acceso público a la información geoespacial los registros administrativos, generados por los organismos públicos técnicos–científicos, relacionados con la

Gestión del Riesgo de Desastres, coordinando para tal fin, con los órganos y entidades públicas que corresponda;

Que, en el marco del Reglamento de Organización y Funciones del CENEPRED aprobado mediante Decreto Supremo N° 104-2012-PCM, la Dirección de Gestión de Procesos tiene la función de asesorar y proponer las normas, lineamientos técnicos y coordinar la incorporación de la Gestión Prospectiva y Correctiva en los planes de desarrollo, ordenamiento territorial, proyectos de inversión pública y demás instrumentos de planificación, en los tres niveles de gobierno, sectores e instituciones que integran el SINAGERD;

Que, el proyecto denominado "Protocolo para la Operación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia" (en adelante RPAS), es un instrumento técnico que permitirá al operador de aeronaves pilotada por un "piloto remoto", planificar los ámbitos de intervención en el ámbito nacional, con la finalidad de obtener información geoespacial, que permita la elaboración de productos cartográficos técnico-científico, vinculantes con los componentes prospectivos y correctivos de la Gestión del Riesgo de Desastres;

Con el visado de la Secretaría General, la Dirección de Gestión de Procesos y la Oficina de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 29664-Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM y en uso de sus atribuciones conferidas en el Reglamento de Organización y Funciones del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED, aprobado por Decreto Supremo N° 104-2012-PCM, y las facultades conferidas mediante la Resolución Suprema N° 291-2016-PCM;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar el "Protocolo para la Operación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS)", que consta de quince (15) folios, y comprende siete (7) Anexos que forman parte integrante de la presente Resolución Jefatural.

Artículo 2°.- La presente Resolución Jefatural es de aplicación y cumplimiento obligatorio de las unidades orgánicas del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED.

Artículo 3°.- Dispóngase la publicación de la presente Resolución Jefatural, en el Portal Web Institucional (www.cenepred.gob.pe) del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED, conjuntamente con el "Protocolo para la Operación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS)", aprobado en el artículo 1°.

Regístrese, comuníquese y cúmplase

VICEALMIRANTE (R)
WLADIMIRO GIOVANNINI Y FREIRE
JEFE DEL CENEPRED

CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES – CENEPRED

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROCESOS
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

"PROTOCOLO PARA LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES PILOTADAS A DISTANCIA (RPAS)"

INDICE

PAGINA

INTRODUCCION.....4
FINALIDAD.....4
MARCO LEGAL 4
ALCANCE.....5
VIGENCIA.....5
RESPONSABILIDADES.....5
TERMINOS Y DEFINICIONES PRINCIPALES.....6
ANTEPROYECTO DE VUELO DE RPAS (PRE-VUELO) 6
TRABAJO DE CAMPO (PREVUELO).....9
VUELO DE RPAS (CAMPO).....10
FINALIZACION DE MISIONES DE VUELO.....12
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPAMIENTO RPAS.....12
PLAN DE ENTRENAMIENTO DE VUELO RPAS.....14
BIBLIOGRAFIA.....14
ANEXOS.....16

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil

DGP: Dirección de Gestión de Procesos

GCP: Punto de Control Terrestre

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

GRD: Gestión del Riesgo de Desastres

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

NTC: Norma Técnica Complementaría

RPA: Aeronave Pilotada a Distancia

RPAS: Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia

SGI: Subdirección de Gestión de la Información

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SIGRID: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

SINAGERD: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

1. INTRODUCCION

En la actualidad los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), han permitido la obtención de información detallada tanto en información fotográfica y de video de las características territoriales de zonas de interés en diferentes temáticas, por estos motivos, además de sus avances tecnológicos y disminución de costos su uso ha aumentado durante los últimos años ya no solamente en sectores militares y de defensa, sino también a nivel de instituciones técnicas, científicas y académicas.

La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) es la entidad que ejerce la autoridad aeronáutica civil en el Perú, por tanto, las aeronaves pilotadas a distancia (RPA), al ser aeronaves están sujetas a la legislación aeronáutica vigente en el Perú. En consecuencia, la DGAC es responsable de controlar que el uso de dichas aeronaves en el Perú se realice en el ámbito de la Ley y la seguridad.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) al contar con equipos RPAS tiene el compromiso de regular sus operaciones en el ámbito nacional, de acuerdo a la Norma Técnica Complementaria 001-2015, "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia" aprobada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante la R.D. Nº 501-2015-MTC/12. Del mismo modo es necesario regular el uso de los RPAS según normatividad interna, contexto para la generación del presente protocolo de operación.

2. FINALIDAD

Orientar la ejecución de los proyectos de generación de información con los RPAS del CENEPRED, desde las gestiones administrativas previas, la etapa del planeamiento y los vuelos, por tanto, el presente documento servirá de guía para realizaciones correctas de los procedimientos de operación en el ámbito nacional.

3. MARCO LEGAL

3.1. MARCO INTERNACIONAL:

3.1.1. Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

Meta Mundial (18-g): *Incrementar considerablemente la disponibilidad de [...] la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidos a las personas, y el acceso a ellos, para 2030.*

Prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres (23): *Las políticas y prácticas para la gestión del riesgo de desastres deben basarse en una comprensión del riesgo de desastres en todas sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad, grado de exposición de personas y bienes, características de las amenazas y entorno [...]*

Principio Rector (19-i): *[...] Los riesgos de desastres tienen características locales y específicas que deben comprenderse para determinar las medidas de reducción del riesgo de desastres*

3.2. MARCO NACIONAL:

3.2.1. NTC 001-2015-MTC/12: "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS)", aprobada con ***Resolución Directoral N°501-2015-MTC/12*** el 3 de noviembre del 2015 (Anexo I).

3.2.2. **Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD**

Artículo 3°: *La Gestión del Riesgo de Desastres está basada en la investigación científica y de registro de informaciones [...]*

Artículo 12°: Definición y funciones del CENEPRED

Inciso (g): *Establecer los mecanismos que faciliten el acceso público a la información geoespacial y los registros administrativos, generados por los organismos públicos técnico-científicos [...]*

3.2.3. **Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014 - 2021**

Objetivo Estratégico N° 1: Desarrollar el conocimiento del riesgo

Objetivo específico 1.1: *Desarrollar investigación científica y técnica en GRD*

Objetivo específico 1.2: *Fortalecer el análisis del riesgo de desastres*

Objetivo específico 1.3: *Desarrollar la gestión de información estandarizada en GRD*

3.2.4. **Resolución Jefatural N° 019-2015-CENEPRED/J:** Capas de Información Geoespacial Crítica para la Gestión del Riesgo de Desastres

3.2.5. **Resolución Jefatural N° 092-2015-CENEPRED/J:** Plan de Desarrollo e Implementación del SIGRID al 2021

3.2.6. **Resolución Jefatural N° 068-2016-CENEPRED/J:** Administración y Uso del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID)

4. ALCANCE

El presente Protocolo es de observancia obligatoria para los operadores/pilotos de los RPAS del CENEPRED, así como todas las Oficinas y Órganos de Línea del CENEPRED.

5. VIGENCIA

El presente Protocolo entrará en vigencia a partir del día siguiente de su aprobación por la autoridad competente.

6. RESPONSABILIDADES

6.1. **La Dirección de Gestión de Procesos (DGP) del CENEPRED,** a través de la Subdirección de Gestión de la Información, planifica, organiza, ejecuta y controla las misiones de vuelo y recopilación de información con los RPAS del CENEPRED.

6.2. **La Oficina de Administración del CENEPRED, a través de las Oficinas de Logística y Tesorería,** se encargará de administrar los recursos económicos destinados a gastos de viajes, viáticos y servicios necesarios para garantizar la operatividad de los RPAS en las misiones de vuelo en el ámbito nacional.

6.3. La información generada con los RPAS será de acceso gratuito para las entidades que conforman el SINAGERD

7. TERMINOS Y DEFINICIONES PRINCIPALES

7.1. AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA (RPA): (Remotely Piloted Aircraft - RPA) Es una aeronave operada por un "piloto remoto", emplazado en una "estación de piloto remoto" ubicada fuera de la aeronave (es decir en tierra, en barco, en otra aeronave, en el espacio) quien monitorea la aeronave en todo momento y tiene responsabilidad directa de la conducción segura de la aeronave durante todo su vuelo.

7.2. SISTEMA DE AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA (RPAS). Conjunto de elementos configurables integrado por una aeronave pilotada a distancia, sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control y cualquier otro elemento de sistema que pueda requerirse en cualquier punto durante la operación de vuelo.

7.3. AMBITOS DE INTERVENCION DE LEVANTAMIENTO: Son las áreas de interés proyectadas a levantar con los RPAS en el ámbito nacional, destinadas a trabajos técnicos y científicos en Gestión del Riesgo de Desastres (GRD)

7.4. MISION DE VUELO DEL RPAS: Es el vuelo programado por el operador/piloto sobre un área de interés, una misión puede ser parte de un proyecto de vuelo o ser el proyecto, para su realización es primordial contar con un plan de vuelo.

7.5. PROYECTO DE VUELO DE RPAS: Es un documento que contiene el conjunto de actividades, interrelacionadas y coordinadas entre sí, que se programa realizar utilizando los RPAS, con el fin de generar información geoespacial para elaborar productos cartográficos.

7.6. PLAN DE VUELO DE RPAS: Es la información respecto a un vuelo proyectado, el cual contendrá información sobre el RPA a usar, operador/piloto, área a sobrevolar, tiempo de vuelo, información de la cámara a usar, cantidad de fotografías a tomar y traslape entre ellas, rutas y líneas de vuelo.

7.7. OPERADOR/PILOTO DE RPAS: Toda persona que opere o pilotee a distancia un RPAS para usos diferentes como monitoreo, investigación, generación de información geoespacial, práctica aero deportiva o recreativa.

8. ANTEPROYECTO DE VUELO DE RPAS DE CENEPRED (PRE-VUELO)

8.1. AUTORIZACIONES Y COORDINACIONES

8.1.1. Gestiones en CENEPRED

a) Informe técnico de Planificación de levantamiento de Información fotogramétrica y cartográfica con RPAS (drones) para la generación de información geoespacial del SIGRID.

Este informe técnico será presentado a la DGP por parte de la SGI, en el mismo se presenta todas las comisiones de servicio referidos a las misiones de vuelo de RPAS programadas para todo el año, esta programación estará acorde a las tareas de generación de información geoespacial de las actividades en el marco del PP 0068 de CENEPRED.

b) Informe de requerimientos para el otorgamiento de pasajes, viáticos y asignaciones para comisiones de servicio.

Este informe de requerimientos referidos a las misiones de vuelo de RPAS será presentado por parte de la SGI y la DGP a la Oficina de Administración para el otorgamiento de los recursos económicos requeridos, este informe será elaborado siguiendo las disposiciones de la Directiva Nº 001-2017-CENEPRED/J/OA denominada "Normas y Procedimientos para el Otorgamiento de Pasajes, Viáticos y Asignaciones por Comisión de Servicio del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED".

c) Guías de salida de equipos

Para la autorización de salida de todo el equipamiento RPAS, gestionar previamente ante la oficina de logística y administración del CENEPRED las "Papeletas de desplazamiento externo de bienes".

8.1.2. Licencias de operadores RPAS

Para la operación de un RPAS durante las comisiones de servicio se requiere que los operadores/pilotos de RPAS del CENEPRED cuenten con una acreditación vigente de Operador RPAS, la cual es tramitada ante la Coordinación Técnica de Licencias de la Dirección de Certificaciones y Autorizaciones de la DGAC[1].

8.1.3. Registro de RPAS

Los RPAS a utilizar en las comisiones de servicio deberán estar registradas y contar con su respectiva Tarjeta de registro ante la DGAC del MTC, la cual es tramitada ante la Coordinación Técnica de Licencias de la Dirección de Certificaciones y Autorizaciones de la DGAC[2].

8.1.4. Autorizaciones de vuelo ante la DGAC - MTC

De acuerdo a la normatividad vigente (NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC), para operar los RPAS del CENEPRED se deberá contar previamente con una autorización de operación, la misma que será pedida a la DGAC – MTC mediante una solicitud conteniendo los siguientes requisitos:

a) Tarjeta de registro de RPAS a utilizar.
b) Acreditación vigente de operadores/pilotos a cargo de la comisión.
c) Declaración jurada de responsabilidad solidaria por la operación del RPAS[3].
d) Copia de la póliza de seguros de responsabilidad civil frente a terceros por los daños que puedan surgir durante las operaciones del RPAS del CENEPRED.
e) Análisis de riesgo para la operación del RPAS[4].
f) Pago de los derechos de tramitación correspondientes establecidos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del MTC.

---

[1] NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Párrafo 8 Regulación. Subpárrafo (c) *Acreditación transitoria del operador/piloto de RPAS*

[2] NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Párrafo 8 Regulación. Subpárrafos (a) *Registro y (b) Tarjeta de registro del RPAS*

[3] Formato de Declaración Jurada de acuerdo al Apéndice "C" de la NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Aplicable en los casos en que el operador y el propietario del RPAS sean personas distintas y eventualmente intervenga una tercera entidad como contratante.

