



**PARQUES NACIONALES  
NATURALES DE COLOMBIA**


# MANUAL

## CONTROL MANTENIMIENTO UAS

Versión Original Fecha 31/12/2025


**Parques Nacionales Naturales de Colombia** se compromete a participar en la implementación, operación y mejora de un modelo gestión transparente y eficiente para la **generación de valor público**




 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p><b>MANUAL</b></p> <p><b>CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>					<p>Código: XX-MN-XX</p> <p>Versión: Original</p> <p>Vigente desde: 31/12/2025</p>
Clasificación de la información:		Pública	X	Clasificada		Reservada

## CONTENIDO

1	OBJETIVO .....	6
2	ALCANCE .....	6
3	DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	8
4	MARCO LEGAL Y/O TÉCNICO .....	20
5	LINEAMIENTOS GENERALES .....	21
6	NORMAS GENERALES .....	22
7	RESPONSABILIDADES DE MANTENIMIENTO .....	23
7.1	Organigrama de parques nacionales naturales de Colombia. ....	23
7.2	Responsabilidades de mantenimiento. ....	25
7.3	Responsabilidades del ejecutivo responsable. ....	25
7.4	Declaración de cumplimiento. ....	25
7.5	Responsabilidades del gerente de seguridad operacional. ....	26
7.6	Responsabilidades del jefe de pilotos. ....	27
7.7	Responsabilidades de otras área. Pilotos UAS. ....	28
8	PERSONAL DE MANTENIMIENTO .....	28
8.1	Personas autorizadas para realizar mantenimiento. ....	29
8.2	Personas autorizadas para realizar inspecciones en proceso. ....	30
8.3	Factores humanos en mantenimiento. ....	31
9	REGLAS DE MANTENIMIENTO .....	34
9.1	Control del mantenimiento de la aeronavegabilidad. ....	34
9.2	Realización de mantenimiento. ....	35
9.3	Requisitos de aeronavegabilidad de aeronaves no tripuladas. ....	35
9.4	Pérdida temporal de la aeronavegabilidad. ....	36
10	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO .....	36
10.1	Registros de mantenimiento. ....	37
10.2	Informe de condiciones de no aeronavegabilidad. ....	38
10.3	Alteración de registros de mantenimiento. ....	38
10.4	Libro de vuelo y mantenimiento. ....	38
10.5	Registros en el libro de vuelo y mantenimiento. ....	40
10.6	Informes de mantenimiento. ....	40
10.7	Control de los registros de mantenimiento. ....	41
10.8	Transferencia de registros de mantenimiento. ....	41
10.9	Disposición final de las baterías. ....	42
11	REGISTRO DE AERONAVES NO TRIPULADAS. ....	42
11.1	Procedimiento para el registro. ....	42

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>					<b>Código: XX-MN-XX</b> <b>Versión: Original</b> <b>Vigente desde:</b> <b>31/12/2025</b>
Clasificación de la información:	Pública	X	Clasificada			Reservada

11.2	Etiquetas de registro.....	43
12	FLOTA UAS.....	44
12.1	Aeronave DJI MAVIC 2 ENTERPRISE.....	45
12.1.1	Especificaciones técnicas.....	45
12.1.2	Condiciones de enlace C2.....	48
12.1.3	Software para el planeamiento y control del vuelo.....	51
12.1.4	Batería.....	53
12.1.5	Seguridad de la batería.....	56
12.1.6	Almacenamiento y transporte.....	56
12.1.7	Programa de mantenimiento.....	57
12.2	Aeronave DJI MAVIC AIR 3.....	58
12.2.1	Especificaciones técnicas.....	59
12.2.2	Condiciones de enlace c2.....	60
12.2.3	Software para el planeamiento y control del vuelo.....	64
12.2.4	Batería.....	65
12.2.5	Seguridad de la batería.....	67
12.2.6	Almacenamiento y transporte.....	67
12.2.7	Programa de mantenimiento.....	68
12.3	Aeronave DJI MAVIC 3.....	69
12.3.1	Especificaciones técnicas.....	70
12.3.2	Condiciones de enlace C2.....	72
12.3.3	Software para el planeamiento y control del vuelo.....	75
12.3.4	Batería.....	76
12.3.5	Seguridad de la batería.....	78
12.3.6	Almacenamiento y transporte.....	78
12.3.7	Programa de mantenimiento.....	79
12.4	Aeronave DJI MAVIC 3 ENTERPRISE.....	80
12.4.1	Especificaciones técnicas.....	82
12.4.2	Condiciones de enlace C2.....	84
12.4.3	Software para el planeamiento y control del vuelo.....	87
12.4.4	Batería.....	88
12.4.5	Seguridad de la batería.....	89
12.4.6	Almacenamiento y transporte.....	90
12.4.7	Programa de mantenimiento.....	91
12.5	Aeronave PHANTOM 4 PRO V2.....	92
12.5.1	Especificaciones técnicas.....	93
12.5.2	Condiciones de enlace C2.....	94
12.5.3	Software para el planeamiento y control del vuelo.....	95
12.5.4	Batería.....	96
12.5.5	Seguridad de la batería.....	98
12.5.6	Almacenamiento y transporte.....	99
12.5.7	Programa de mantenimiento.....	100

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>					<b>Código: XX-MN-XX</b> <b>Versión: Original</b> <b>Vigente desde:</b> <b>31/12/2025</b>
Clasificación de la información:	Pública	X	Clasificada			Reservada

12.6	Aeronave AUTEL EVO II .....	101
12.6.1	Especificaciones técnicas. ....	101
12.6.2	Condiciones de enlace C2. ....	104
12.6.3	Software para el planeamiento y control del vuelo.....	104
12.6.4	Batería.....	106
12.6.5	Seguridad de la batería.....	107
12.6.6	Almacenamiento y transporte.....	109
12.6.7	Programa de mantenimiento.....	110
13	SOFTWARE DE PLANEACIÓN, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DEL VUELO.....	111
14	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE ENLACE C2 .....	111
15	BIBLIOTECA TÉCNICA.....	112
16	ANEXOS.....	112
17	CONTROL DE CAMBIOS.....	112

## FIGURAS

FIGURA 1.	ORGANIGRAMA DE PNNC. ....	23
FIGURA 2.	ORGANIGRAMA FUNCIONAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD..	24
FIGURA 3.	FORMATO LIBRO DE VUELO Y MANTENIMIENTO.....	39
FIGURA 4.	ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN UA .....	43
FIGURA 5.	BARRA DEL INDICADOR DE NIVEL DE BATERÍA DE DJI PILOT .....	50
FIGURA 6.	PROCEDIMIENTO RPO MAVIC 2 ENTERPRISE .....	51

## TABLAS

TABLA 1.	AERONAVES NO TRIPULADAS DE PNNC.	44
TABLA 2.	ESPECIFICACIONES AERONAVE MAVIC 2 ENTERPRISE	46
TABLA 3.	ESPECIFICACIONES AERONAVE MAVIC AIR 3.	59
TABLA 4.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AERONAVE DJI MAVIC 3.	70
TABLA 5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AERONAVE DJI MAVIC 3 ENTERPRISE.	82
TABLA 6.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AERONAVE PHANTOM 4 PRO	93
TABLA 7.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AERONAVE AUTEL EVO II.	101
TABLA 8.	ALERTAS DEL CONTROL REMOTO.	104
TABLA 9.	SOFTWARE PARA LA PLANEACIÓN, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DEL VUELO.	111
TABLA 10.	EQUIPOS DE ENLACE C2.	111

## IMÁGENES



 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<div><b>MANUAL</b></div> <div>CONTROL MANTENIMIENTO UAS</div>					<div>Código: XX-MN-XX</div> <div>Versión: Original</div> <div>Vigente desde: 31/12/2025</div>
Clasificación de la información:	Pública	X	Clasificada			Reservada

IMAGEN 1. PANTALLA LCV MAVIC 2 ENTERPRISE. ....	49
IMAGEN 2. APLICACIÓN DJI PILOT EN DISPOSITIVO MÓVIL. ....	49
IMAGEN 3. APLICACIÓN DJI PILOT.....	52
IMAGEN 4. ZONA DE TRANSMISIÓN ÓPTIMA.....	61
IMAGEN 6. APLICACIÓN DJI FLY EN DISPOSITIVO MÓVIL.....	62
IMAGEN 7. ZONA DE TRANSMISIÓN ÓPTIMA.....	73
IMAGEN 8. CONDICIÓN DE ENLACE AERONAVE DJI MAVIC 3 ENTERPRISE. ....	85

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	---	---

## 1 OBJETIVO

Describir las políticas, procesos y procedimientos de Parques Nacionales Naturales de Colombia como explotador UAS en la Categoría Específica para la operación de simple captura de imágenes o datos, definiendo de forma detallada las pautas para la orientación del personal encargado del mantenimiento y de la gestión de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas. Este manual incorpora los requisitos y estándares aceptados por la Aerocivil, así como las recomendaciones de los fabricantes, con el propósito de garantizar el mantenimiento continuo de la aeronavegabilidad de dichos sistemas conforme a los lineamientos técnicos y regulatorios vigentes.

## 2 ALCANCE


Parques Nacionales Naturales de Colombia, como entidad pública de naturaleza civil, opera sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en estricto cumplimiento de las normativas de operación establecidas por la Aeronáutica Civil. Estas operaciones se desarrollan en el marco del proceso estratégico de Gestión del Conocimiento y la Innovación, garantizando así la observancia de los estándares regulatorios y el fortalecimiento de las capacidades institucionales.

De conformidad con el artículo 2 del Decreto 1294 de 2021, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en adelante Aerocivil, es la autoridad en materia aeronáutica en todo el territorio nacional para regular, certificar, vigilar y controlar, en materia aeronáutica a los proveedores de servicios de la aviación civil, el uso del espacio aéreo colombiano y la infraestructura dispuesta para ello. La República de Colombia es miembro de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) al haber suscrito el Convenio sobre Aviación Civil Internacional en Chicago en 1944, el cual se encuentra aprobado mediante Ley 12 de 1947 y que, en tal virtud, debe dar cumplimiento a dicho Convenio.

En este sentido, de conformidad con el Artículo 8° del referido Convenio sobre Aviación Civil Internacional, *“ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con permiso especial de tal Estado y de conformidad con los términos de dicho permiso (...)”,* agregando que *“(...) Todos los Estados contratantes se comprometen a velar porque el vuelo de aeronaves sin piloto en las regiones abiertas al vuelo de aeronaves civiles se regule de tal modo que se evite todo peligro a las aeronaves civiles”*.

De conformidad con lo previsto en el artículo 1789 del Código de Comercio, en las definiciones contenidas en los Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional y en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, el componente que vuela de los sistemas de aeronaves no tripuladas, en efecto, son aeronaves, por lo cual están sujetos a las normas contenidas en la Ley, y su utilización y operación son materia de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. Es así, que la OACI estableció en el año 2011 su visión sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y se la comunicó a los Estados miembros mediante la Circular 328 AN/190, considerándolos como un nuevo



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

componente del sistema aeronáutico, y Colombia como país suscriptor del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, debe comprender, definir e integrar.


Posteriormente la OACI publicó en el año 2015 el Documento 10019 AN/507 – Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), desarrollando un conjunto de consideraciones y recomendaciones a fin de orientar el marco normativo que deberían empezar a adoptar los Estados firmantes del Convenio de Chicago para el segmento de aeronaves no tripuladas que requieren piloto remoto, en cuanto estas sean utilizadas en operaciones de aeronavegación internacional.

Es este sentido, la Aerocivil, a través de la entonces Secretaría de Seguridad Aérea, expidió la Circular Reglamentaria 5100-082-002 del 27 de julio de 2015, por medio de la cual desarrolló una primera aproximación regulatoria acerca del uso de sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) en Colombia. Mediante la Resolución 04201 del 27 de diciembre de 2018, la Aerocivil, en uso de sus facultades legales, incorporó a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia el Apéndice 13 de la norma RAC 91, actualizando, ampliando y reemplazando las disposiciones sobre operación de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS dentro del territorio nacional.

Avanzando en el proceso de reglamentación de los sistemas de aeronaves no tripuladas en Colombia que son utilizadas en actividades civiles, verificadas las necesidades propias de la industria, el alcance de la Aerocivil en cumplimiento de sus funciones legales, los progresos tecnológicos en materia de UAS en general y los requerimientos que ha de exigir la Aerocivil con el fin de efectuar un mejor y más adecuado control y la oportuna vigilancia de las actividades civiles desarrolladas con tales sistemas, a fin de garantizar la seguridad operacional por cuanto utilizan el espacio aéreo, se hizo necesario incorporar a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia una norma que disponga de manera específica todos los aspectos relacionados con la operación de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS, por lo que se incorporó el Reglamento Aeronáutico de Colombia RAC 100.

De conformidad con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC100, todas las entidades públicas de carácter civil que requieran operar aeronaves no tripuladas en apoyo a sus actividades misionales, sin perjuicio de cualquier condición particular que les sea autorizada para la ejecución de alguna misión específica; deben cumplir las reglas de operación dispuestas por la Aerocivil.

Es así, que Parques Nacionales Naturales de Colombia en adelante PNNC, considerando que es una entidad pública de carácter civil que requiere operar sistemas de aeronaves no tripuladas UAS, cumple las reglas de operación expedidas por la Aerocivil, cumpliendo las responsabilidades como explotador UAS, entre ellas, implementar un Manual Control Mantenimiento (MCM). Este Manual constituye un documento esencial para la gestión y operación de las aeronaves no tripuladas de PNNC y detalla de manera exhaustiva los procedimientos requeridos para garantizar que todas las actividades de mantenimiento sean programadas o no, se lleven a cabo de manera oportuna, controlada y conforme a los estándares establecidos.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

El Manual Control Mantenimiento no solo regula las acciones técnicas relacionadas con el mantenimiento, sino que también proporciona una descripción integral de la estructura organizacional de la entidad, especificando las funciones y responsabilidades asignadas al personal directivo y operativo. Asimismo, incluye directrices claras para la gestión de la aeronavegabilidad continua, el manejo adecuado de los registros asociados a la aeronavegabilidad y la implementación de un sistema de vigilancia constante sobre el programa de mantenimiento.

Adicionalmente, el documento aborda de manera detallada los procedimientos necesarios para evaluar y mantener la competencia técnica del personal encargado de las tareas de mantenimiento y control. Esto asegura que la operación de las aeronaves no tripuladas cumpla con los más altos estándares de seguridad operacional y con las disposiciones legales y regulatorias vigentes. De este modo, el Manual Control Mantenimiento se erige como una herramienta clave para garantizar la aeronavegabilidad continua de las aeronaves no tripuladas bajo la supervisión de PNNC, en estricto cumplimiento de los lineamientos establecidos por la Aeronáutica Civil y las recomendaciones de los fabricantes.

### 3 DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

PNNC tiene como referencia las definiciones establecidas en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, particularmente en lo referente al RAC100.


**Accidente con aeronave no tripulada:** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave no tripulada, que ocurre entre el momento en que la aeronave está lista para desplazarse con el propósito de realizar un vuelo y el momento en que se detiene, al finalizar el vuelo, y se apaga su sistema de propulsión principal, durante el cual cualquier persona sufre lesiones mortales o graves a consecuencia de contacto directo con cualquier parte de la aeronave, incluso las partes que se hayan desprendido de la aeronave; o por exposición directa al chorro de un reactor; o en el caso de colisión con una aeronave tripulada, cualquier persona a bordo de esta que sufra lesiones mortales o graves.

La aeronave sufra daños que sean substanciales o que afecten adversamente su resistencia estructural, su performance o sus características de vuelo a consecuencia de una colisión con otra aeronave tripulada o no tripulada; En el caso de daños significativos a propiedades de terceros a consecuencia de una colisión.

**Accidente imputable a mercancías peligrosas:** Todo suceso atribuible al transporte aéreo de mercancías peligrosas o relacionadas con él, que ocasiona lesiones mortales o graves a alguna persona o daños de consideración a los bienes o al medio ambiente.

**Aeronave de carga:** Toda aeronave, distinta de la de pasajeros, que transporta mercancías o bienes tangibles.



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Aeronave de pasajeros:** Toda aeronave que transporte personas que no sean miembros de la tripulación, empleados del explotador que vuelen por razones de trabajo, representantes autorizados de las autoridades nacionales competentes o acompañantes de algún envío u otra carga.

**Aeronave no tripulada (UA, por sus siglas en inglés):** Aeronave destinada a volar sin piloto a bordo.

**Aeronave pilotada a distancia (RPA):** Aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia.

**Aeronave no tripulada registrada:** Aeronave no tripulada que cuenta con registro activo ante la UAEAC, sobre la cual se podrá validar una bitácora de vuelo de piloto UAS para evidenciar la experiencia de horas acumuladas como piloto UAS.

**Aeronave pilotada a distancia (RPA):** Aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia.

**Ala fija:** Designación de aeronaves cuya sustentación se genera en planos aerodinámicos fijos (alas) y por lo tanto dependen del movimiento relativo de la aeronave con respecto al viento para mantener la sustentación.

**Alcance:** Es la distancia máxima en la que se puede comunicar y controlar la UA de manera inalámbrica con la estación de control en tierra.

**Altitud:** Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto y el nivel medio del mar (MSL).


**Altura:** Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto y una referencia especificada.

**Área poblada:** Toda área en la cual se encuentra presencia de personas.

**Artículo explosivo:** Es un artículo que contiene una o más sustancias explosivas.

**Autoridad de investigación de accidentes (AIA):** En Colombia, es la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes.

**Autoridad aeronáutica:** Esta expresión se refiere a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – UAEAC (Aerocivil), entidad estatal que en la República de Colombia es la autoridad en materia aeronáutica y aeroportuaria, o la entidad que en el futuro asuma las competencias que corresponde a esta Unidad Administrativa. La naturaleza jurídica, objetivos y funciones de la UAEAC, están previstas en el Decreto 260 de 2004, modificado por el Decreto 0823 de 2017, y el Decreto 0886 de 2007.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Autorización de vuelo UAS:** Autorización emitida por la UAEAC en la cual especifica detalladamente el alcance de la autorización de vuelo, incluyendo: fechas, horas, explotador UA, pilotos UAS involucrados en la operación, UAS involucrados en la operación, tipo de operación, póliza de responsabilidad civil extracontractual aprobada, áreas, polígonos o líneas de vuelo, alturas aprobadas y demás consideraciones operativas y administrativas requeridas para la operación aérea que se prevé realizar.