[4] Formato de acuerdo al Apéndice "D" de la NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Aplicable conforme al Párrafo 8 Regulación. Subpárrafo (h) *Análisis de Riesgo*.

8.1.5. Activación y/o verificación de seguros contra accidentes

Para la operación de los RPAS se tiene que presentar a la DGAC-MTC, una copia de la póliza de seguros de responsabilidad civil frente a terceros por los daños que puedan surgir durante sus operaciones, de acuerdo como lo estipula la NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC[5]. Por tanto, verificar que la póliza adquirida por el CENEPRED esté activa.

8.1.6. Coordinaciones de apoyo local en área de interés

El oficio será dirigido a la máxima autoridad administrativa del área de interés (Gobernador Regional o Alcalde), en el documento se hará de conocimiento la naturaleza y objetivo de los vuelos de RPAS en su jurisdicción, teniendo en cuenta las funciones del CENEPRED y a su vez se solicitará el apoyo en acompañamiento al equipo técnico del CENEPRED por parte de funcionarios y técnicos locales así como de personal de la policía o militar para garantizar la seguridad durante el desarrollo de los trabajos programados.

8.2. PLANIFICACION DE OPERACIONES DE VUELO

8.2.1. Planes de vuelo

El Plan de vuelo para la operación de los RPAS en áreas de interés se hará tomando en cuenta la superficie a volar, el tipo de sensor (cámara) a usar, la meteorología para el día de vuelo, además de los parámetros de vuelo requeridos en el software usado para la programación del Plan de vuelo.

En el Manual de Plan de vuelo se mostrará las acciones a realizar de acuerdo a las características morfológicas, meteorológicas y por temática de peligros naturales y de origen humano, estas consideraciones técnicas se encuentran detalladas en la Guía para la elaboración de Planes de Vuelo con RPAS, documento del Anexo III adjunto al presente protocolo.

8.2.2. Listas de Chequeo

Las listas de chequeo son herramientas fundamentales para el control de los procesos de pre-campo, pre-vuelo y post-vuelo, los mismos que servirán para documentar de manera ordenada y sistemática los detalles sobre las acciones referentes a traslados, estado físico, horas de vuelo y lugares de las misiones de vuelo de los RPAS, de esta manera se asegurará que los operadores/pilotos de RPAS cumplan con el programa establecido.

Estas listas de chequeo podrán ser revisadas posteriormente para revisar las misiones de vuelo realizadas en un momento dado. Los formatos correspondientes a las listas de chequeo se encuentran en el Anexo IV adjunto al presente protocolo.

8.3. TRASLADOS DE EQUIPOS

8.3.1. Equipos RPAS

Los equipos de RPAS (RPA y estación de control) durante su traslado para realizar misiones de vuelo, serán transportados luego de haber completado satisfactoriamente sus respectivas listas

[5] NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Párrafo 8 Regulación. Subpárrafo (d) *Autorización para operar un RPAS.*

de chequeo, para ello cada equipo debe contar con su respectiva caja acondicionada y reforzada para proteger el equipo ante posibles caídas y golpes. Gestionar traslados vía aérea o terrestre como equipamiento frágil.

8.3.2. Equipos fotográficos

En caso de contar con cámaras fotográficas no integradas a los RPAS, estas tienen que contar con sus respectivas cajas o envoltorios reforzados para ser trasladadas de manera segura previa revisión en la lista de chequeo.

8.3.3. Equipos complementarios.

Los equipos complementarios a trasladar que se usará durante las misiones de vuelo incluyen, computadoras portátiles, Tabletas electrónicas, equipos de medición geodésica, binoculares, estaciones meteorológicas portátiles y otros equipos electrónicos que coadyuven al desarrollo de los vuelos de los RPAS del CENEPRED.

8.4. CUSTODIA DE EQUIPOS

8.4.1. En el CENEPRED

La custodia de todo el equipamiento de RPAS del CENEPRED está a cargo de la Subdirección de Gestión de la Información de la Dirección de Gestión de Procesos, para lo cual se cuenta con un ambiente exclusivo para la custodia de estos equipos.

8.4.2. En comisiones de servicio

El equipamiento RPAS, durante las comisiones de servicio deberán ser almacenadas en el ambiente más seguro del lugar de hospedaje, para lo cual se debe coordinar previamente con los administradores del lugar, de ser el caso, se podría efectuar un pago adicional para la custodia en el ambiente más seguro, si el lugar de hospedaje cuenta con este servicio.

9. TRABAJO DE CAMPO (PREVUELO)

9.1. RECONOCIMIENTO DE ÁREA DE INTERÉS

Un día antes de los vuelos del RPA se realizará la inspección física del área de interés con la finalidad de identificar objetos que podrían poner en riesgo al equipo RPA durante sus vuelos (torres, postes, cables, antenas, edificaciones altas, árboles, etc.). Las observaciones obtenidas de esta inspección servirán para ajustar los Planes de vuelo.

9.2. ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE

Durante la inspección de pre-vuelo un día anterior a los vuelos programados también es necesario ubicar las zonas óptimas para el despegue y aterrizaje de los equipos RPAS. Considerar que se debe mantener una separación vertical mayor a veinte (20) metros y horizontal mayor a treinta (30) metros de cualquier obstáculo durante todas las fases de vuelo del RPA[6].

[6] NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Párrafo 8 Regulación. Subpárrafo (e) *Limitaciones de Operación, numeral 9*

9.3. ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE (GCP)

Es recomendable que el día anterior a los vuelos se realice las mediciones GPS de los puntos de control terrestre (GCP) para lo cual se preparará dianas con un patrón central que se pueda identificar desde el aire, el GPS a utilizar tiene que ser un equipo geodésico de doble frecuencia. En el Anexo V adjunto encontramos la Guía de Establecimientos de GCP para proyectos de vuelo con RPAS.

9.4. CARGA Y CUIDADOS DE BATERIAS DE RPAS

9.4.1. Baterías de RPA

Los motores de los RPAS deben tener la potencia suficiente como para despegar e impulsarse en el aire para lo cual utilizan baterías recargables, por tanto, es recomendable cargar las baterías horas antes de empezar las misiones de vuelo, no es recomendable cargarlas completamente y estar varios días sin utilizarlo. Es importante mencionar que se debe tener como mínimo cinco (05) baterías cargadas lo que garantizará todas las acciones referidas a las misiones de vuelo programadas para los RPAS.

Es preferible volar el RPA hasta antes que la capacidad máxima de su batería descienda del 20%, luego de esto parar su operación, dejar enfriar la batería usada, guardarla y cargarla posteriormente, de esta manera colaboramos a prolongar su vida útil. Asimismo la NTC-001-2015 regula estas acciones a implementar [7]

9.4.2. Baterías de Estación de control (laptop dedicada)

La estación de control es el encargado del monitoreo y visualización del desarrollo del cumplimiento de los planes de vuelo programados a los RPA, por tanto, su batería tiene que garantizar una autonomía de funcionamiento mínimo de 3 horas.

9.4.3. Baterías de controles remotos de RPA

Cada RPA cuenta con su respectivo control remoto, el mismo que permitirá tomar el control del RPA durante el vuelo en caso que los vuelos automáticos tengan alguna deficiencia y sea necesario la ayuda manual del operador/piloto, por tanto, se debe contar con dos (02) juegos de baterías cargadas el día de las misiones de vuelo

9.4.4. Baterías de equipos fotográficos

Cada equipo fotográfico a usar en las misiones de vuelo debe contar con dos (02) juegos de baterías cargadas como mínimo.

10. VUELO DE RPAS (CAMPO)

10.1. ARMADO E INSTALACIÓN DEL RPAS

Antes de trasladarse al área de interés a cumplir con las misiones de vuelo, se tiene que revisar la lista de chequeo de todo el equipamiento RPAS. Una vez ubicados en el área seleccionada para operar el RPAS, se tiene que instalar de la manera más adecuada la estación de control con todos sus accesorios

[7] NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Párrafo 8 Regulación. Subpárrafo (e) *Limitaciones de Operación, numeral 15*

electrónicos, de manera paralela, el equipo RPA modelo copter o ala fija tiene que armarse cuidando al detalle que sus conexiones estén fijas para empezar sus respectivas pruebas de funcionamiento del RPA.

10.2. PLANES DE VUELO

Probado el RPA, se procederá a transferir los planes de vuelo ajustados en campo, mediante telemetría y/o puertos de conexión desde la estación de control al autopiloto del RPA. En estos planes de vuelo, entre otras cosas, encontrará la trayectoria geo-referenciada de cada punto de las líneas de vuelo por el cual el RPA debía volar de manera automática.

10.3. BITÁCORAS DE VUELO

Es un documento personal o cuaderno de notas de cada operador/piloto donde se tomará notas y gráficos de cualquier información que consideren útil y relevante durante el desarrollo de las misiones de vuelo, esta información será complementaria a las listas de chequeo y nutrirá de más información a los informes finales de vuelo, un modelo de formato se encuentra en el Anexo VI adjunto.

10.4. FUNCIONES DE LOS ENCARGADOS DE VUELO.

10.4.1. Operador/Piloto

a) Gestionar los permisos y autorizaciones para operar RPAS en las misiones de vuelo.
b) Responsable de tener su habilitación permanente para operar RPAS ante la DGAC-MTC.
c) Responsable de las operaciones de vuelo del RPAS en el área de interés.
d) Generar los informes finales de las misiones de vuelo.
e) Mantenimiento y cuidado de los RPAS.
f) Adicionalmente hay compromisos personales que los operadores/pilotos acreditados deberán cumplir y reportar a la DGAC-MTC de acuerdo a la NTC[8].

10.4.2. Operador de Estación de control

a) Apoyo en la gestión de permisos y autorizaciones para operar los RPAS.
b) Responsable de tener su habilitación permanente para operar RPAS ante la DGAC-MTC, en caso de ser necesario reemplazar al Operador/Piloto a cargo
c) Responsable de la elaboración de los planes de vuelo automáticos para los RPAS.
d) Responsable del monitoreo del RPAS en la estación de control durante las operaciones de vuelo en el área de interés.
e) Generar los informes finales de las misiones de vuelo.

10.4.3. Personal de apoyo terrestre

a) Apoyo en la gestión de permisos y autorizaciones para operar los RPAS.
b) Responsable de las coordinaciones de apoyo local en la jurisdicción del área de interés
c) Apoyo en la elaboración de los planes de vuelo automáticos para los RPAS.
d) Responsable de la vigilancia terrestre durante las operaciones de vuelo de los RPAS en el área de interés.
e) Apoyo en la generación de los informes finales de las misiones de vuelo.

[8] NTC 001-2015- DCA/DGAC/MTC. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Párrafo 8 Regulación. Subpárrafo (c) *Acreditación transitoria del operador/piloto de RPAS. Numeral 3*

10.4.4. Validación de Información obtenida de misiones de vuelo.

Finalizadas las misiones de vuelo, el personal responsable de la data obtenida descargará la información fotográfica de las cámaras en los equipos informáticos acondicionados con software de procesamiento fotogramétrico y verificarán la calidad de la información captada en ellas, de cumplir con las condiciones requeridas se procederá a generar copias de la información en diferentes accesorios de almacenamiento, caso contrario se planificará una nueva misión de vuelo del mismo lugar para obtener mejor información.

11. FINALIZACION DE MISIONES DE VUELO

11.1. LISTAS DE CHEQUEO POST-VUELO

Finalizadas las misiones de vuelo programadas en el área de interés, es obligación de los encargados de los trabajos realizados verificar las listas de chequeo para comprobar que todo el equipamiento de RPAS usado está completo y en buenas condiciones. Una vez efectuada esta tarea se procederá a empacar y guardar el equipamiento para su traslado a las oficinas del CENEPRED.

11.2. CUSTODIA DE EQUIPAMIENTO RPAS EN CENEPRED

Después de haber cumplido los trabajos de levantamiento de información de un área de interés, los RPAS y su equipamiento complementario serán custodiados en la Subdirección de Gestión de la Información de la Dirección de Gestión de Procesos, verificar nuevamente las listas de chequeo antes de custodia.

11.3. DOCUMENTACIÓN FINAL DE MISIONES DE VUELO

11.3.1. Listas de chequeo pre-campo, pre-vuelo, post-vuelo debidamente firmados por los encargados de las misiones de vuelo.

11.3.2. Copia de anotaciones de bitácora de vuelo.

11.3.3. Informe final de generación de información con RPAS

12. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPAMIENTO RPAS

12.1. MOTORES

12.1.1. Comprobar si los rotores no están flojos, quitar las hélices y encender los motores, luego escuchar que no haya ningún ruido anormal o alguna vibración, de ser el caso, esto podría indicar que los soportes se han desgastado, recomendable contactar con el proveedor y cambiar los motores.

12.1.2. Verificar que los tornillos y tuercas usadas para asegurar los motores estén sujetadas correctamente, además comprobar que los dispositivos de plástico junto a los motores estén en buenas condiciones, de lo contrario cambiar o reparar estos componentes plásticos.

12.2. HELICES

12.2.1. Comprobar el estado físico de las hélices, de presentar roturas, agrietamientos o dobladuras, desechar la hélice y reemplazarla por una nueva.

12.2.2. Asegure las hélices en los motores y encienda el RPA en el suelo, observe el movimiento de las hélices, si distingue alguna ondulación anormal de una de ellas cuando están girando, la hélice que causa este movimiento esta defectuosa y ya no debe usarse.

12.3. EQUIPO RPA

12.3.1. Antes de los vuelos y después de los vuelos comprobar que los tornillos conectores estén bien asegurados y ajustados adecuadamente.

12.3.2. Si las baterías recargables van a estar mucho tiempo sin uso, no se deben guardarse cargadas a tope, lo mejor es dejarla a media carga y también nunca deben guardarse completamente vacías, estas causas disminuyen su vida útil.

12.3.3. Mantener siempre limpio todos los componentes del RPA, quitar el polvo y secar la humedad con herramientas de limpieza adecuadas, esto se hará luego de los vuelos o cuando estén guardadas mucho tiempo. También comprobar el buen estado del fuselaje del RPA de encontrar abolladuras tratar de repararlas o en su defecto remplazarlas para nuevos vuelos.

12.4. SISTEMA DE CONTROL REMOTO

12.4.1. Comprobar el estado de las antenas de telemetría y mando a distancia, reemplazar si presentan dobladuras o presentan algún daño

12.4.2. Comprobar el buen estado de los botones y palancas del control remoto, no guardar el control remoto con las baterías puestas.

12.5. BATERIAS

12.5.1. Verificar si las baterías presentan deformidades o algún daño, de ser el caso descargarla por debajo del 10% de su capacidad, dejar de usarla y luego desechar adecuadamente, no abrirla o manipularla para arreglos.

12.5.2. No descargar completamente las baterías del RPA durante el vuelo, dejar de volar antes del 20% de su capacidad de carga, recomendable al 30%, no gastarla completamente porque después podría no admitir carga. A partir del 30% hay el riesgo de que la potencia baje en picado provocando que nuestro RPA se estrelle

12.5.3. Revisar si los conectores y puertos de conexión al RPA están en buen estado, si hay daños en los conectores o si parecen quemados tratar de limpiarlos, del contrario consultar con el proveedor para el cambio de conector o para su desecho final.

12.5.4. Es recomendable cargar las baterías el día que vamos a usarlas o el día anterior, por precaución no dejar el proceso de carga sin vigilancia, cargar siempre en un área protegida y alejada de combustibles, las baterías tipo LiPo pueden causar incendios si no se toma las precauciones necesarias.

12.5.5. Si las baterías recargables van a estar mucho tiempo sin uso, no se deben guardarse cargadas a tope, lo mejor es dejarla a media carga y también nunca deben guardarse completamente vacías, estas causas disminuyen su vida útil.

13. PLAN DE ENTRENAMIENTO DE VUELO RPAS

El objetivo de este plan es el establecimiento de un programa de entrenamiento de vuelo para los operadores y pilotos de los RPAS del CENEPRED, para asegurar su buen desempeño en las labores de levantamiento y generación de información geoespacial con estos equipos durante las comisiones de servicio. El programa de este plan se muestra en los Anexo VII adjunto al presente protocolo.

14. BIBLIOGRAFIA

- Perú. Dirección General de Aeronáutica Civil - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (3 nov. 2015). Resolución Directoral N° 501-2015-MTC/12: *Norma Técnica Complementaría: "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia"*. Lima: DGAC-MTC

- Perú. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (12 may. 2014). Decreto Supremo N° 034-2014-PCM: *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014 – 2021*. Lima: SINAGERD

- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2015). *Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil*. Madrid: FENERCOM

- Comité Polar Español. (2015). *Protocolo del comité polar español para la operación de aeronaves pilotadas por control remoto (RPAS) y automatizadas (UAV) en la Antártida*. Madrid: CPE

- Guerrero, M. Cuerno, C. Márquez, P. (2013). "Aeronaves no tripuladas: estado de la legislación para realizar su integración en el espacio aéreo no segregado". *Revista de Derecho del Transporte*, núm. 12 pp. 63-106

- A. Barrientos, J. del Cerro, P. Gutiérrez, R. San Martín, A. Martínez, C. Rossi. (2007). *Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones*. Trabajo presentado en El Congreso Español De Informática (CEDI 2007). Zaragoza. España

- Wiertz, D. (2014). *Introducción al proceso de despacho de aeronaves: descripción práctica de la operatoria de trabajo.* Argentina: 1ª ed. Comodoro Rivadavia. Extraída el 24/IX/2016 desde http://www.actualizarmiweb.com/sites/apada-org-ar/publico/files/

- Montero, J. (2016, abril 2016). "5 claves para aumentar la autonomía de un dron". Extraída el 01/IX/2016 desde http://www.todrone.com/aumentarautonomiadron/

- Bejerano, P. (2015, febrero 2016). "Cuánto dura la batería de un dron". Extraída el 01/IX/2016 desde http://www.todrone.com/cuantodurabateriadron/

- "Guia para aprender a volar tu Drone" (n.d.). Extraída el 20/IX/2016 desde http://droneymas.es/guiaparaaprenderavolartudrone/

- "Topografía y Fotogrametría con DRON Ala Fija. Precisiones y Proceso" (n.d.). Extraída el 26/VIII/2016 desde http://www.droning.es/2015/09/29/topografiayfotogrametriacondronalafijaprecisionesyproceso/

- "5 errores habituales de vuelos con drones para cartografía" (n.d). Extraída el 26/VIII/2016 desde http://www.nosolosig.com/articulos/5315erroreshabitualesdevueloscondronesparacartografia

- "Manual de mantenimiento de equipos DJI" (n.d). Extraída el 26/VII/2016 desde http://tienda.stockrc.com/MultiRotorRTF/Documentacion-de-RPAS-DRONES
- "Aprender volar un Dron. Guía de manejo para principiantes" (n.d). Extraída el 03/VI/2016 http://www.minidrons.com/aprender-volar-un-dron-guia-de-manejo-para-principiantes/
- "Producción cartográfica con UAVs – Anfiteatro de Terragona" (n.d) Extraída el 27/VI/2016 desde http://www.aeroproduccions.com/wp-content/uploads/Produccion-cartografica-con-UAVs-Aeroproduccions.pdf

ANEXO I

PERÚ | Ministerio de Transportes y Comunicaciones | Viceministerio de Transportes | Dirección General de Aeronáutica Civil

NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA

NTC	:	**001-2015**
FECHA	:	**03/11/2015**
REVISIÓN	:	**ORIGINAL**
EMITIDA POR	:	**DCA/DGAC**

TEMA: Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia.

1. ANTECEDENTES

La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) es la entidad que ejerce la autoridad aeronáutica civil en el país y como tal regula, supervisa, controla, fiscaliza y sanciona todas las actividades aeronáuticas civiles, es decir, las actividades vinculadas al empleo de aeronaves civiles.

Las **aeronaves pilotadas a distancia (RPA)**, al ser aeronaves están sujetas a la legislación aeronáutica vigente en el Perú. En consecuencia, la DGAC es responsable de controlar que el uso de dichas aeronaves en el Perú se realice en el ámbito de la ley y la seguridad.

Un **sistema** de aeronaves pilotadas a distancia (**RPAS**) constituye un nuevo componente del sistema aeronáutico, que ha alcanzado hoy en día un desarrollo tecnológico que permite su uso en diversas aplicaciones civiles y militares.

Sin embargo, la integración segura de los RPAS en el espacio aéreo no segregado será una meta de largo plazo considerando las dificultades que aún existen hoy en día para establecer un sistema de certificación para el otorgamiento de licencias, la calificación médica de la tripulación RPAS, la certificación de los equipos que componen dicho sistema (aeronave y equipos de control) y la certificación de la operación, de tal modo que se garantice la seguridad cuando estas aeronaves operen en el espacio aéreo que hoy en día está reservado solo a las aeronaves tripuladas.

No obstante lo anterior, la operación de estas aeronaves podría permitirse hoy en día bajo determinadas limitaciones que eviten una colisión entre los parámetros de operación de las RPA y los parámetros correspondientes a las operaciones de aeronaves tripuladas; es decir, estableciendo en la medida de lo posible una separación en el ámbito de operación entre las aeronaves tripuladas y las aeronaves pilotadas a distancia. En tal sentido la presente NTC solo pretende establecer limitaciones que permitan una operación restringida de las aeronaves pilotadas a distancia con el objetivo de garantizar la seguridad operacional de los demás usuarios del espacio aéreo así como minimizar los factores que puedan causar daños a las personas y a la propiedad.

2. OBJETIVO

Esta Norma Técnica Complementaria (NTC) establece los requisitos y limitaciones para la operación de RPAS de uso civil, con el objeto de garantizar la seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo así como la seguridad de las personas y bienes en tierra.

3. APLICABILIDAD

Esta NTC es aplicable a las personas u organizaciones que pretendan hacer uso de sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) para cualquier actividad civil. No aplica

a las aeronaves de Estado, es decir a aquellas que sean utilizadas en servicios militares, de policía o de aduanas.

4. DEFINICIONES

AERONAVE. Se consideran aeronaves a los aparatos o mecanismos que pueden circular en el espacio aéreo utilizando las reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra y que sean aptos para el transporte de personas o cosas.

AERONAVE NO TRIPULADA. Aeronave destinada a volar sin piloto a bordo.

AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA (*Remotely Piloted Aircraft* - RPA).
Una RPA es una aeronave pilotada por un "piloto remoto", emplazado en una "estación de piloto remoto" ubicada fuera de la aeronave (es decir en tierra, en barco, en otra aeronave, en el espacio) quien monitorea la aeronave en todo momento y tiene responsabilidad directa de la conducción segura de la aeronave durante todo su vuelo. Una RPA puede poseer varios tipos de tecnología de piloto automático pero, en todo momento, el piloto remoto puede intervenir en la gestión del vuelo.

Esta es una subcategoría de las aeronaves no tripuladas. Existen diversas denominaciones de estos vehículos según el origen y etimología y uso entre ellas las más conocidas son:

DRONE: *denominación del ámbito militar. La etimología de 'drone' viene de dran o dræn, abeja macho o zángano, el cual hace referencia al zumbido producido por sus motores, similares al de los zánganos volando. Para efectos de esta NTC se prescinde de esta denominación que en adelante deberá entenderse como RPA.*
UAV: *Unmanned Aerial Vehicle (vehículo aéreo no tripulado) Término obsoleto.*

ÁREA NATURAL PROTEGIDA. Espacio del territorio nacional expresamente reconocido y declarado como tal para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO. Servicio suministrado con el fin de: a) prevenir colisiones: 1) entre aeronaves; y 2) en el área de maniobras, entre aeronaves y obstáculos; y b) acelerar y mantener ordenadamente el movimiento del tránsito aéreo.

ESPACIO AÉREO CONTROLADO. Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tránsito aéreo, de conformidad con la clasificación del espacio aéreo.

ESPACIO AÉREO SEGREGADO. Espacio aéreo de dimensiones especificadas asignado a usuarios específicos para su uso exclusivo.

OPERACIÓN CON VISIBILIDAD DIRECTA VISUAL. Operación en la cual la tripulación remota mantiene contacto visual directo con la aeronave para dirigir su vuelo y satisfacer las responsabilidades de separación y anticolisión.

PERSONAS NO INVOLUCRADAS EN LA OPERACIÓN. Toda persona, a excepción del piloto del RPAS, que se encuentre ubicada en las proximidades del despegue, lanzamiento, vuelo, aterrizaje o recuperación del RPA.

SISTEMA DE AERONAVE NO TRIPULADA (Unmanned Aerial System - **UAS)** Aeronave y sus elementos conexos que operan sin piloto a bordo.

SISTEMA DE AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA (RPAS). Conjunto de elementos configurables integrado por una aeronave pilotada a distancia, sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control y cualquier otro elemento de sistema que pueda requerirse en cualquier punto durante la operación de vuelo.

ZONA PELIGROSA. Espacio aéreo de dimensiones definidas en el cual pueden desplegarse en determinados momentos actividades peligrosas para el vuelo de las aeronaves.

ZONA POBLADA. Área donde habitan personas, incluyendo sus viviendas, centros de trabajo y lugares en los que realizan actividades recreacionales y sociales. Incluye edificaciones, calles, plazas, playas y toda infraestructura o espacio público utilizado frecuentemente por un colectivo humano.

ZONA PROHIBIDA. Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está prohibido el vuelo de las aeronaves.

ZONA RESTRINGIDA. Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está restringido el vuelo de las aeronaves, de acuerdo con determinadas condiciones especificadas.

ZONA URBANA. Espacio donde habita una población que cuenta con una red de servicios básicos, tales como alumbrado público o servicios de agua potable. Incluye edificaciones, calles, plazas y toda infraestructura utilizada frecuentemente por un colectivo humano. Todas las capitales de departamento, provincia y distrito, así como las localidades que no siendo capitales, cuenten con una población que exceda el millar de habitantes, son consideradas zona urbana hasta el límite de instalación de por lo menos uno de sus servicios públicos.