**Autorización:** Una autorización faculta a un explotador, propietario o piloto al mando para realizar las operaciones autorizadas. Las autorizaciones pueden ser en forma de aprobaciones específicas, aprobaciones o aceptaciones.

**Bitácora de vuelo del piloto UAS:** Registro de las horas de vuelo en UA diligenciado en un formato determinado por el explotador UAS y/o por el Piloto UAS, el cual debe contener como mínimo los siguientes datos: nombre del piloto UAS, tipo y número de identificación, fecha del vuelo, hora de despegue, hora de aterrizaje, tiempo total de vuelo, fabricante, características de vuelo y modelo del equipo UAS registrado, tipo y condiciones de operación.

**Bulto:** El producto final de la operación de empaque, que comprende el embalaje en sí y su contenido preparado en forma idónea para el transporte.

**Características de vuelo UA:** Hace referencia a la arquitectura física de la aeronave no tripulada, por ejemplo, multirrotor, ala fija, VTOL, ala delta, entre otros.


**Carga útil:** La cantidad de peso que la aeronave no tripulada UA es capaz de transportar, aparte de su propio peso y el de sus baterías.

**Categorías de operación aérea de aeronave no tripulada:** Es la clasificación de las operaciones aéreas que se realizan con aeronaves no tripuladas con relación a las consideraciones que rigen el uso del espacio aéreo nacional.

**Centro de instrucción o entrenamiento de mercancías peligrosas:** Organización autorizada por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, de conformidad con los requisitos del Anexo 18 y del presente Reglamento, para suministrar instrucción y entrenamiento en transporte aéreo de mercancías peligrosas.

**Certificado de explotador UAS:** Certificado expedido por la UAEAC por medio del cual se autoriza a un explotador UAS para realizar determinadas operaciones aéreas con UAS.

**Certificado de idoneidad de piloto UAS:** Certificado expedido por la UAEAC por medio del cual se otorgan privilegios a una persona natural para operar un UAS en la categoría específica.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Certificado de registro del sistema de aeronave no tripulada:** Certificado expedido por la UAEAC por medio del cual se inscribe un UAS en la base de datos correspondiente.

**COMAT:** Cualquier propiedad transportada en una aeronave del explotador en su propio provecho en un vuelo determinado, que no forma parte de los requisitos de operación o aeronavegabilidad para ese vuelo y no sea utilizada para venta o servicio en ese vuelo.

**COMAT peligroso:** COMAT clasificado como mercancía peligrosa.

**Control:** Es la capacidad que se tiene sobre un sistema para identificar su estado o actitud y ejercer acciones para intervenir dicho estado o actitud.

**Contenedor móvil:** Receptáculo especial, caneca (tambor), tanques portátiles, “bladders” o bidones utilizados para el transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.

**Declaración de mercancías peligrosas del expedidor, (o en inglés, shipper’s declaration - SD).** Documento presentado por el expedidor, firmado por una persona idónea en la materia, en el cual indican que aquellas están descritas completa y exactamente por sus nombres apropiados para transporte, que han sido correctamente clasificadas, empacadas, marcadas, etiquetadas y que se encuentran en condiciones adecuadas para su transporte por aire de acuerdo con las Instrucciones Técnicas.

**Dispensa:** Toda autorización, que no sea una aprobación, otorgada por la Secretaría de Seguridad Aérea de la UAEAC, que exime de lo previsto en las Instrucciones Técnicas.

**Dispositivo de carga unitarizada:** Toda variedad de contenedor de carga, contenedor de aeronave, paleta de aeronave con red o paleta de aeronave con red sobre un contenedor (iglú estructural y no estructural).


**Dron:** En el contexto de los UAS, es la palabra genérica empleada para referirse, indiferentemente, a cualquier aeronave no tripulada o pilotada a distancia.

**Dronpuerto:** Es el espacio físico definido en tierra o sobre una estructura determinada destinado a la operación de aeronaves no tripuladas.

**Dronpuerto fijo:** Superficie diseñada para el despegue y aterrizaje de aeronaves no tripuladas, que no puede ser removida del punto de emplazamiento.

**Dronpuerto móvil:** Superficie diseñada para el despegue y aterrizaje de aeronaves no tripuladas que puede ser removida del punto de emplazamiento.

**Embalaje:** Los recipientes y demás componentes o materiales necesarios para que el recipiente sea idóneo a su función de contención.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Enjambre:** Se refiere a un grupo de aeronaves no tripuladas que, de manera autónoma, automatizada, remotamente pilotadas o la combinación de estas, vuelan en conjunto de manera sincrónica o armónica, moviéndose como un solo cuerpo, respondiendo a un solo sistema de control, previamente programado.

**Enlace de mando y control (C2):** Enlace de datos entre la aeronave no tripulada o pilotada a distancia y la estación de pilotaje a distancia para fines de dirigir el vuelo. (tomado de RAC 100).

**Envío:** Uno o más bultos de mercancías peligrosas que un explotador acepta de un expedidor de una sola vez y en un mismo sitio, recibido en un lote y despachado a un mismo consignatario y dirección.

**Equipos tecnológicos de UAS:** Son aquellos dispositivos, sensores, instrumentos y/o mecanismos que se pueden usar como complemento al sistema de aeronave no tripulada UAS que no están integrados, instalados de manera fija o hacen parte del modelo de fábrica del UAS, que incluyen, pero no se limitan a: cámaras o sensores intercambiables, soportes especializados de carga, mecanismos para dispersión y aspersión, sistemas de ampliación de enlace (telemetría, mando y control, comunicaciones, etc.), sistemas cautivos y de energización continua, paracaídas, lanzaderas y sistemas de recuperación, entre otros.

**Estado de destino:** El Estado en cuyo territorio se ha descargado finalmente el envío transportado en una aeronave.

**Estado del explotador:** Estado en el que está ubicada la oficina principal del explotador o, de no haber tal oficina, la residencia permanente del explotador.


**Estado de origen:** El Estado en cuyo territorio se cargó inicialmente el envío a bordo de alguna aeronave.

**Excepción:** Toda disposición de la presente Parte, las Instrucciones Técnicas (Documento OACI-9284) por la que se excluye determinado artículo, considerado mercancía peligrosa, de las condiciones normalmente aplicables a tal artículo.

**Expedidor:** Toda persona que en su nombre, o en nombre de una organización, envía la mercancía.

**Explotador:** Toda persona, organismo o empresa que se dedica, o propone dedicarse, a la explotación de aeronaves.

**Explotador (de aeronave):** Persona natural o jurídica que opera una aeronave a título de propiedad, o en virtud de un contrato de utilización diferente del fletamento mediante el cual se le ha transferido legítimamente dicha calidad, figurando en uno u otro caso inscrita como tal en el correspondiente registro aeronáutico. Persona organismo o empresa que se dedica o propone dedicarse a la

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

explotación de aeronaves. De acuerdo con la Ley y los Reglamentos, el explotador tiene a su cargo el control técnico y operacional sobre la aeronave y su tripulación, incluyendo la conservación de su aeronavegabilidad y la dirección de sus operaciones y es el responsable por tales operaciones y por los daños y perjuicios que llegaren a derivarse de las mismas.

**Explotador (de aeródromo):** Persona natural o jurídica, que opera legítimamente un aeródromo a título de propiedad o en virtud de un contrato mediante al cual se le ha transferido legítimamente dicha calidad, figurando en uno u otro caso inscrita como tal el registro aeronáutico. Se presume explotador al dueño de las instalaciones equipos o servicios que constituyen el aeródromo a menos que haya cedido la explotación por documento inscrito en el Registro.

**Explotador UAS:** Persona natural o jurídica que se dedica, o propone dedicarse, a la explotación de sistemas de aeronaves no tripuladas.

**Geocerca:** Del inglés “geofence”, es una cerca o límite virtual para un volumen o área geográfica definida. Puede ser de cualquier tamaño o forma. Las geocercas se crean usando software especializado.


**Incidente:** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente, que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.

**Incidente grave:** Un incidente en el que intervienen circunstancias que indican que hubo una alta probabilidad de que ocurriera un accidente, que está relacionado con la utilización de una aeronave y que, en el caso de una aeronave no tripulada, este ocurriera entre el momento en que la aeronave está lista para desplazarse con el propósito de realizar un vuelo y el momento en que se detiene, al finalizar el vuelo y se apaga su sistema de propulsión principal.