ABREVIATURAS

AIP-PERÚ	Publicación de Información Aeronáutica del Perú
ATC	Control de Tránsito Aéreo
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
NTC	Norma Técnica Complementaria
FPV	First Person Vision (vuelo con "visión en primera persona")
NOTAM	Notice To Airmen (Información para aviadores).
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
RAP	Regulación Aeronáutica del Perú
RPA	Remote Piloted Aircraft (Aeronave Pilotada a Distancia)
RPAS	Remote Piloted Aircraft System (sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia)
UAS	Unmanned Aircraft System (Sistema de Aeronave No Tripulada)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle (vehículo aéreo no tripulado)

5. FECHA EFECTIVA

Esta NTC entra en vigencia a partir del día siguiente de la fecha de su publicación.

6. BASE LEGAL

- Ley de Aeronáutica Civil del Perú – Ley 27261 y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 050-2001-MTC.
- Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.
- Decreto Supremo N° 011-2014-IN.

7. DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Enmienda 43 de las Normas Internacionales, ANEXO 2 al Convenio Sobre Aviación Civil internacional. Capítulo 1. Definiciones
- Circular OACI 328-AN/190
- Documento 10019 AN/507 de la OACI "Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)", de abril 2015

8. REGULACION

(a) *Registro*: A partir de la entrada en vigencia de la presente NTC, todo propietario de un RPAS deberá registrarlo en la DGAC, Dirección de Certificaciones y Autorizaciones, para lo cual deberá:

(1) Presentar la solicitud (Apéndice A) que contenga la información siguiente:

(i) Datos del solicitante: Nombre completo, número de DNI, dirección, teléfono, correo electrónico.

(ii) Información técnica del RPAS: Marca, modelo, país de fabricación, número de serie, tipo y cantidad de motores, frecuencia de control, masa (peso) máxima de despegue, autonomía, descripción del equipamiento incorporado (GPS, paracaídas de emergencia, cámara de video, ATC transponder, otros) copia digital del manual de operación del RPAS (aeronave y sistema de control) y fotografía del RPAS en formato jpg.

(2) Presentar copia simple de la partida registral actualizada o del certificado de vigencia actualizado de la sociedad, si es persona jurídica.

(3) Presentar copia simple del documento en el que conste el poder otorgado al representante que formula la solicitud con la constancia actualizada de su inscripción registral o de ser el caso, copia de la carta poder correspondiente, si es persona jurídica.

(4) Efectuar el pago de los derechos de tramitación correspondientes establecidos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La DGAC resuelve las solicitudes de registro en el plazo máximo de treinta (30) días hábiles, de conformidad con el Artículo 35 de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.

(b) *Tarjeta de registro del RPAS*: Como resultado del proceso de registro, la Dirección de Certificaciones y Autorizaciones de la DGAC otorgará al operador la correspondiente "tarjeta de registro" que contiene los datos básicos del propietario y del RPAS y está numerada correlativamente.

(c) *Acreditación transitoria del operador/piloto de RPAS*: Transcurridos ciento ochenta (180) días a partir de la entrada en vigencia de la presente NTC y en forma transitoria hasta que en fecha posterior se establezca las licencias y habilitaciones del operador/piloto de RPAS, toda persona que opere o pilotee a distancia un RPAS para usos diferentes a la práctica aerodeportiva o recreativa, deberá contar con una acreditación de Operador RPAS, la cual será tramitada ante la Coordinación Técnica de

Licencias de la Dirección de Certificaciones y Autorizaciones de la DGAC y para lo cual el postulante a la misma deberá:

(1) Tener al menos 18 años de edad.

(2) Aprobar -con nota mínima de 75%- un examen de conocimientos aeronáuticos básicos pertinentes a la operación de RPAS que incluirán: la presente NTC, reglamento del aire, parámetros de vuelo, factores humanos, meteorología, navegación y principios de vuelo, conforme al instructivo que publique la DGAC en el sitio web del MTC-DGAC y que comprenderá el temario de dicho examen.

(3) Presentar una declaración jurada simple (Apéndice B), en la que declare:

(i) Leer, escribir, hablar y comprender el idioma español

(ii) Haber recibido instrucción teórica y práctica en el modelo de RPAS a operar, a cargo de un piloto acreditado como Operador RPAS o con licencia de piloto emitida por la DGAC, ya sea en un aeroclub o en un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil.

(iii) No conocer que adolezca de alguna condición física o mental que pueda interferir con la operación segura de un RPAS.

(iv) Estar enterado que deberá conducir una inspección de pre-vuelo antes de cada operación, para asegurar que el RPAS (la aeronave y su estación de control) esté en condiciones seguras para operar; la inspección debe comprender la verificación de que el mantenimiento previo del RPAS se haya cumplido conforme a lo que establece el manual del fabricante.

(v) Estar enterado que deberá registrar la inspección de pre-vuelo por escrito, en forma correlativa, fechada y firmada. Se aceptará este registro en formato digital siempre y cuando el operador lo solicite y sea aprobado por la DGAC.

(vi) Compromiso para conservar dicho registro por un período mínimo de dos años posteriores al vuelo, de manera que esté disponible a ser supervisado por la DGAC.

(vii) Compromiso de reportar en los meses de mayo y noviembre vía correo electrónico la totalidad de vuelos realizados en el semestre, según formato digital que se publique en la página web de la DGAC. El reporte podrá ser presentado por un aeroclub, sin embargo la responsabilidad de la presentación fidedigna y oportuna del reporte, recae en la persona del operador/piloto.

(viii) Compromiso para reportar a la DGAC, en caso de accidente por operación que resulte en lesiones a personas o daño a la propiedad, dentro de las 72 horas siguientes.

(ix) Facilitar a la DGAC, a solicitud de ésta -para inspección o prueba- el RPAS y toda la documentación asociada.

(4) Efectuar el pago de los derechos de tramitación correspondientes establecidos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La DGAC resuelve las solicitudes de acreditación en el plazo máximo de treinta (30) días hábiles, de conformidad con el Artículo 35 de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.

La acreditación de operador RPAS es otorgada por el Director de Certificaciones y Autorizaciones de la DGAC.

El incumplimiento de una o más de las condiciones establecidas como requisito para esta acreditación es causal para revocar la acreditación otorgada.

(d) *Autorización para operar un RPAS*: Transcurridos ciento ochenta (180) días a partir de la entrada en vigencia de la presente NTC, toda persona que opere o pilotee a distancia un RPAS para usos diferentes a la práctica aerodeportiva o recreativa, de-

berá contar previamente con una autorización de la DGAC.

Para obtener dicha autorización el explotador deberá presentar una solicitud cumpliendo los requisitos siguientes:

(1) Contar con Tarjeta de registro del RPAS
(2) Contar con la acreditación del operador/piloto
(3) Presentar una declaración jurada de responsabilidad solidaria (Apéndice C), aplicable en los casos en que el operador y el propietario del RPAS sean personas distintas y eventualmente intervenga una tercera entidad como contratante.
(4) Presentar copia de la póliza de seguros de responsabilidad civil frente a terceros por los daños que puedan surgir durante sus operaciones. La cobertura mínima será de 10 UITs, pudiendo el propietario y/o operador del RPAS asegurar por un monto superior de acuerdo a la evaluación y consideración del análisis de riesgo señalado en el sub párrafo (h).
(5) Efectuar el pago de los derechos de tramitación correspondientes establecidos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La DGAC resuelve las solicitudes de autorización en el plazo máximo de sesenta (60) días hábiles contados a partir del día siguiente de la fecha de presentación de la solicitud acompañada de la documentación completa o desde que esta se complete de conformidad con el Artículo 95.2 de la Ley N° 27261, Ley de Aeronáutica Civil del Perú.

Tal autorización se otorgará en forma transitoria por la Dirección de Certificaciones y Autorizaciones mediante Oficio y se mantendrá vigente hasta que se apruebe la Regulación Aeronáutica del Perú, en adecuación al reglamento regional de la OACI, norma que prescribirá los requerimientos y procedimientos para la certificación de equipo RPAS y sus operaciones.

(e) *Limitaciones de Operación*: Ninguna persona podrá operar un RPAS:

(1) Si la masa máxima de despegue del RPA excede los 25 Kg.
(2) Sobre zonas pobladas, salvo los casos excepcionales que autorice la DGAC de acuerdo a lo señalado en el párrafo 8, subpárrafo (f), de esta norma.
(3) En áreas de concentración de personas.
(4) Sin contar con el manual del fabricante del RPAS.
(5) Cuando no se cumplan todas las prescripciones indicadas en dicho manual referentes al mantenimiento y operación del RPAS.
(6) Sin antes haber realizado una inspección de pre-vuelo para determinar que el RPAS se encuentra en condiciones seguras para operar y haber registrado y firmado dicha inspección.
(7) Sin haber presentado plan de vuelo al ATC correspondiente en los casos que sea aplicable.
(8) Sobre personas no involucradas en la operación.
(9) En proximidad de personas u obstáculos, debiendo mantener una separación vertical del RPA mayor de 20 metros y horizontal mayor de 30 metros, en relación a cualquier obstáculo. Dichos márgenes aplican al despegue/lanzamiento, aterrizaje/recuperación y durante todas las fases del vuelo y en adición a las restricciones operacionales propias de cada modelo de RPA establecidas en el correspondiente manual.
(10) Por encima de 500 ft (152.4 m) de altura sobre el terreno.
(11) A más de 100 mph (87 Kt) de velocidad aérea.
(12) Fuera de condiciones de una operación con visibilidad directa visual.

(13) En condiciones nocturnas (después de la puesta o antes de la salida del sol).
(14) Durante más de una hora continuada.
(15) Durante más del 80% de la autonomía establecida por el fabricante.
(16) Con un piloto que no haya sido acreditado y/o que no haya sido autorizado.
(17) Descuidando la atención exclusiva al control de la operación del RPAS. Está prohibido entregar el control a otro piloto/operador mientras el RPA está en vuelo y comandar dos RPA simultáneamente.
(18) Operar un RPAS bajo la influencia de las drogas o el alcohol.
(19) A menos de 4 km de un aeródromo, excepto para fines de prevención de impactos con aves, conforme a lo estipulado en el inciso (g) de este párrafo.
(20) Sobre vías de comunicación, incluyendo toda infraestructura vial (viaductos, carreteras, caminos, senderos, puentes), infraestructura de transmisión eléctrica y de telecomunicaciones (postes, torres, cables y antenas), cursos de agua navegables y ductos para transporte de hidrocarburos. Sin perjuicio de ello, los RPA podrán volar próximos a estas vías, manteniendo una separación horizontal mayor de 30 metros, del borde o extremo de las mismas.
(21) No se podrá dejar caer ni lanzar objetos, material o fluidos desde el RPAS salvo en los casos en que cuente con autorización expresa de la DGAC sobre la base de informes técnicos de impacto ambiental emitidos por la autoridad competente.
(22) "En zonas peligrosas, zonas prohibidas y zonas restringidas publicadas en la AIP-PERÚ o en los NOTAM incluidos en el sitio web de CORPAC". Una desviación a esta restricción se sujetará a la autorización escrita de parte de la Entidad responsable de la reserva de la zona en cuestión.
(23) En una navegación aérea internacional o en alta mar, salvo que cuente con una autorización apropiada de la DGAC y de acuerdo a lo establecido en el Apéndice M de la RAP 91.

(f) *Operación en zonas urbanas*: La operación de un RPAS en zonas urbanas podrá autorizarse excepcionalmente a los RPA con un peso máximo de despegue de hasta 6 kg equipados con paracaídas de emergencia, sólo en los siguientes casos y según el procedimiento señalado más adelante en el sub párrafo (i):
(1) Entidades gubernamentales por razones de seguridad ciudadana y otras actividades calificadas de interés público por la propia entidad.
(2) Entidades privadas contratadas por entidades gubernamentales para actividades calificadas de interés público por la entidad contratante.
(3) Entidades privadas que prestan servicios declarados de interés público por Resolución de la Entidad competente. Tales servicios pueden incluir la protección del patrimonio arqueológico, investigación científica, prevención de desastres, etc.
(4) Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en actividades de búsqueda y salvamento, en el combate de incendios y otras emergencias.

(g) *Operación de RPAS para control de peligro aviario*: La DGAC podrá autorizar el uso de RPAS dentro de los límites de un aeródromo y en la proximidad de este, bajo un "Protocolo de Seguridad de Uso de RPAS para el Control de peligro Aviario", el mismo que deberá estar aprobado por el explotador del aeródromo y que deberá contener como mínimo las siguientes previsiones:
(1) Delimitación del espacio aéreo del aeródromo, características del aeródromo y zonas de riesgo
(2) Características de la fauna aviar vinculada a incidentes en el aeródromo y localización del peligro aviar

(3) Mantenimiento del equipo RPAS
(4) Comprobaciones de seguridad de operación de los equipos
(5) Seguridad en las maniobras de vuelo
(6) Climatología del aeródromo
(7) Presentación de plan de vuelo y aceptación por el Servicio de Tránsito Aéreo
(8) Comunicaciones
(9) Registros

(h) *Análisis de riesgo*: A excepción de las operaciones de emergencia realizadas por las Entidades establecidas en sub párrafo (f) inciso (4) precedente, toda operación en zonas urbanas y en la vecindad de aeródromos requiere que se efectúe una evaluación de riesgo según el Apéndice D (identificando los peligros y las acciones de mitigación y gestión del riesgo) a cargo del explotador o funcionario responsable designado por la entidad que opera el RPAS. Dicha evaluación fechada y firmada por el mencionado funcionario, antes de la operación deberá remitirse en copia escaneada por correo electrónico a la DGAC y ser registrada en un archivo disponible a la DGAC en el domicilio declarado por la entidad, conjuntamente con la copia de la póliza de seguros.

(i) *Procedimiento de autorización para operación de RPAS en zonas urbanas y en la proximidad de aeródromos*: Un explotador autorizado a operar un RPAS conforme lo estipulado en el párrafo 8. sub párrafo (d) de esta NTC, podrá ser autorizado excepcionalmente por la DGAC, mediante Oficio de la Dirección de Certificaciones y Autorizaciones, a operar en zonas urbanas o en la proximidad de aeródromos, sujeto a cumplir los requisitos detallados en los sub párrafos (f) (g) y (h), precedentes y presentando los documentos siguientes:

(1) Solicitud de autorización y análisis de riesgo conforme al formato que se indica en el sub párrafo (h) precedente.
(2) Constancia de pago de los derechos de tramitación correspondientes establecidos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La DGAC resuelve las solicitudes de autorización en el plazo máximo de sesenta (60) días hábiles contados a partir del día siguiente de la fecha de presentación de la solicitud acompañada de la documentación completa o desde que esta se complete, de conformidad con el Artículo 95.2 de la Ley N° 27261, Ley de Aeronáutica Civil del Perú.

(j) *Operaciones de los RPAS en recintos cerrados*:

Los recintos completamente cerrados (un coliseo cerrado, un hangar cerrado, pabellón industrial o deportivo, un centro de convenciones, un domicilio particular, etc.) no están sujetos a la jurisdicción de la DGAC, al no formar parte del espacio aéreo. Los titulares de esos recintos son responsables de autorizar el vuelo de RPAs en su interior.

9. CONTACTOS PARA MAYOR INFORMACIÓN

Para cualquier consulta adicional referida a esta NTC, dirigirla a la Coordinación Técnica de Autorizaciones, teléfono: +51-1-6157800, anexos 1523 y 1156, o al correo electrónico: rpas-dgac@mtc.gob.pe

APÉNDICE "A"

FORMATO DE SOLICITUD DE REGISTRO DE DATOS DE RPAS

Lima,

Sres.
Dirección General de Aeronáutica Civil
Dirección de Certificaciones y Autorizaciones

Por medio del presente documento, declaro ser propietario de un RPAS de acuerdo a los datos que suscribo a continuación y en virtud de ello solicito la emisión de la tarjeta de registro correspondiente:

1. Datos del solicitante:

   Nombre completo del propietario: _____

   Número de DNI:_____

   Dirección: _____

   Teléfono: _____, correo electrónico: _____

2. Información técnica del RPAS:

   Marca:_____; Modelo: _____

   País de fabricación: _____, Número de serie: _____

   Tipo de motores: _____, Cantidad de motores: _____

   Frecuencia de control: _____Hz, Masa (peso) máxima de despegue: _____ Kg.

   Autonomía: _____minutos.

   Descripción del equipamiento incorporado:

Equipo	Disponible (sí)	Disponible (no)	Marca/Tipo
GPS	☐	☐	_____
Paracaídas de emergencia	☐	☐	_____
Cámara de video	☐	☐	_____
ATC transponder	☐	☐	_____

   Otros equipos incorporados (detallar):

   _____

   _____

   _____

Documentación adjunta:

- Copia simple de la partida registral actualizada o del certificado de vigencia de la sociedad, si es persona jurídica.
- Copia simple del documento en el que conste el poder otorgado al representante que formula la solicitud con la constancia actualizada de su inscripción registral o de ser el caso, copia de la carta poder correspondiente, si es persona jurídica.
- Copia digital del manual de operación del RPAS (aeronave y sistema de control).
- Fotografía del RPAS en formato jpg.

Atentamente,

(Nombre del solicitante)
(Firma del solicitante)

APÉNDICE "B"

DECLARACIÓN JURADA SIMPLE
DE SOLICITANTE DE ACREDITACIÓN TRANSITORIA DE OPERADOR / PILOTO DE RPAS

Sres.
Dirección General de Aeronáutica Civil
Dirección de Certificaciones y Autorizaciones

Por medio del presente documento suscrito en la ciudad de _____,
En la fecha (día/mes/año) ___/___/_____ ; yo (nombres y apellidos completos) _____, de profesión/ocupación _____, domiciliado en _____ _____, distrito de _____, provincia de _____, departamento de _____, DECLARO BAJO JURAMENTO que:

1. Puedo leer, escribir, hablar y comprender el idioma español.
2. He recibido instrucción teórica y práctica para operar el RPAS modelo_____ _____, de (nombre y apellidos del piloto instructor) _____, con acreditación de piloto RPAS o licencia emitida el (fecha) ___ de ____de 20___, en (nombre del aeroclub o CIAC) _____en el distrito de _____, provincia de _____, departamento de _____.
3. No conozco que adolezca de alguna condición física o mental que pueda interferir con la operación segura de un RPAS.

Estoy enterado de que deberé cumplir con las limitaciones de operación establecidas en el párrafo 8 sub párrafo (e) de esta Norma y con las siguientes obligaciones:

4. Conducir una inspección de pre-vuelo antes de cada operación, para asegurar que el RPAS (la aeronave y su estación de control) esté en condiciones seguras para operar; la inspección debe comprender la verificación de que el mantenimiento previo del RPAS se haya cumplido conforme a lo que establece el manual del fabricante.
5. Registrar la inspección de pre-vuelo por escrito, en forma correlativa, fechada y firmada, o en formato digital aprobado por la DGAC.
6. Conservar dicho registro por un período mínimo de dos años posteriores al vuelo y hacerlo accesible a ser supervisado por la DGAC.
7. Reportar, los meses de mayo y noviembre vía correo electrónico, la totalidad de vuelos realizados en el semestre, según formato digital que estará publicado en la página web de la DGAC.
8. Reportar a la DGAC, en caso de accidente por operación que resulte en lesiones a personas o daño a la propiedad, dentro de las 72 horas siguientes.
9. Facilitar a la DGAC, a solicitud de ésta -para inspección o prueba- el RPAS y toda la documentación asociada.
10. Presentar y registrar una evaluación de riesgo para los casos de operaciones en zonas urbanas y en la vecindad de aeródromos, prescritos en el párrafo 8 subpárrafo h) de la referida NTC.

Atentamente,

(Nombre del solicitante)
(Firma del solicitante)

APÉNDICE "C"

DECLARACIÓN JURADA SIMPLE DE RESPONSABILIDAD SOLIDARIA

Por medio del presente documento suscrito en la ciudad de _____, en la fecha ____ de _____ de _____; yo _____ _____, de profesión/ocupación _____, domiciliado en _____ _____, _____, por mí mismo / en representación de _____ Empresa del sector de _____ con domicilio en _____ _____

DECLARO / DECLARAMOS BAJO JURAMENTO que asumo / asumimos solidariamente la responsabilidad civil o penal que pudiera derivarse de las operaciones que se efectúen mediante el uso de sistema(s) de aeronave(s) pilotadas a distancia RPAS, registradas en la DGAC con tarjeta de registro número _____, cuyo propietario es _____

(Nombre del solicitante)
(DNI)
(Firma del solicitante)

(Nombre del operador)
(DNI)
(Firma del operador)

APÉNDICE "D"

FORMATO DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGO PARA UNA OPERACIÓN DE SISTEMA DE AERONAVE PILOTADA A DISTANCIAS EN ZONAS URBANAS O EN LA VECINDAD DE AERÓDROMOS

1. Número correlativo del formato de evaluación de riesgo: _____, total de páginas:____
2. Resolución que califica la operación de interés público _____
3. Número de tarjeta de registro del RPAS _____
4. Fecha y hora de la operación: Día: ____ mes: _____ año: _____
5. Para operación en la vecindad de aeródromos, adjuntar copia del "Protocolo de Seguridad de Uso de RPAS para el Control de peligro Aviario", aprobado por el explotador del aeródromo.

Descripción y delimitación de la zona de operación:

6. Coordenadas: S:_____ W: _____; S:_____ W: _____;
   S:_____ W: _____; S:_____ W: _____.
7. Referencias de ubicación:_____
8. Distrito._____ Provincia: _____ Departamento:_____

Datos del operador responsable:

9. Nombre de la Entidad responsable de la operación: _____
10. Dirección de la Entidad solicitante: _____
11. Nombre del funcionario responsable de la Entidad operadora:_____
12. Nombre del operador/piloto solidariamente responsable: _____

Evaluación del riesgo (seguir los lineamientos del Documento 9859, "Manual de gestión de la seguridad operacional" de la Organización de aviación Civil Internacional; capítulo 5, publicado en: http://www.mtc.gob.pe/transportes/aeronautica_civil/sistema_gestion/documentos/SMS/DOC%209859_cons_es%20OACI.pdf; y la Circular de Asesoramiento CA 11-305-2014, párrafo 7.2: http://www.mtc.gob.pe/transportes/aeronautica_civil/normas/documentos/circulares2/2014/CA_11_305_2014_Analisis_riesgo_sobre_metodos_alternos_de_exencions_corregido.pdf

Deberá agregarse páginas adicionales numeradas, cuando se requiera espacio adicional:

13. Identificación de los peligros (equipo, procedimientos, organización, presencia de obstáculos, proximidad de personas):

14. Análisis de riesgo (probabilidad y severidad):

15. Evaluación del riesgo y tolerabilidad:

16. Control/mitigación del riesgo [aplicación de defensas (tecnología, reglamentos, entrenamiento)]:

17. Conclusión:

    Los que suscriben declaran, en virtud de la gestión de riesgo realizada, que (marcar el casillero que corresponda):

    ☐ **Es posible** realizar la operación en condiciones seguras
    ☐ **No es posible** realizar la operación en condiciones seguras

    Fecha:_____

_____	_____
(Nombre de la entidad/empresa solicitante)	(Nombre del operador/piloto)
(Firma del funcionario responsable)	(Firma del operador/piloto)
(DNI)	(DNI)