**Incidente imputable a mercancías peligrosas:** Toda ocurrencia atribuible al transporte aéreo de mercancías peligrosas y relacionada con él que no constituye un accidente imputable a mercancías peligrosas y que no tiene que producirse necesariamente a bordo de alguna aeronave que ocasiona lesiones a alguna persona, daños a los bienes o al medio ambiente, incendio, ruptura, derramamiento, fugas de fluidos, radiación o cualquier otra manifestación de que se ha vulnerado la integridad de algún embalaje. También se considera incidente imputable a mercancías peligrosas, toda ocurrencia relacionada con el transporte de mercancías peligrosas que pueda haber puesto en peligro a la aeronave o a sus ocupantes.

**Incompatible:** Se describen así aquellas mercancías peligrosas que, de mezclarse, podrían generar peligrosamente calor o gases o producir alguna sustancia corrosiva.

**Incumplimiento:** Imputable a mercancías peligrosas. Toda ocurrencia atribuible al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea o relacionado con estas, que no tenga como resultado un incidente o accidente imputable a mercancías peligrosas.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Instrucciones técnicas:** Las Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea, contenidas el Documento OACI 9284 AN/905, aprobadas y publicadas periódicamente de acuerdo con el procedimiento establecido por el Consejo de la OACI. En lo sucesivo, en esta Parte 175 de los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos, se utilizará la expresión “Instrucciones Técnicas”, para hacer referencia al Documento aquí descrito, en su última versión publicada.

**Lesión grave:** Cualquier lesión sufrida por una persona en un accidente y que: (i) Requiera hospitalización durante más de 48 horas dentro de los siete días contados a partir de la fecha en que se sufrió la lesión; o (ii) Ocasione la fractura de algún hueso (con excepción de las fracturas simples de la nariz o de los dedos de las manos o de los pies); o (iii) Ocasione laceraciones que den lugar a hemorragias graves, lesiones a nervios, músculos o tendones; o (iv) Ocasione daños a cualquier órgano interno; o (v) Ocasione quemaduras de segundo o tercer grado u otras quemaduras que afecten más del 5% de la superficie del cuerpo; o (vi) Sea imputable al contacto, comprobado, con sustancias infecciosas o a la exposición a radiaciones perjudiciales.

**Lista de mercancías peligrosas:** Tabla 3-1 de las Instrucciones Técnicas.


**Jefe de pilotos UAS:** Piloto UAS con determinada experiencia de vuelo con UA, designado formalmente para este cargo por un explotador UAS, quien es responsable de la supervisión de la operación segura de las UA de ese explotador, del cumplimiento de la normatividad vigente aplicable, de la estandarización de los procedimientos establecidos por el explotador UAS en su manual de operaciones y por la gestión operacional ante la UAEAC.

**Latencia:** Es el retraso de tiempo de respuesta de un comando específico, medido desde la emisión en la estación de control en tierra y la acción de respuesta de la UA, en un enlace C2 establecido.

**Libro de vuelo y de mantenimiento de aeronave no tripulada:** Libro en el cual se registra el tiempo de vuelo de cada aeronave no tripulada UA registrada ante la UAEAC, diligenciado en un formato determinado por el explotador UAS, el cual contiene como mínimo los siguientes datos: fabricante del equipo, características de vuelo y modelo del equipo, nombre del explotador o propietario según corresponda, tipo y número de identificación, fecha de cada vuelo, hora de despegue, hora de aterrizaje, tiempo total de vuelo y nombre y número del certificado de idoneidad de cada piloto UAS que realizó cada vuelo. Así mismo, incorpora un formato determinado en el cual se relacionan los reportes de mal funcionamiento, fallas o anomalías técnicas y los trabajos de mantenimiento realizado al UAS, indicando su estado actual de condición operacional (aeronavegabilidad).

**Manual de operaciones (MO):** Manual de operaciones UA emitido por un explotador UAS de su(s) sistema(s) de aeronave(s) no tripuladas UAS.



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Manual del fabricante UAS:** Documento emanado del fabricante de un UAS en el que se describen las características de una aeronave no tripulada UA para un modelo específico, el cual no sustituye o reemplaza el manual de operaciones del explotador UAS.

**Mercancías peligrosas:** Todo objeto o sustancia que pueda constituir un riesgo para la salud, la seguridad, los bienes o el medio ambiente y que figure en la lista de mercancías peligrosas de las Instrucciones Técnicas o esté clasificado conforme a dichas Instrucciones.

**Mercancía peligrosa oculta:** Carga declarada con descripción general que debería haber sido declarada como mercancía peligrosa, o mercancías peligrosas prohibidas o en cantidades mayores al límite permitido presente en el equipaje o junto al cuerpo del pasajero o tripulante, o presente en ítem de correo.

**Miembro de la tripulación:** Persona a quien el explotador de una aeronave asigna obligaciones que ha de cumplir a bordo, durante el tiempo de vuelo.

**Miembro de la tripulación de vuelo:** Tripulante, titular de la correspondiente licencia, a quien se asignan obligaciones esenciales para la operación de una aeronave durante el período de servicio de vuelo.


**Número de la ONU:** Número de cuatro dígitos asignado por el Comité de expertos en transporte de mercaderías peligrosas, de las Naciones Unidas, que sirve para reconocer las diversas sustancias o determinado grupo de ellas.

**Observador UA:** Una persona capacitada y competente, designada por el explotador UAS, quien, mediante observación visual de la aeronave no tripulada, ayuda al piloto UAS en la realización segura del vuelo, especialmente en condiciones VLOS y EVLOS, y/o quien puede sustituir al piloto UAS durante la operación UAS. El observador UA deberá estar certificado como piloto UAS.

**Operación en línea de vista (VLOS, por sus siglas en inglés):** Operación aérea en la cual el piloto UAS mantiene contacto visual directo con la aeronave no tripulada o pilotada a distancia, sin ayuda de dispositivos ópticos o electrónicos que no sean lentes correctivos.

**Operación en línea de vista extendida (EVLOS, por sus siglas en inglés):** Operación aérea en la cual el piloto UAS o el observador UA, mantienen contacto visual directo con la aeronave no tripulada o pilotada a distancia sin ayuda de dispositivos ópticos o electrónicos que no sean lentes correctivos.

**Operación más allá de la línea de vista (BVLOS, por sus siglas en inglés):** Operación aérea en la cual el piloto UAS opera un UAS sin mantener contacto visual directo con la UA, para lo cual requiere un sistema tecnológico de gestión de vuelo UAS que integre un enlace C2 que garantice la operación segura según corresponda.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Operador UA:** Persona que manipula los mandos de control de una UA en categoría abierta durante el tiempo de vuelo de la misma, quien no cuenta con certificado de idoneidad como piloto UAS.

**Objeto virtual de aprendizaje (OVA):** Es un recurso digital que puede ser utilizado en diferentes contextos educativos. Pueden ser cursos, cuadros, fotografías, películas, videos y documentos, entre otros, que posean objetivos educacionales claros.

**Pérdida del enlace C2:** Es el estado que ocurre cuando el enlace C2 no está disponible o se ha perdido el control por parte del piloto UAS sobre la aeronave no tripulada.

**Piloto al mando:** Es el Comandante quien es responsable de la operación y seguridad de la aeronave durante el tiempo de vuelo.

**Piloto UAS:** Persona responsable de realizar tareas esenciales en la operación de una aeronave no tripulada UA en categoría específica, quien manipula los controles de vuelo durante toda la operación aérea.


**Puesto de mando unificado (PMU):** Hace referencia al lugar físico donde se ejerce la función de mando, el cual se concentra e implementa para coordinar los asuntos operacionales de un determinado incidente o evento, bajo responsabilidad de una determinada autoridad civil. Nota. – Definición tomada del Decreto 0003 del 05 de enero de 2021, “Por el cual se expide el protocolo de acciones preventivas, concomitantes y posteriores, denominado “Estatuto de Reacción, Uso y Verificación de la Fuerza Legítima del Estado y Protección del Derecho a la Protesta Pacífica Ciudadana”.

**Reglamento aeronáutico colombiano de la aviación de estado (RACAE):** Conjunto de normas, de carácter general y obligatorio, emanadas por la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado (AAAE), las cuales regulan aspectos propios de la aviación de Estado, en concordancia con otras normas nacionales e internacionales sobre la materia.

**Seguridad operacional:** Estado en el que los riesgos asociados a las actividades de aviación relativas a la operación de las aeronaves, o que apoyan directamente dicha operación, se reducen y controlan a un nivel aceptable.

**Sistema de administración operacional:** Sistema en el cual los explotadores UAS registran y controlan las operaciones de vuelo, llevando los siguientes registros: vuelos realizados, tipo de operación, condición de vuelo, piloto UAS, observadores UA, registros de vuelo, áreas geográficas de operación, mantenimiento, registro de fallas y eventos de seguridad operacional, entre otros.

**Sistema de aeronave no tripulada (UAS, por sus siglas en inglés):** Es el conjunto conformado por la aeronave no tripulada y sus elementos conexos que permiten operarla a distancia.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS, por sus siglas en inglés):** Enfoque sistemático para la gestión de la seguridad operacional que incluye las estructuras orgánicas, la obligación de rendición de cuentas, las políticas y los procedimientos necesarios.