ANEXO II

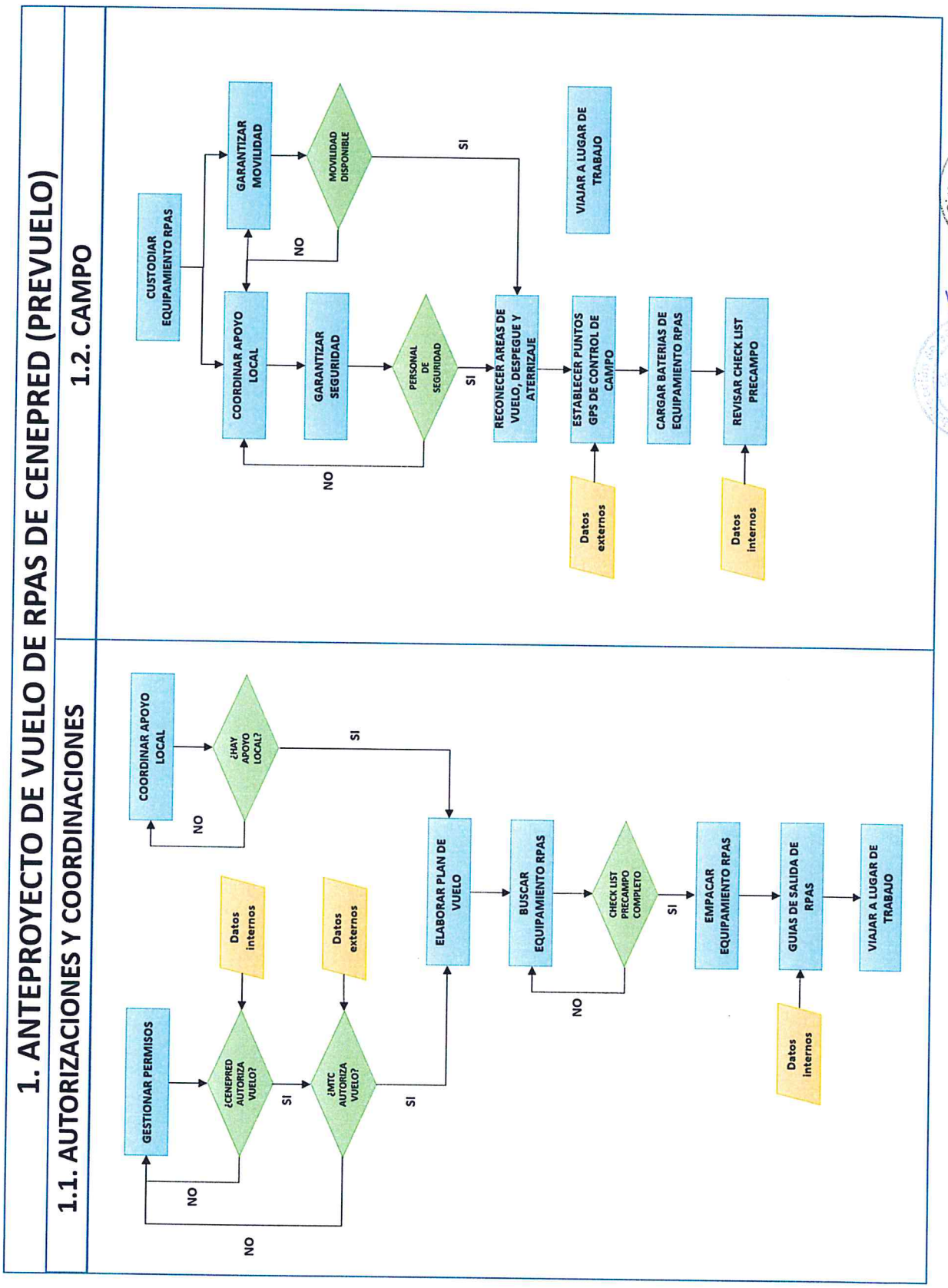

Figura 01: Flujo de anteproyecto de vuelo

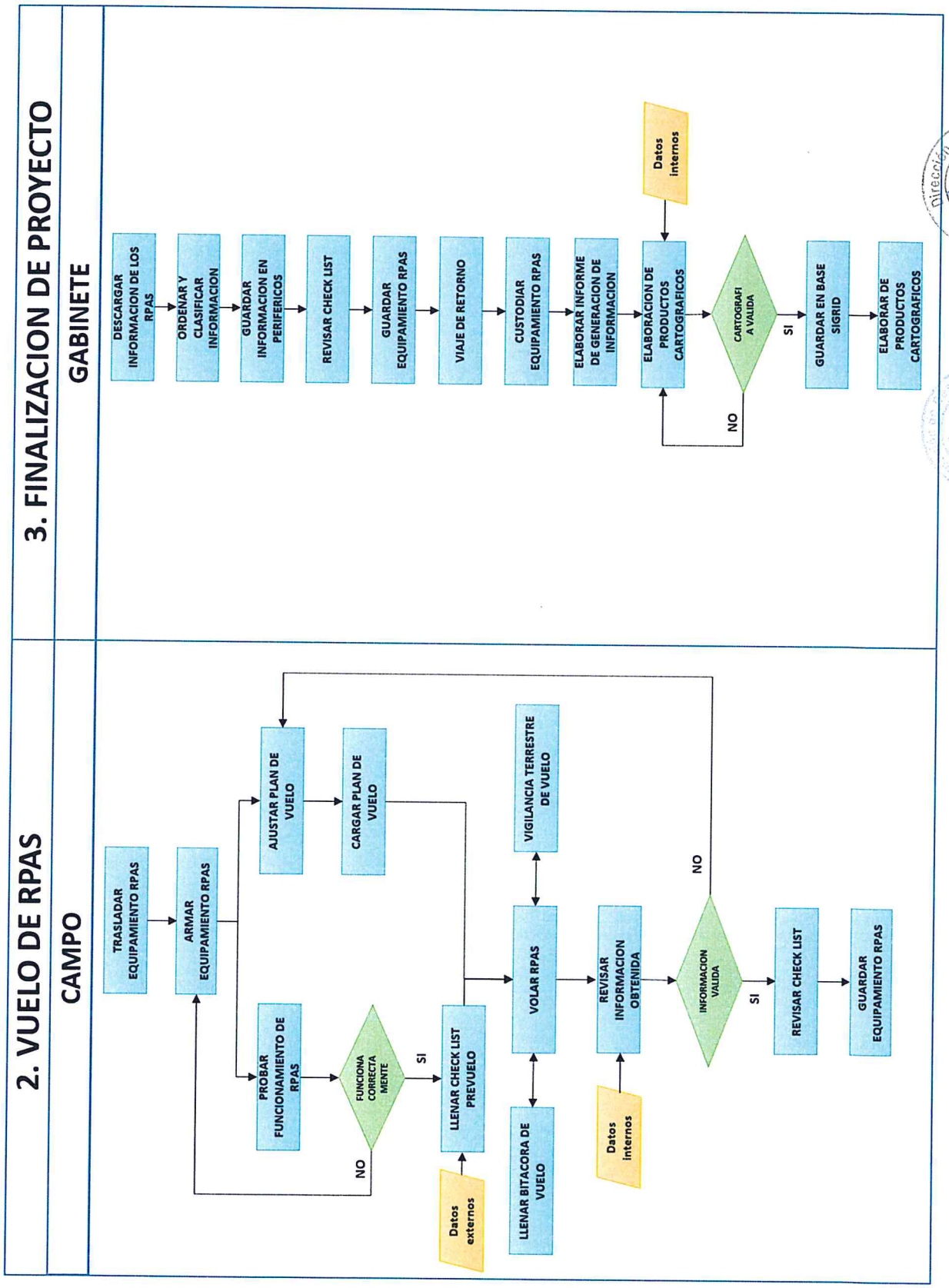

Figura 02: Flujo de vuelo y finalización de proyecto

ANEXO III

CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES – CENEPRED

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROCESOS
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

"GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE VUELO CON RPAS"

SIGLAS Y ACRONIMOS

CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil

DGP: Dirección de Gestión de Procesos

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

GRD: Gestión del Riesgo de Desastres

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

NTC: Norma Técnica Complementaria

RPA: Aeronave Pilotada a Distancia

RPAS: Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia

SGI: Subdirección de Gestión de la Información

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SIGRID: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

EVAR: Estudios de Evaluación de Riesgos

1. OBJETIVO

Describir los pasos a seguir en la planificación de vuelos de RPAS para los proyectos de generación de información geoespacial.

2. DESARROLLO DE LOS PLANES DE VUELO

2.1. FLUJOS DE LOS PROCESOS DEL PLAN DE VUELO

2.2. SISTEMATIZACION DEL PLAN DE VUELO

Para esta fase, se utilizará aplicaciones compatibles con los controladores de vuelo de los RPA (drone), dentro las múltiples opciones se pueden mencionar a softwares como: eMotion2- senseFly, Mission Planner – Event 38, QGroundConcrol – Parrot, etc.

2.2.1. Crear polígono de vuelo: Para lo cual se localizará e insertará en el software a usar el polígono del área de interés a sobrevolar.

Figura 1: Polígono que indica los límites del vuelo, generado en el software Mission Planner, elaborado por el CENEPRED

2.2.2. Parámetros de vuelo del RPA sobre el área de interés: En el software se insertan diferentes opciones de los parámetros para el diseño de dirección de líneas de vuelo, modelo de cámara, altura de vuelo, tiempo de vuelo, traslapes de las fotos entre otros.

Figura 2: Líneas de vuelo y parámetros de vuelo, generado en el software SenseFLY eBee eMotion 2.1, tomado de *https://i.ytimg.com/vi/U7l1lVfB5MA/maxresdefault.jpg*

Durante la generación de planes de vuelo se insertan varias opciones de datos en los parámetros requeridos por los softwares de planeamiento. A continuación, se describen algunos de los más comunes parámetros:

- **Altura del vuelo *(Altitude-m)*:** La limitación de altura de vuelo según la regulación peruana[1] es hasta los 500 ft o 152.4 metros sobre el terreno tanto para RPA tipo copter y avión.
- **Ángulo de las líneas de vuelo *(Angle-deg)*:** Este ángulo es con respecto al norte geográfico y se adaptará de acuerdo las direcciones del viento que mejor ayuden al vuelo.
- **Cámara *(Camera):*** Se encontrará modelos de cámara introducidas en la base de datos del software. De acuerdo a los parámetros introducidos el software generará automáticamente datos técnicos de las fotografías a obtener.
- **Overlap:** Traslape en líneas de vuelo del avión.
- **Puntos de giro *(Overshoot):*** Radio de giro en los extremos de las líneas de vuelo, esto principalmente para los RPA tipo avión.
- **Sidelap:** Traslape entre la toma de fotografías.
- **Start from:** Indicará desde donde el avión empezará a tomar las. Se tiene las opciones desde el Home, zonas superior e inferior del polígono o desde la inferior, tanto derecha como izquierda.
- **Velocidad de vuelo *(Flying Speed-m/s):*** El tiempo de vuelo variará si se aumenta o disminuye el valor de este parámetro.

2.2.3. Datos y Estadísticas del Plan de vuelo: Después de insertar los datos anteriores, por lo general los softwares nos arrojan estadísticas con la información resultante para el plan de vuelo:

- Área de cobertura del vuelo
- Área del terreno cubierta por Fotografía
- Distancia entre fotografías
- Distancia entre líneas de vuelo
- Distancia total recorrida por el RPA
- Número de líneas de vuelo
- Resolución de fotografía (Tamaño de pixel)
- Tiempo de vuelo
- Tiempo entre tomas de cada fotografía
- Total, de fotografías tomadas

2.2.4. Rendimiento de áreas de cobertura: Se tiene que tener en cuenta que según el área de interés de donde se requiere obtener información podremos medir más o menos el número de vuelos y las superficies que se obtiene en cada uno de ellos, siendo mayor la duración del vuelo y el número de vuelos cuanto mayor recubrimiento tengamos. En las siguientes tablas se muestra las superficies a obtener en función de la altura de vuelo y el traslape de los equipos RPAS con los que cuenta actualmente el CENEPRED.

[1] De acuerdo al punto 8-e-10 de la R.D. Nº 501-2015-MTC/12 – "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia"

Tabla 1

Area de cobertura de vuelo con RPA copter IRIS +

Altura	Tamaño Pixel	*(i)* Area de Cobertura (ha), según traslape en un vuelo				*(ii)* Area de cobertura diaria (ha), según traslape			
		60%	70%	75%	80%	60%	70%	75%	80%
50	1.83	3.24	2.79	*	*	9.72	8.37	*	*
60	2.19	4	3.1	2.79	*	12	9.3	8.37	*
70	2.56	5.27	3.22	3.31	2.82	15.81	9.66	9.93	8.46
100	3.65	7.87	5.22	3.97	3.24	23.61	15.66	11.91	9.72

Nota. Elaboración CENEPRED. (2016).

Datos obtenidos de la introducción de parámetros de vuelo al software Mission Planer teniendo en cuenta lo siguiente:

(i) Tiempo promedio de autonomía de un (1) vuelo de RPA copter IRIS+ cargado con cámara fotográfica y hasta que la batería descienda hasta el 20% de su capacidad máxima: 10 minutos de vuelo

(ii) Area cubierta en un promedio de tres (3) vuelos diarios.

* Ante vientos de cola, la cámara podría saltarse tomas debido a las distancias cercanas de superposición, por tanto, para este porcentaje de traslape se recomienda volar más alto.

Tabla 2

Area de cobertura de vuelo con RPA avión E384

Altura	Tamaño Pixel	*(i)* Area de Cobertura (ha), según traslape en un vuelo				*(ii)* Area de cobertura diaria (ha), según traslape			
		60%	70%	75%	80%	60%	70%	75%	80%
100	3.65	78.57	*	*	*	314.28	*	*	*
120	4.38	85.35	66.53	*	*	341.4	266.12	*	*
150	5.48	105.32	85.79	71.95	*	421.28	343.16	287.8	*
180	6.58	139.04	94.29	85.95	66.53	556.16	377.16	343.8	266.12

Nota. Elaboración CENEPRED. (2016).

Datos obtenidos de la introducción de parámetros de vuelo al software Mission Planer teniendo en cuenta lo siguiente:

(iii) Tiempo promedio de autonomía de un (1) vuelo de RPA avión E384 cargado con cámara fotográfica y hasta que la batería descienda hasta el 20% de su capacidad máxima: 35 minutos de vuelo

(iv) Area cubierta en un promedio de tres (3) vuelos diarios.

* Ante vientos de cola, la cámara podría saltarse tomas debido a las distancias cercanas de superposición, por tanto, para este porcentaje de traslape se recomienda volar más alto.

Para el avión E384 se considera un radio de giro (Overshoot) de 40 metros.

2.3. ARCHIVO DIGITAL DE PLAN DE VUELO

Una vez obtenido todos los datos descritos en el punto 6.2.4, el software de Plan de Vuelo generará un archivo gráfico que contiene estos datos, el cual servirá para editar el Plan cuando se requiera mejorarlo o validarlo en campo, este archivo puede guardarse como archivo con extensión *.txt, *.csv, *.dbf, entre otros.

2.4. INSPECCIÓN FÍSICA DEL ESPACIO A VOLAR

Un día antes de los vuelos de RPA se realizará la inspección física del área de interés del proyecto de vuelo con la finalidad de identificar objetos que podrían poner en riesgo al equipo RPA durante sus vuelos (torres, postes, cables. Antenas, edificaciones altas, árboles, etc.), durante esta inspección también es necesario ubicar las zonas óptimas para el despegue y aterrizaje de los equipos RPAS. Considerar que se debe mantener una separación vertical mayor a 20 metros y horizontal mayor a 30 metros de cualquier

obstáculo durante todas las fases de vuelo del RPA[2], es recomendable realizar un croquis a mano alzada de la zona identificando y apuntando los objetos presentes en el lugar. Las observaciones obtenidas de esta inspección servirán para ajustar los Planes de vuelo.

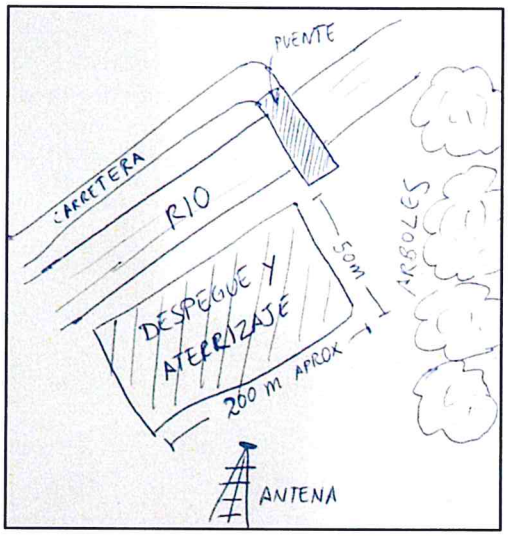

Figura 3: Ejemplo de croquis de lugar de vuelo

2.5. PRUEBAS DE PLAN DE VUELO

El archivo digital del Plan de Vuelo será ajustado con los datos obtenidos en la inspección física del área de interés y luego será cargado al RPA, esta acción se hará el día del vuelo y con esto se hará las pruebas de ubicación con el GPS, compas y/o brújula, señal de telemetría y conexión de estación de control y RPA, si estas pruebas son satisfactorias, se procederá a volar.

3. REGISTRO

Todos los planes de vuelo tienen que registrarse de manera física y digital, lo que formará parte de los antecedentes documentarios de los vuelos de los RPA del CENEPRED, esta documentación servirá para conocer el historial de operaciones de la unidad encargada de los proyectos de vuelo.

4. BIBLIOGRAFIA

- Perú. Dirección General de Aeronáutica Civil - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (3 nov. 2015). Resolución Directoral N° 501-2015-MTC/12: *Norma Técnica Complementaria: "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia"*. Lima: DGAC-MTC

- Romero, A. y Ballesteros, G. (2015). *Fotogrametría de UAV de ala fija y comparación con Topografía clásica* [Proyecto Fin de Carrera]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Técnicos en Topografía, Geodesia y Cartografía.

[2] De acuerdo al punto 8-e-9 de la R.D. Nº 501-2015-MTC/12 – "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia"

- Carretero, S. (2015). *Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada con un vehículo aéreo no tripulado* [Proyecto Fin de Carrera]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Energía y Combustibles.

- López, A. (2014). *Planificación de vuelos fotogramétricos para U.A.V sobre cliente QGIS* [Trabajo de Fin de Master]. Oviedo: Universidad de Oviedo, Escuela Politécnica de Mieres.

- "Topografía y Fotogrametría con DRON Ala Fija. Precisiones y Proceso" (n.d.). Extraída el 26/VIII/2016 desde http://www.droning.es/2015/09/29/topografiayfotogrametriacondronalafijaprecisionesyproceso/

- A. Barrientos, J. del Cerro, P. Gutiérrez, R. San Martín, A. Martínez, C. Rossi. (2007). *Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones*. Trabajo presentado en El Congreso Español De Informática (CEDI 2007). Zaragoza. España

ANEXO IV

Checklist RPAS

MODELO: .....

Destino :.....

Pre campo

	SI	NO
Sistema operativo Window funcionado		
Mission Planer instalado		
Drivers de radio telemetria instalado		
Mapas de area de interés (Caché)		
Equipo de internet movil		

Baterias	SI	NO	Cantidad	Carga
Baterias de vuelo				
Baterías del transmisor				
Baterías de cámaras				
Baterias de Laptop				
Baterias de Radio				

Pack RPAS empacado	SI	NO	Cantidad
Fuselaje			
Cola			
Alas			
Hélice			
Transmisor			
Cámara			
Tarjeta SD o Micro SD para cámara			
Antena de Telemetría			
Laptop (Estación de control)			
Bandas de seguridad (Goma)			
Llave de tuercas ajustable			
Desarmador ajustable			
Cargador de baterías de vuelo			
Cargador de baterías de transmisor			
Cargador de baterías cámara			
Cinta adhesiva ancha			
Binoculares			

OBSERVACIONES:

Fecha:.....

Nombre:
Cargo:

Nombre:
Cargo:

Responsables de proyecto RPAS

Checklist RPAS

MODELO: .....

Destino misión:.....

Post campo

	SI	NO
Sistema operativo Window funcionado		
Mission Planer instalado		
Drivers de radio telemetria instalado		
Mapas de area de interés (Caché)		
Equipo de internet movil		

Baterias	SI	NO	Cantidad	Carga
Baterias de vuelo				
Baterías del transmisor				
Baterías de cámaras				
Baterias de Laptop				
Baterias de Radio				

Pack RPAS empacado	SI	NO	Cantidad
Fuselaje			
Cola			
Alas			
Hélice			
Transmisor			
Cámara			
Tarjeta SD o Micro SD para cámara			
Antena de Telemetría			
Laptop (Estación de control)			
Bandas de seguridad (Goma)			
Llave de tuercas ajustable			
Desarmador ajustable			
Cargador de baterías de vuelo			
Cargador de baterías de transmisor			
Cargador de baterías cámara			
Cinta adhesiva ancha			
Binoculares			

OBSERVACIONES:

Fecha:.....

Nombre:
Cargo:

Nombre:
Cargo:

Responsables de proyecto RPAS

Checklist RPAS

MODELO: .....

Destino :.....

Pre vuelo

Ensamble RPAS	SI	NO
Alas (AF)		
Cola (AF)		
Baterias		
Cámara		
Helice		
Cubierta de fuselaje (AF)		

	SI	NO
Comprobar balance (AF)		
Comprobar Encendido de transmisión		
Conectar baterías		
Pruebas de funcionamiento (Telemetria y control remoto)		
Pruebas de compensación AF (Balances de alas, nariz, cola)		
Funcionamiento Mission Planner (MP)		
Cargar en MP misión de vuelo		
Comprobar misión de vuelo		
Conectar MP con RPAS		
Instalar y comprobar cámara		

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Fecha:.....

Nombre:
Cargo:

Nombre:
Cargo:

Responsables de proyecto RPAS

Checklist RPAS

MODELO: .....

Destino:.....

Post vuelo

Ensamble RPAS	SI	NO
Alas (AF)		
Cola (AF)		
Baterias		
Cámara		
Helice		
Cubierta de fuselaje (AF)		

	SI	NO
Comprobar balance (AF)		
Comprobar Encendido de transmisión		
Conectar baterías		
Pruebas de funcionamiento (Telemetria y control remoto)		
Pruebas de compensación AF (Balances de alas, nariz, cola)		
Funcionamiento Mission Planner (MP)		
Cargar en MP misión de vuelo		
Comprobar misión de vuelo		
Conectar MP con RPAS		
Instalar y comprobar cámara		

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

Fecha:.....

Nombre:
Cargo:

Nombre:
Cargo:

Responsables de proyecto RPAS

Dirección de Gestión de Procesos

ANEXO V

CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES – CENEPRED

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROCESOS
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

"GUÍA DE ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE (GCP) PARA PROYECTOS DE VUELO CON RPAS"

SIGLAS Y ACRONIMOS

CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

DGP: Dirección de Gestión de Procesos

GCP: Puntos de Control Terrestre

GNSS: Global Navigation Satellite System (Sistema Satelital de Navegación Global)

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

GRD: Gestión del Riesgo de Desastres

IGN: Instituto Geográfico Nacional

NTG: Norma Técnica Geodésica

RINEX: Receiver Independent Exchange (Intercambio independiente del receptor)

RPA: Aeronave Pilotada a Distancia

RPAS: Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia

SGI: Subdirección de Gestión de la Información

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SIGRID: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

UTM: Universal Transversa de Mercator

1. OBJETIVO

Describir los pasos a seguir en el establecimiento de puntos de control terrestre de apoyo para los proyectos de vuelo de RPAS

2. CONSIDERACIONES TEORICAS

2.1. PUNTOS GEODÉSICOS

Vértices materializados físicamente sobre el terreno, entre los cuales se han realizado observaciones geodésicas, con el fin de determinar su precisión tanto en términos absolutos como relativos[1].

2.2. CLASIFICACIÓN DE PUNTOS GEODÉSICOS

Tabla 1

Clasificación de Puntos Geodésicos

Punto geodésico	Precisión de trabajos	Aplicación
Orden "0"	Máximo 4.00 mm	Estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre, Densificación de la Red Geodésica Nacional.
Orden "A"	Máximo 6.00 mm	Establecer el sistema geodésico de referencia continental básico.
Orden "B"	Máximo 8.00 mm	Trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo.
Orden "C"	Máximo 10.00 mm	Establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural.
Puntos de Apoyo	Máximo 10.00 mm	Se destinarán a los puntos de fotocontrol de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y de desarrollo urbano – rural.

Nota. Adaptada por CENEPRED. (2016).
Datos obtenidos y adaptados del Capítulo 3 Subcapítulo 3.1 de la NTG: "Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global" del IGN del Perú

PAUTAS DE PRECISIÓN DE PUNTOS

Las mediciones de puntos geodésicos con GPS se deben efectuar de acuerdo a lo dispuesto en los estándares de precisión geométrica mostradas en las siguientes tablas:

Tabla 2

Enlaces a estaciones de la Red Geodésica Horizontal Nacional

Número mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal que se deben enlazar:	0	A	B	Enlace
0	8			RED
A	3	3		RED
B	3	3	3	RED
C	1	1	1	LÍNEA BASE
APOYO	1	1	1	LÍNEA BASE

Nota. IGN-Perú. (2015).
Tabla obtenida del Capítulo 3 Subcapítulo 3.1 de la NTG: "Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global" del IGN del Perú

[1] De acuerdo a la definición de vértices geodésicos de la Red Geodésica obtenida de la NTG: "Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital De Navegación Global" del IGN, aprobada con RJ N° 139-2015/IGN/UCCN de fecha 28.12.2015

Tabla 3

Separación de estaciones para medición de puntos GPS

Separación de las estaciones	0	A	B	C	Apoyo
Separación máxima (km) entre estaciones bases dentro del área del	4000	1000	500		
Separación máxima (km) entre estaciones bases y el punto a establecer	3500	500	250	100	100

Nota. IGN-Perú. (2015).
Tabla obtenida del Capítulo 3 Subcapítulo 3.1 de la NTG: "Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global" del IGN del Perú

Tabla 4

Sesiones y tiempos para medición de puntos GPS

Orden	Clase	*Tipo de equipo	Número mínimo de sesiones	Tiempo de medida por sesión (hrs.)	Número de mediciones de altura de antena/sesión	Número mínimo de receptores en medición simultánea
0	Única	D.F	20	12	5	6
A	Única	D.F	6	12	3	4
B	Única	D.F	2	12	2	4
C	Única	O.P	1	2-4	1	2

Nota. IGN-Perú. (2005).
Tabla obtenida del Capítulo 11 Subcapítulo 11.7 del Proyecto de Normas Técnicas de Levantamientos Geodésicos del IGN del Perú
* D.F: Doble frecuencia.
OP : Opcional el uso de doble frecuencia.

De la tablas mostradas podemos decir que los puntos geodésicos a usar en los proyectos de vuelo de RPAS del CENEPRED serán los puntos de orden "C" y los puntos de apoyo, estos últimos los denominaremos: "Puntos de Control Terrestre" (GCP)

2.3. PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE (GCP)

(GCP) Ground Control Point, son puntos geodésicos de apoyo que se miden en tierra y que son los que se ubicarán en las fotografías tomadas por los RPAS y servirán para una más precisa georreferenciación de los proyectos fotogramétricos. De acuerdo al tipo de trabajo que se realizará con los RPAS se usarán los puntos geodésicos de orden "C" y los puntos de apoyo (GCP)

3. FASES DEL ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL - GCP

El establecimiento de GCP se hará como parte de los trabajos de campo de la etapa de pre-vuelo de los RPAS y para esto previamente se tendrá que realizar las siguientes fases:

3.1. PLANIFICACION

Una vez identificadas las áreas de interés para los proyectos de vuelo y realizado el plan de vuelo, se evalúa el área para establecer la cantidad de GCP teniendo en cuenta:

3.1.1. La cantidad y precisión de puntos geodésicos (Orden C y GCP), de acuerdo al tipo de trabajo a realizar y los fines del mismo (como mínimo 3 puntos)

3.1.2. La ubicación de las estaciones de rastreo permanente próximas, las estaciones fijas disponibles próximas para el enlace con los puntos de orden C a medirse.

3.1.3. Los accesos y viabilidad a los probables lugares donde se establecerán los GCP.

3.1.4. Calidad y disponibilidad de los equipos de medición GPS.

3.1.5. Personal capacitado, seguridad para el personal y los equipos, permisos y autorizaciones, presupuestos, factores ambientales, etc.