**Sistemas de recopilación y procesamiento de datos sobre seguridad operacional:** Se refiere a los sistemas de procesamiento y notificación, a las bases de datos, a los esquemas para intercambio de información y a la información registrada, y comprende: (i) Registros pertenecientes a las investigaciones de accidentes e incidentes, (ii) Sistemas de notificación obligatoria de incidentes (iii) Sistemas de notificación voluntaria de incidentes; y (iv) Sistemas de auto notificación, incluidos los sistemas automáticos de captura de datos, así como sistemas manuales de captura de datos.

**Sistema tecnológico de gestión de vuelo UAS:** Sistema que integra un enlace C2, por medio del cual se gestiona en tiempo real sobre un sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) la operación aérea de una(s) aeronave(s) no tripulada(s), garantizando el control operacional del vuelo, precisión de posicionamiento, separación, ubicación, seguimiento y respuesta con base en procedimientos preestablecidos a potenciales eventos de mal funcionamiento del enlace C2 y/o eventos de falla de la(s) UA.

**Sobre-embalaje externo:** Embalaje utilizado por un expedidor único que contenga uno o más bultos y constituya una unidad para facilitar su manipulación y estiba.

**Suceso con mercancías peligrosas:** Cualquier ocurrencia de incumplimiento, incidente o accidente imputable a mercancías peligrosas, incluyendo el descubrimiento de una mercancía peligrosa oculta.


**Sustancia explosiva:** Es una sustancia (o mezcla de sustancias) sólida o líquida que tiene en sí misma la capacidad de experimentar reacción química produciendo gases a una temperatura y presión y velocidad tales que puedan ocasionar daños en los alrededores. Las sustancias pirotécnicas se incluyen aun cuando no desprendan gases.

**Sustancia pirotécnica:** Es una sustancia o mezcla de sustancias destinada a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro o fumígeno, o una combinación de tales efectos como resultado de reacciones químicas exotérmicas que se mantienen por sí mismas y no son detonantes.

**Tiempo de vuelo UA:** Tiempo (en horas y minutos) transcurrido entre el encendido de la aeronave, seguido de una fase de vuelo y posterior apagado.

**Tipos de operación aérea con UAS:** Son las operaciones aéreas que han sido catalogadas como una actividad específica que se realiza con un sistema de aeronave no tripulada.

**Transporte de carga (“drone delivery”):** Es el transporte, recepción y/o entrega de objetos o mercancías con fines comerciales o sin ellos, mediante la operación de una UA diseñada y autorizada para este propósito.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Uso problemático de sustancias psicoactivas:** El uso de una o más sustancias psicoactivas por el personal aeronáutico de manera que: (1) Constituya un riesgo directo para quien las usa o ponga en peligro las vidas, la salud o el bienestar de otros; y/o (2) Provoque o empeore un problema o desorden de carácter ocupacional, social, mental o físico.

**Visibilidad en línea de vista (VLOS, por sus siglas en inglés):** Contacto visual directo con la UA sin ayudas ópticas o tecnológicas distintas de lentes correctivos. Nota. – El uso de gafas, lentes de contacto o un dispositivo similar utilizado para corregir la visión normal (visión 20/20) es permitido, no puede ser usado un instrumento electrónico, mecánico, electromagnético, óptico o electroóptico (binoculares o similar) para así expandir su visibilidad.

**Visibilidad en línea de vista extendida (EVLOS, por sus siglas en inglés):** Contacto visual directo con la UA con el apoyo de un observador UA más allá del alcance visual del piloto UAS sin ayuda de dispositivos ópticos o electrónicos distintos de lentes correctivos. Nota. – El uso de gafas, lentes de contacto o un dispositivo similar utilizado para corregir la visión normal (visión 20/20) está permitido, sin embargo, no podrá ser usado un instrumento electrónico, mecánico, electromagnético, óptico o electroóptico (binoculares o similar) por el piloto UAS y/o el observador UA para expandir su visibilidad.

**Visibilidad más allá de la línea de vista (BVLOS, por sus siglas en inglés):** Operaciones donde el piloto UAS no tiene contacto visual directo con la UA, lo que demanda el uso de un sistema tecnológico de gestión de vuelo UAS.


**Visión en primera persona (FPV, por sus siglas en inglés):** Sistema que facilita la transmisión de imagen de video desde la UA a un receptor en una estación de control que permite a una persona la percepción del vuelo de la UA desde la perspectiva que tendría un piloto a bordo de ella.

**Vuelo automático:** Operación de vuelo gestionada con el apoyo de elementos o sistemas que sustituyen una o varias funciones de mando desde la estación de control, sin prescindir del piloto UAS.

**Vuelo autónomo:** Operación durante la cual una aeronave no tripulada vuela sin intervención de un piloto UAS en la gestión del vuelo. La responsabilidad de la operación es de quien planea las misiones de vuelo y programa la UA, y debe ser realizada por un piloto UAS.

**Zona de entrenamiento:** Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio nacional destinado a mantener capacitadas las tripulaciones civiles y militares de aeronaves tripuladas, a través de procesos de actualización, estandarización y autonomía.

**Zona de entrenamiento UA:** Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio nacional destinado a mantener capacitados a los pilotos UAS, a través de procesos de actualización, estandarización y autonomía.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Zona de no vuelo dron (ZNVD):** Es un área geográfica definida por límites laterales y verticales desde la superficie del terreno hasta la altura designada, en la cual no está permitido el vuelo de aeronaves no tripuladas.


**Zona peligrosa:** Espacio aéreo de dimensiones definidas en el cual pueden desplegarse en determinados momentos actividades peligrosas para el vuelo de las aeronaves.

**Zona prohibida:** Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales del Estado dentro de la cual está prohibido el vuelo de las aeronaves.

**Zona restringida:** Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales del Estado dentro del cual está restringido el vuelo de las aeronaves de acuerdo con determinadas condiciones especificadas.

Parques Nacionales Naturales de Colombia, tiene como referencia las abreviaturas señaladas en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, en especial, las contenidas en el RAC100.

AAAE	Autoridad Aeronáutica de la Aviación de Estado.
AAC	Autoridad de Aeronáutica Civil.
AGL	Altura sobre el nivel del terreno.
ARP	Punto de referencia del aeródromo.
ATC	Servicio de control de tránsito aéreo.
ATS	Servicios de tránsito aéreo.
BVLOS	Visibilidad más allá de la línea de vista.
CDM	Toma de decisiones en colaboración.
CEAC	Centro de entrenamiento de aeronáutica civil (según RAC 142).
CIA	Centro de instrucción aeronáutica (según RAC 2).
CIAC	Centro de instrucción de aeronáutica civil (según RAC 141 y 147).
COMAT	Material del explotador.
DONA	Dirección de Operaciones de Navegación Aérea.
EVLOS	Visibilidad en línea de vista extendida.
FPV	Visión en primera persona.
MCM	Manual de control de mantenimiento.
MO	Manual de operaciones.
OpSpecs	Especificaciones de las operaciones.
OVA	Objeto virtual de aprendizaje.
PMBO	Peso máximo bruto de operación.
PMU	Puesto de mando unificado.
RACAE	Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado.
RCE	Responsabilidad Civil Extracontractual.
RPA	Aeronave pilotada a distancia.
RPAS	Sistema de aeronave pilotada a distancia.
SAA	Secretaría de Autoridad Aeronáutica.
SARPS	Normas y métodos recomendados publicados por la OACI.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	---	---

SMS	Sistema de gestión de la seguridad operacional.
SSNA	Secretaría de Servicios a la Navegación Aérea.
UA	Aeronave no tripulada.
UAEAC	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.
UAS	Sistema de aeronave no tripulada.
VLOS	Visibilidad en línea de vista.
VMC	Condiciones meteorológicas visuales.
VTOL	Despegue y aterrizaje vertical.
ZNVD	Zona de no vuelo dron.

#### 4 MARCO LEGAL Y/O TÉCNICO


PNNC se rige por un conjunto de normativas nacionales e internacionales que garantizan el mantenimiento de la aeronavegabilidad de los sistemas de aeronaves no tripuladas. Entre estas normativas, se destacan los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, los cuales brindan pautas específicas y detalladas, asegurando la operación segura y eficiente de los UAS en conformidad con los estándares establecidos.

PNNC en cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales aplicables, adopta y respeta los lineamientos establecidos para garantizar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de los sistemas de aeronaves no tripuladas. Dichos lineamientos están fundamentados en un marco legal y técnico que tiene como objetivo principal asegurar la operación segura, eficiente y conforme a las disposiciones legales vigentes, así como a los estándares internacionales de aviación civil. La adherencia estricta a estas normativas constituye un pilar fundamental para garantizar que las operaciones relacionadas con los UAS se desarrollen dentro de un contexto de responsabilidad y alineación con las mejores prácticas del sector aeronáutico, siendo estas:

- Constitución Política de Colombia.
- Ley 12 de 1947 mediante la cual se aprueba en Colombia el Convenio de Aviación Civil Internacional.
- Anexos de la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI.
- Decreto 410 de 1971 “Código de Comercio”.