3.2. RECONOCIMIENTO

Luego de la planificación y estando en campo, se requiere reconocer los sitios seleccionados para el establecimiento de GCP a fin de corroborar o corregir la ubicación de estos lugares.

3.3. SEÑALIZACION

3.3.1. PUNTOS GEODÉSICOS DE ORDEN "C"

Dependiendo del informe de reconocimiento, se debe utilizar uno de los siguientes tipos de señalización con las siguientes características[2]:

- **Puntos geodésicos sobre roca madre:** Se incrustaran fierros, pernos, tornillos grandes o discos sobre rocas madres y estarán fijados con cemento o material similar, acompañado de una señal de identificación del punto geodésico según lo especificado en la identificación del punto geodésico.
- **Puntos geodésicos sobre construcciones existentes:** Se incrustaran fierros, pernos, tornillos grandes o discos sobre construcciones existentes (edificios o construcciones de fácil acceso)

3.3.2. PUNTOS GEODÉSICOS DE APOYO - GCP

Se usarán dianas u objetos fijos en el área de interés con un patrón claramente identificable y con un centro que permita obtener las precisiones requeridas, es importante que sean visibles a más de 100 m de altura en condiciones de alta iluminación, además se deben posicionarlas en sitios abiertos para que no se oculten a la cámara en ninguna orientación.

3.4. CAPTURA DE DATOS GEODESICOS

3.4.1. SISTEMA GNSS PARA ORDEN "C"

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden "C", se utilizará el método relativo estático, estos se obtendrán con apoyo de por lo menos un punto geodésico, ya sea de orden "0", orden "A" u orden "B" a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no

[2] De acuerdo a lo establecido en el capítulo 3 subcapítulo 3.2.3 de la NTG: "Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital De Navegación Global" del IGN, aprobada con RJ N° 139-2015/IGN/UCCN de fecha 28.12.2015

mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere establecer. Para este trabajo se utilizará un GPS geodésico de doble frecuencia y el tiempo de medición estará en el rango de 2 a 4 horas[3].

3.4.2. SISTEMA RTK

- **Receptor Base y Receptor Terrestre Móvil**
  La toma de datos se realizará utilizando un GPS de doble frecuencia establecido como "BASE" en el punto geodésico de orden "C" medido previamente, el mismo que transmitirá por radio modem o GSM la ubicación a un receptor GPS de doble frecuencia móvil denominado "ROVER", el mismo que medirá las ubicaciones de los GCP planificados para los proyectos de vuelo con RPAS.

- **Receptor Fijo y Receptor Aéreo Móvil (RPA)**
  Para esta medición de los GCP la estación "BASE" será el punto geodésico de orden "C" medido previamente, pero el receptor GPS de doble frecuencia móvil se encontrará acoplado dentro del equipo RPA y estos datos de posición formarán parte de las fotografías tomadas.

3.5. MEMORIA DESCRIPTIVA

Se elaborará la memoria descriptiva con los datos geodésicos procesados en gabinete y se presentará una ficha de descripción monográfica de los puntos geodésicos medidos, como se muestra a continuación:

[3] De acuerdo a lo establecido en el capítulo 3 subcapítulo 3.2.4 de la NTG: "Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital De Navegación Global" del IGN, aprobada con RJ N° 139-2015/IGN/UCCN de fecha 28.12.2015

CENEPRED
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
"Promoviendo Cultura de Prevención"

RPAS CENEPRED

Descripción Monográfica de Punto Geodésico

COD. ESTACION:	LOCALIDAD:	ESTABLECIDA POR:	
UBICACIÓN:		ZONA UTM:	ORDEN
LATITUD (S) WGS-84:		LONGITUD (W) WGS-84:	
NORTE WGS-84:		ESTE WGS-84	
ALT. ORTOMETRICA:	ALT. ELIPSOIDAL:	ELEV. GEOIDAL:	FACTOR DE ESCALA:
CROQUIS-IMAGEN:		FOTOGRAFÍA	
DESCRIPCION:			
MARCA DE ESTACION:			
REFERENCIA:			
PROYECTO:	DESCRITA POR:	REVISADA POR:	FECHA:

Dirección de Gestión de Procesos CENEPRED V°B°

Figura 01: Ficha monográfica

4. BIBLIOGRAFIA

- Perú. Instituto Geográfico Nacional (28 dic. 2015). Resolución Jefatural N° 139-2015/IGN/UCCN: "*Norma Técnica Geodésica: "Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital De Navegación Global"*. Lima: IGN

- Perú. Dirección General de Aeronáutica Civil - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (3 nov. 2015). Resolución Directoral N° 501-2015-MTC/12: *Norma Técnica Complementaría: "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia"*. Lima: DGAC-MTC

- Romero, A. y Ballesteros, G. (2015). *Fotogrametría de UAV de ala fija y comparación con Topografía clásica* [Proyecto Fin de Carrera]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Técnicos en Topografía, Geodesia y Cartografía.

- Carretero, S. (2015). *Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada con un vehículo aéreo no tripulado* [Proyecto Fin de Carrera]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Energía y Combustibles.

- López, A. (2014). *Planificación de vuelos fotogramétricos para U.A.V sobre cliente QGIS* [Trabajo de Fin de Master]. Oviedo: Universidad de Oviedo, Escuela Politécnica de Mieres.

- "Topografía y Fotogrametría con DRON Ala Fija. Precisiones y Proceso" (n.d.). Extraída el 26/VIII/2016 desde http://www.droning.es/2015/09/29/topografiayfotogrametriacondronalafijaprecisionesyproceso/

- A. Barrientos, J. del Cerro, P. Gutiérrez, R. San Martín, A. Martínez, C. Rossi. (2007). *Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones*. Trabajo presentado en El Congreso Español De Informática (CEDI 2007). Zaragoza. España

ANEXO VI

Bitácora de vuelo RPAS

LUGAR .....
MISION .....
TIPO RPAS .....
ALTURA VUELO .....
CODIGO BATERIA .....

DESPEGUE	ATERRIZAJE
HORA:.....	HORA:.....
% BATERIA:.....	% BATERIA:.....
VOLT. BATERIA:.....	VOLT. BATERIA:.....

TIEMPO DE VUELO : .....
OBSERVACIONES

.....
.....
.....

Fecha:.....

Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:

Responsables de misión RPAS

ANEXO VII

PLAN DE ENTRENAMIENTO DE RPAS PARA OPERADORES/PILOTOS DEL CENEPRED

I. OBJETIVO:

Establecimiento de un programa de entrenamiento de vuelo para los operadores y pilotos de los RPAS del CENEPRED, para asegurar su buen desempeño en las labores de levantamiento y generación de información geoespacial con estos equipos.

PROGRAMA MENSUAL POR OPERADOR/PILOTO DEL CENEPRED (8 HORAS)

II. ENTRENAMIENTO EN TIERRA DE LOS OPERADORES PILOTOS DE RPAS DE ALA FIJA Y ALA ROTATORIA – COMPONENTE TEORICO (3 horas)

2.1. Regulación aérea

- **2.1.1.** Repaso de Normatividad vigente y definiciones
- **2.1.2.** Aplicación del Reglamento del aire
- **2.1.3.** Licencias y autorizaciones de vuelo

Tiempo mínimo de entrenamiento: Quince (15) minutos

2.2. Aerodinámica

- **2.2.1.** fuerzas aerodinámicas
- **2.2.2.** Resistencias
- **2.2.3.** Rendimiento del RPA ala fija
- **2.2.4.** Cargas y limites operacionales del RPA

Tiempo mínimo de entrenamiento: Quince (15) minutos

2.3. Meteorología

- **2.3.1.** La atmósfera
- **2.3.2.** Temperatura, Humedad, Punto de Rocío, Presión atmosférica
- **2.3.3.** Altimetría
- **2.3.4.** Nubes, Niebla y Neblina
- **2.3.5.** Masas de aire, Circulación atmosférica, Turbulencia, Frentes
- **2.3.6.** Webs de información Meteorológica y Reportes de tiempo

Tiempo mínimo de entrenamiento: veinte (20) minutos

2.4. Armado y prueba de RPAS

- **2.4.1.** Armado de equipos RPAS
- **2.4.2.** Calibración de brújulas y GPS de equipos RPAS
- **2.4.3.** Pruebas de instrumentos del motor y operaciones de arranque
- **2.4.4.** Pruebas de conexión con estación de control

Tiempo mínimo de entrenamiento: cincuenta (50) minutos

2.5. Planes de vuelo

2.5.1. Áreas de interés
2.5.2. Información cartográfica
2.5.3. Información meteorológica
2.5.4. Listas de Chequeo
2.5.5. Plan de vuelo fotogramétrico
2.5.6. Plan de vuelo para videograbación
2.5.7. Sistematización del plan de vuelo

Tiempo mínimo de entrenamiento: cincuenta (50) minutos

2.6. Procesos de comunicación

2.6.1. Procedimientos de radiocomunicación
2.6.2. Estación de control y operadores
2.6.3. Terminología

Tiempo mínimo de entrenamiento: Quince (15) minutos

2.7. Factor humano

2.7.1. Errores comunes
2.7.2. Seguridad aérea
2.7.3. Atención y alerta
2.7.4. Toma de decisiones
2.7.5. Consecuencias fisiológicas

Tiempo mínimo de entrenamiento: Quince (15) minutos

III. ENTRENAMIENTO DE VUELO DE LOS OPERADORES PILOTOS DE RPAS DE ALA FIJA Y ALA ROTATORIA – COMPONENTE SIMULACION (2 horas)

3.1. Vuelo instrumental y Simulador de vuelo

3.1.1. Para RPA ala rotatoria
- **3.1.1.1.** Lista de chequeo pre-vuelo
- **3.1.1.2.** Familiarización
- **3.1.1.3.** Modos de vuelo
- **3.1.1.4.** Despegue y aterrizaje
- **3.1.1.5.** Vuelos horizontales, laterales, diagonales y verticales
- **3.1.1.6.** Circuitos rectangulares y circulares
- **3.1.1.7.** Lista de chequeo post-vuelo

Tiempo mínimo de entrenamiento: una (01) hora.

3.1.2. Para RPA ala fija
- **3.1.2.1.** Lista de chequeo pre-vuelo
- **3.1.2.2.** Familiarización
- **3.1.2.3.** Modos de vuelo
- **3.1.2.4.** Despegue y aterrizaje
- **3.1.2.5.** Vuelo recto y nivelado
- **3.1.2.6.** Virajes a rumbos predeterminados

3.1.2.7. Virajes ascendentes y descendentes
3.1.2.8. Lista de chequeo post-vuelo

Tiempo mínimo de entrenamiento: una (01) hora.

IV. ENTRENAMIENTO DE VUELO DE LOS OPERADORES PILOTOS DE RPAS DE ALA FIJA Y ALA ROTATORIA – COMPONENTE VUELO EN CAMPO (3 horas)

4.1. Entrenamiento de acondicionamiento de RPAS

4.1.1. Lista de chequeo pre-vuelo
4.1.2. Armado de equipo RPAS
4.1.3. Prueba de controles
4.1.4. Condiciones meteorológicas
4.1.5. Áreas de despegue y aterrizaje
4.1.6. Acondicionamiento de estación de control
4.1.7. Comprobar señales de GPS y telemetría
4.1.8. Automatización de plan de vuelo fotogramétrico
4.1.9. Prueba de controles

Tiempo mínimo de entrenamiento: setenta (70) minutos TOTALES para los dos tipos de RPAS

4.2. Entrenamiento de vuelo para RPAS

4.2.1. Para RPA ala rotatoria
4.2.1.1. Despegue y aterrizaje
4.2.1.2. Prueba de controles
4.2.1.3. Vuelos horizontales
4.2.1.4. Vuelos laterales y verticales
4.2.1.5. Ascenso y descenso en diagonal
4.2.1.6. Circuitos rectangulares y circulares
4.2.1.7. Vuelos diagonales y figuras
4.2.1.8. Circular en Punto fijo
4.2.1.9. Maniobras de emergencia

Tiempo mínimo de entrenamiento: 3 ciclos de diez (10) minutos

4.2.1.10. Vuelo automático fotogramétrico
4.2.1.11. Lista de chequeo post-vuelo

Tiempo mínimo de entrenamiento: 2 ciclos de diez (10) minutos.

4.2.2. Para RPA ala fija
4.2.2.1. Lista de chequeo pre-vuelo
4.2.2.2. Familiarización
4.2.2.3. Modos de vuelo
4.2.2.4. Prueba de controles
4.2.2.5. Despegue
4.2.2.6. Vuelo recto y nivelado
4.2.2.7. Virajes a rumbos predeterminados
4.2.2.8. Coordinación y vuelo lento

4.2.2.9. Virajes ascendentes y descendentes
4.2.2.10. Ejercicios de precisión con cambios de altura
4.2.2.11. Maniobras de emergencia
4.2.2.12. Aterrizaje

Tiempo mínimo de entrenamiento: 3 ciclos de diez (10) minutos.

4.2.2.13. Vuelo automático fotogramétrico
4.2.2.14. Aterrizaje
4.2.2.15. Lista de chequeo post-vuelo

Tiempo mínimo de entrenamiento: 2 ciclos de quince (15) minutos.