PNNC cumple rigurosamente con las disposiciones establecidas en los manuales y documentos que determinan las políticas generales de la entidad. Estas guías operativas son esenciales para garantizar que las actividades relacionadas con los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) sean desarrolladas con altos estándares de seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo. Cada manual y procedimiento refleja un compromiso por parte de la entidad de mantener una estructura organizativa sólida y un enfoque sistemático hacia la gestión de la aeronavegabilidad. En este marco, se destacan las herramientas administrativas, técnicas y operativas que aseguran que las aeronaves no tripuladas sean mantenidas en condiciones óptimas y que el personal encargado de su operación cumpla con los estrictos requisitos de competencia y supervisión establecidos, siendo estas:



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---


- Manual del Sistema de Gestión Integrado SGI.
- Política institucional de gestión documental.
- Instructivo gestión de documentos del sistema de gestión integrado.
- Manual de contratación.
- Programa de gestión integral de residuos.
- Manual de Operaciones (MO).
- Manual Control de Mantenimiento (MCM).
- Manual Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (MSMS).
- Especificaciones de Operación.

## 5 LINEAMIENTOS GENERALES

El Manual Control Mantenimiento (MCM) detalla la estructura organizativa de PNNC como Explotador UAS, incluyendo las funciones y responsabilidades del personal directivo y operativo. Además, establece los procedimientos que garantizan la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas, los procedimientos para el registro y control de la misma, las estrategias de vigilancia del programa de mantenimiento, así como los métodos para garantizar y supervisar la competencia del personal encargado de asegurar la aeronavegabilidad continua de las aeronaves bajo su gestión. El Manual Control Mantenimiento contiene la siguiente información:

- Requerimientos para asegurar que cada aeronave no tripulada es mantenida en condición Aeronavegable.
- Descripción de los acuerdos entre la entidad y la persona natural o jurídica autorizada para realizar el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas.
- Responsabilidades de la persona o grupo de personas empleadas para asegurar que todo el mantenimiento es cumplido de acuerdo con lo establecido en el Manual Control Mantenimiento.
- Una referencia del programa de mantenimiento para cada tipo de aeronave no tripulada.
- Método para completar y conservar los registros de mantenimiento.
- Método para asegurar que se conserven los datos que prueben el cumplimiento de los requisitos del mantenimiento de la aeronavegabilidad.
- Método para cumplir con informar las fallas, casos de mal funcionamiento, defectos y otros sucesos que tengan o pudieran tener efectos adversos sobre el mantenimiento de aeronavegabilidad de PNNC y a las autoridades encargadas de la aeronavegabilidad.
- Todas las demás consideraciones y recomendaciones de la Aerocivil frente al mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas.

El almacenamiento y conservación de la documentación que se genere en el marco del Manual Control Mantenimiento se realiza de conformidad con lo establecido en A4-PI-1 Política Interna de Gestión Documental como marco rector para establecer los principios y lineamientos que guiarán la administración de los documentos y expedientes de la entidad, tanto en medios análogos como electrónicos. Reconociendo que los documentos son una fuente histórica de información y parte

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

fundamental de la memoria institucional, esta política implica la preservación, acceso y gestión de la información pública, alineándose con las normas vigentes y las mejores prácticas archivísticas.

Para la actualización del Manual Control Mantenimiento, Parques Nacionales Naturales de Colombia cumple lo estipulado en E1-IN-01 Instructivo Gestión de Documentos del Sistema de Gestión Integrado (SGI), el cual da las pautas o lineamientos generales para la elaboración, actualización, inactivación y control de la estructura documental perteneciente al Sistema de Gestión Integrado (SGI) de PNNC.

Mencionado instructivo señala que cuando un funcionario o contratista identifique la necesidad de crear un nuevo documento, mejorar uno existente o inactivarlo por errores, falta de funcionalidad o posibilidades de optimización, deberá informar al líder del proceso correspondiente, para ello, deberá presentar una justificación o propuesta que explique dicha necesidad. En caso de tratarse de un documento existente, deberá incluir el código, el nombre y los aspectos específicos que se proponen para mejorar, modificar o eliminar. El líder del proceso, en conjunto con el enlace del SGI, evaluará la pertinencia de la solicitud, ya sea de creación, actualización o inactivación, si se considera procedente, se iniciará el trámite correspondiente, de lo contrario, se informará al solicitante sobre la decisión tomada.


Para iniciar la elaboración o actualización del documento, podrá adelantarse la revisión mediante mesas de trabajo o a través de intercambio de correos electrónicos. Una vez se cuente con las validaciones de fondo y forma, la Oficina Asesora de Planeación (OAP) procederá con la carga del documento en el sistema Senda, conforme a los lineamientos establecidos en la sección de ayudas/manuales del software.

Considerando que la aprobación del Manual Control Mantenimiento es competencia exclusiva de la Aerocivil, y que la responsabilidad de su actualización o modificación recae en el Gestor de Seguridad Operacional, Parques Nacionales Naturales de Colombia establece que, previo a la implementación de cualquier cambio en dicho manual, el Gestor de Seguridad Operacional deberá comunicar formalmente a la Aerocivil los motivos que sustentan la propuesta de actualización o modificación, remitiendo la justificación correspondiente por escrito para su debida consideración y trámite.

## 6 NORMAS GENERALES

PNNC se encuentra comprometido con el cumplimiento de las normativas generales de mantenimiento necesarias para garantizar la aeronavegabilidad de sus aeronaves no tripuladas, cumpliendo las siguientes normas generales:

- a. PNNC es responsable de mantener las aeronaves no tripuladas en condiciones de aeronavegabilidad, cumplimiento cada uno de los procedimientos señalados en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- b. De conformidad con lo establecido en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, cualquier persona natural o jurídica que realice el mantenimiento de los sistemas de aeronaves no tripuladas de PNNC, es responsable de la tarea que realiza.
- c. Ninguna persona puede operar una aeronave no tripulada a menos que se haya cumplido con los tiempos mandatorios de reemplazo de partes, intervalos de inspección, y procedimientos conexos especificados en el manual del fabricante.
- d. El mantenimiento de cada una de las aeronaves no tripuladas de PNNC, se debe realizar de conformidad con lo señalado en el Manual Control Mantenimiento en concordancia con lo señalado en el Manual del Fabricante.

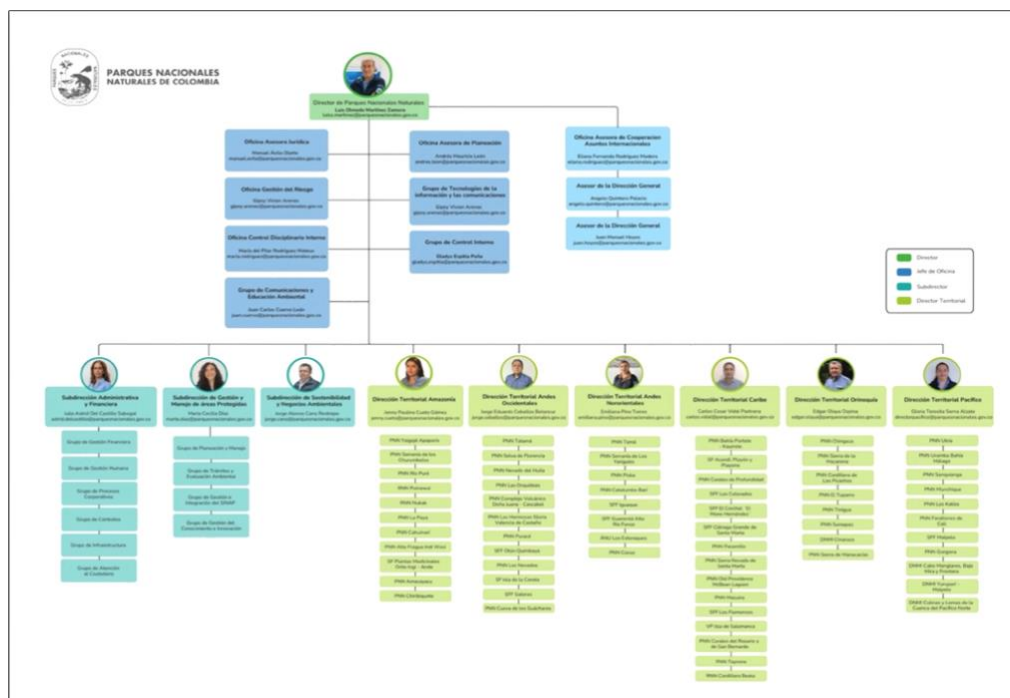
## 7 RESPONSABILIDADES DE MANTENIMIENTO

La estructura organizacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia se encuentra establecida de conformidad con el Decreto 3572 de 2011, “por el cual se crea una Unidad Administrativa Especial, se determinan sus objetivos, estructura y funciones”, modificado posteriormente mediante el Decreto 1313 de 2020. Este último define los ajustes realizados a la estructura de la mencionada entidad, garantizando la alineación con sus objetivos institucionales y el cumplimiento de sus funciones.

Es preciso señalar que la Unidad Administrativa Especial denominada Parques Nacionales Naturales de Colombia es creada de orden nacional, sin personería jurídica, con autonomía administrativa y financiera, con jurisdicción en todo el territorio nacional, en los términos del artículo 67 de la Ley 489 de 1998. La entidad estará encargada de la administración y manejo del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Este organismo del nivel central está adscrito al Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

### 7.1 Organigrama de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

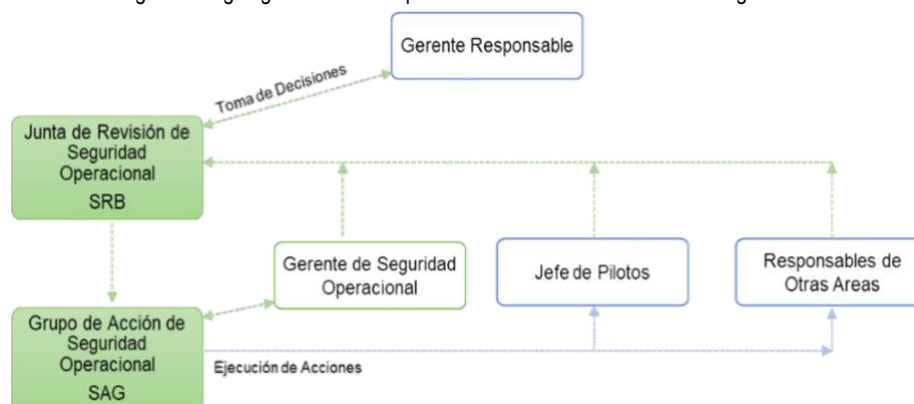
Figura 1. Organigrama de PNNC.




Fuente: PNNC.

A continuación, se detallan de manera profesional y exhaustiva las responsabilidades asignadas al personal encargado del mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas pertenecientes a PNNC. Estas responsabilidades se enmarcan en el estricto cumplimiento de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, y comprenden la organización interna, así como la definición precisa de las funciones y obligaciones tanto del personal directivo como del operativo.

Figura 2. Organigrama funcional para el mantenimiento de la aeronavegabilidad.



Fuente: Circular Informativa MAUT-5.0-22-017 U.A.E.A.C.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

## 7.2 Responsabilidades de mantenimiento.

Las responsabilidades de PNNC como explotador UAS incluyen las siguientes tareas relacionadas con el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas:

- a. Garantizar que las aeronaves no tripuladas y sus componentes se mantengan en condiciones de aeronavegabilidad.
- b. Corregir cualquier defecto o daño que afecte la aeronavegabilidad de una aeronave no tripulada o de alguno de sus componentes.
- c. Mantener al día el libro de vuelo y mantenimiento de cada aeronave que opere.
- d. Garantizar las condiciones de mantenimiento menor, mayor y correctivo.
- e. Establecer las políticas y actividades para el control y prevención de la corrosión.
- f. Emitir y mantener actualizado el Manual Control Mantenimiento (MCM), en cuanto al programa de mantenimiento; la flota UAS que opera y los componentes tecnológicos asociados; el personal de mantenimiento vinculado con la descripción de sus competencias; los datos técnicos del fabricante de cada UAS; y cualquier otra información que, por razón de las operaciones que realiza, deba insertar en el manual.
- g. Documentar los trabajos de mantenimiento realizados a las aeronaves no tripuladas y sus equipos tecnológicos asociados, conservando el registro histórico de los mismos e incluyendo la información de las personas que ejecutaron dichos trabajos.
- h. Garantizar que la operación autorizada se realice con aeronaves aptas para el vuelo.


## 7.3 Responsabilidades del ejecutivo responsable.

De conformidad con lo señalado en el numeral 12 del artículo 4 de la Resolución No. 310 de 2021, el Director General de Parques Nacionales Naturales de Colombia designó al Grupo de Gestión del Conocimiento e Innovación, para definir los lineamientos para la implementación de capturas de imágenes con aeronaves no tripuladas en las diferentes dependencias, enmarcadas en la articulación de esta tecnología con los procesos y metas de la Entidad. En este sentido, la Coordinadora del Grupo de Gestión del Conocimiento e Innovación se compromete a firmar la declaración de cumplimiento descrita en el Manual Control Mantenimiento (MCM).

## 7.4 Declaración de cumplimiento.

Para Parques Nacionales Naturales de Colombia la seguridad operacional es una de nuestras funciones centrales. Estamos comprometidos en desarrollar, implementar, mantener y mejorar constantemente las estrategias y los procesos para garantizar que todas nuestras actividades con aeronaves no tripuladas se lleven a cabo a partir de una correcta asignación de recursos institucionales, orientados en alcanzar el más alto nivel de rendimiento en materia de seguridad operacional y cumplir con los requisitos reglamentarios, mientras prestamos nuestros servicios.

Todos somos responsables de proporcionar el más alto nivel de rendimiento en materia de seguridad operacional, comenzando por la Coordinadora del Grupo de Gestión del Conocimiento e Innovación como Ejecutivo Responsable. Estamos comprometidos con el cumplimiento de los

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

procedimientos que permitan asegurar que nuestras aeronaves no tripuladas, cumplan con los requisitos aplicables de aeronavegabilidad y se mantengan en condiciones de operar de forma segura durante toda su vida útil. Nuestro compromiso es para:

- a. Mantener los recursos humanos y técnicos, necesarios para garantizar que cada aeronave sea mantenida en condición aeronavegable, de tal forma que, en la operación se garanticen los niveles deseables de seguridad operacional.
- b. Contar con personal técnico capacitado, actualizado y entrenado, referente a procedimientos técnicos de mantenimiento para el uso de nuevos equipos, herramientas y normas que le sean competente y aplicables a Parques Nacionales Naturales de Colombia como explotador UAS.
- c. Garantizar que todo el personal comprometido en la operación disponga de información y capacitación adecuada y correspondiente, garantizando que las tareas asignadas sean proporcionales a sus habilidades y cargos.
- d. Establecer los procesos de mejora continua, identificación de peligros y de gestión de riesgos, para garantizar la calidad, eliminar o mitigar los riesgos de Seguridad Operacional, derivados de las consecuencias de peligros que se generen de las actividades de mantenimiento de las aeronaves no tripuladas, buscando con ello alcanzar una continua mejora en el rendimiento en materia de Seguridad Operacional.
- e. Cumplir con todas las directrices de aeronavegabilidad emanadas por la Aerocivil, o por el fabricante de las aeronaves.
- f. Garantizar que se mantenga debidamente actualizada la biblioteca técnica según los cambios y revisiones realizados por los fabricantes, incluyendo manuales de mantenimiento, manuales de operación, boletines de servicio, directivas de aeronavegabilidad y cualquier otra documentación técnica relevante.


## **7.5 Responsabilidades del gerente de seguridad operacional.**

El Gestor de Seguridad Operacional es el responsable designado para la implementación, ejecución y mantenimiento del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) en representación del Ejecutivo Responsable. Su función principal radica en supervisar el rendimiento del sistema SMS, asesorar al Ejecutivo Responsable sobre cuestiones relacionadas con la gestión de la seguridad operacional y coordinar la comunicación de asuntos de seguridad dentro de la organización, así como con entidades externas. Además, el Gestor de Seguridad Operacional tiene la responsabilidad de documentar y ejecutar las tareas inherentes a la seguridad operacional, garantizando el cumplimiento normativo y promoviendo la mejora continua.

Entre sus funciones destacan las siguientes, relacionadas con la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas operadas por Parques Nacionales Naturales de Colombia:

- a. Actualizar los documentos exigidos por la Aerocivil a Parques Nacionales Naturales de Colombia como explotador UAS, entre ellos, Manual de Operaciones, Manual de Seguridad Operacional y Manual Control de Mantenimiento.




 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- b. Servir de enlace con la Aerocivil sobre cuestiones relacionadas con el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas de la entidad.

## 7.6 Responsabilidades del jefe de pilotos.

PNNC designa al Jefe de Pilotos UAS conforme a las calificaciones y experiencia especificadas en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. Este profesional es responsable de supervisar la operación segura de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), garantizar el cumplimiento de la normativa vigente aplicable, y asegurar la estandarización de los procedimientos establecidos por el explotador UAS en el Manual de Operaciones. Asimismo, gestiona las responsabilidades operacionales ante la Aerocivil. En cuanto a los procedimientos establecidos en el Manual de Control de Mantenimiento (MCM), el Jefe de Pilotos es la persona designada para el control y seguimiento de su cumplimiento, desempeñando las siguientes funciones:

- a. Verifica el cumplimiento de las normas y procedimientos señalados en el Manual Control Mantenimiento (MCM).
- b. Realiza las inspecciones y control de calidad de los procesos de mantenimiento de las aeronaves no tripuladas de Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- c. Supervisa la efectividad del programa de mantenimiento para cada Aeronave, aun cuando el programa de mantenimiento se realice de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- d. Verifica que todo el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas se realice de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de cada aeronave.
- e. Verifica que todas las fallas, o mal funcionamiento descubiertos durante el mantenimiento programado o que se hayan notificado, sean corregidos.
- f. Verifica la sustitución de componentes de aeronaves con vida límite.
- g. Verifica y conserva todos los registros de mantenimiento de las aeronaves no tripuladas.
- h. Es el responsable de la administración, control y almacenamiento del libro de vuelo y mantenimiento de cada aeronave no tripulada.
- i. Verifica que la biblioteca técnica se encuentre actualizada y disponible para quien requiera realizar consultas.
- j. Recibe las aeronaves no tripuladas de la persona natural o jurídica que ha sido contratada por la entidad, posterior a los trabajos de mantenimiento, verificando el informe con cada uno de los procedimientos realizados.
- k. Verificar junto con el supervisor del contrato suscrito por PNNC para el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas, el informe de mantenimiento entregado por el contratista al realizar cada mantenimiento mayor o correctivo, validando que cumpla con lo estipulado en el numeral 10.6 "INFORMES DE MANTENIMIENTO", del Manual Control Mantenimiento.
- l. Realiza una auditoría exhaustiva a la persona natural o jurídica contratada por PNNC para llevar a cabo el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas. Este proceso incluye la verificación minuciosa de que todas las actividades de mantenimiento se realizan en conformidad con las regulaciones aplicables, las especificaciones técnicas del fabricante de cada aeronave y los estándares establecidos por la Aerocivil. Además, se analiza el cumplimiento de las obligaciones contractuales estipuladas, así como la correcta ejecución de

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

los procedimientos establecidos en el Manual de Control de Mantenimiento, asegurando que cada aspecto del mantenimiento contribuya a la seguridad y eficiencia operativa de las aeronaves.

### **7.7 Responsabilidades de otras área. Pilotos UAS.**


Los Pilotos UAS de PNNC tienen la responsabilidad fundamental de llevar a cabo actividades preventivas relacionadas con las aeronaves no tripuladas. Esto incluye la ejecución de inspecciones exhaustivas antes y después de cada operación, con el objetivo de identificar posibles fallas y garantizar el cumplimiento de los requisitos de aeronavegabilidad. Para ello, cada Piloto UAS debe utilizar y seguir rigurosamente una lista de verificación que contemple los procedimientos establecidos tanto para la pre-vuelo como para la post-vuelo.

Adicionalmente, estos procedimientos deben documentarse detalladamente en el libro de vuelo y mantenimiento correspondiente a cada aeronave. Cualquier anomalía detectada durante las inspecciones, o durante el funcionamiento de las aeronaves no tripuladas, debe ser registrada de manera precisa, proporcionando así información clave para la gestión del mantenimiento y la seguridad operativa.

Parques Nacionales Naturales de Colombia de acuerdo con lo establecido en el Manual de Operaciones (MO), implementa un riguroso programa de entrenamiento para los Pilotos UAS. Este programa incluye sesiones periódicas de repaso de los manuales del usuario y de las características operativas específicas de cada aeronave no tripulada utilizada por la entidad. El objetivo principal de estas actividades es garantizar que los Pilotos UAS mantengan al día sus habilidades y competencias necesarias para cumplir con las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas. Asimismo, se busca asegurar un nivel óptimo de capacitación en lo referente a las inspecciones operativas, tales como las inspecciones pre-vuelo, post-vuelo y las revisiones funcionales de componentes, contribuyendo así a la seguridad y eficiencia operativa de los equipos.

## **8 PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

Consciente de que, como entidad pública, no dispone de personal especializado en su planta de personal para llevar a cabo el mantenimiento mayor y correctivo de las aeronaves no tripuladas, PNNC suscribe contratos con personas naturales o jurídicas cualificadas para esta tarea. Estas personas deben estar debidamente autorizadas por el fabricante de las aeronaves para realizar labores de mantenimiento relacionadas con la aeronavegabilidad. Dichos procedimientos deben desarrollarse conforme a las especificaciones técnicas de cada fabricante y en estricto cumplimiento con las normativas establecidas por la Aerocivil. Además, Parques Nacionales Naturales de Colombia por medio de su Jefe de Pilotos, supervisa e inspecciona los procesos de mantenimiento ejecutados en las aeronaves no tripuladas bajo su gestión, asegurando la adecuada ejecución de estos en términos de seguridad y conformidad técnica.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---


Frente a la selección y evaluación de proveedores para el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas, PNNC cumple lo establecido en el A5-MN-01 Manual de Contratación, el cual establece la forma como opera la gestión contractual de Parques Nacionales Naturales de Colombia; dotando de un instrumento que sirva de guía en los procesos de contratación estatal, para garantizar la calidad y eficiencia de la gestión, y así cumplir con los cometidos de la entidad; unificando los procedimientos y trámites internos de la actividad contractual; fijando las actividades de control y seguimiento sobre la gestión contractual; y propender por la debida y oportuna ejecución de los recursos.

Los contratos que suscriba Parques Nacionales Naturales de Colombia para realizar el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas y garantizar su aeronavegabilidad, deben incluir dentro de las obligaciones contractuales, lo señalado en el numeral 8.1 “personas autorizadas para realizar mantenimiento”.

#### **8.1 Personas autorizadas para realizar mantenimiento.**

PNNC asegura que la persona natural o jurídica con la cual se contrate el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas cumpla con una serie de requisitos indispensables. Estas obligaciones incluyen la implementación de procedimientos rigurosos que garanticen la calidad, la seguridad y la conformidad con las normativas aplicables, así como la estricta adherencia a las especificaciones técnicas establecidas por el fabricante de las aeronaves:

- a. Debe estar autorizado por el fabricante de la aeronave no tripulada para realizar actividades de mantenimiento a la aeronavegabilidad.
- b. Utilizar las herramientas idóneas y adecuadas para cada trabajo de mantenimiento.
- c. Contar con instalaciones idóneas y adecuadas para cada trabajo de mantenimiento, de acuerdo con las exigencias del fabricante y de la Aerocivil.
- d. Tener procedimientos establecidos de limpieza y conservación para las aeronaves que se encuentran en mantenimiento, así como para las instalaciones y zonas donde se realizan las tareas de mantenimiento, almacenamiento, ensamblaje, pruebas y otras actividades relacionadas con el mantenimiento de las aeronaves de la entidad.
- e. Deben contar con un procedimiento para la evaluación de los criterios correspondientes al uso adecuado de equipos, herramientas, insumos, materiales y/o consumibles.
- f. Deben contar con el listado y la descripción de los elementos necesarios durante las labores de mantenimiento, así como el control de inventario, el lugar de almacenamiento y las medidas de protección y preservación para asegurar su correcto uso.
- g. Contar con un listado por marca y modelo de los componentes y equipos instalados susceptibles a cambios y/o inspecciones, establecidos por intervalos definidos como ciclos, horas de vuelo y tiempo calendario.
- h. Tener un procedimiento que establezca los criterios para la disposición final y el descarte de los componentes del UAS, así como un control adecuado sobre los componentes originales.
- i. Tener un procedimiento para el manejo, control y almacenamiento de las baterías, la definición del personal responsable de su manipulación, las condiciones de transporte y la disposición final.


 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- j. Contar con los parámetros medibles de vida límite, como On Condition, Monitoring Condition o Hard Time, de las aeronaves no tripuladas, a las que le será realizado el mantenimiento.
- k. Realizar el mantenimiento mayor y correctivo de las aeronaves no tripuladas.
- l. Cumplir con los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo incluyendo repuestos nuevos y originales, los cuales deberán cumplir con las características y requerimientos descritos en las especificaciones técnicas del fabricante.
- m. Realizar el mantenimiento de las aeronaves no tripuladas con personal técnico calificado, con la capacitación correspondiente exigida por el fabricante de las aeronaves y por la Aerocivil.
- n. Informar a PNNC todo requerimiento para la adquisición de repuestos, componentes o elementos necesarios para la realización de los servicios de mantenimiento.
- o. Reemplazar los repuestos instalados en los servicios de mantenimiento preventivo y/o correctivo por unos nuevos de iguales características en caso de que contengan deficiencias en la calidad y funcionamiento.
- p. Realizar el mantenimiento con sus herramientas, equipos y por sus propios medios, en las instalaciones que se dispongan para tal fin.
- q. Realizar las pruebas de vuelo y operacionales cuando sea necesario para verificar la correcta ejecución del servicio de mantenimiento y/o instalación de repuestos, cumpliendo la normatividad vigente emitida por la Aerocivil, en materia de operación de vuelo para aeronaves no tripuladas.
- r. Realizar la evaluación de daños de las aeronaves no tripuladas cuando sea requerido.
- s. Realizar las actividades correspondientes de mantenimiento para el control y prevención de la corrosión de las aeronaves no tripuladas.
- t. Una vez se suscriba el contrato de mantenimiento, el contratista debe Informar por escrito a PNNC los tiempos en que se debe realizar el mantenimiento mayor de las aeronaves no tripuladas de acuerdo con las especificaciones del fabricante, indicando la proyección del mantenimiento de cada aeronave, siendo esta objeto de verificación por parte de la Aerocivil.
- u. Los soportes de la proyección del mantenimiento de las aeronaves no tripuladas deben ser enviados al supervisor del contrato y al Jefe de Pilotos UAS.

## 8.2 Personas autorizadas para realizar inspecciones en proceso.

La persona natural o jurídica que demuestre la capacidad técnica y operativa para cumplir con las obligaciones estipuladas en el numeral anterior estará autorizada para llevar a cabo inspecciones en proceso, siempre y cuando cumpla con los siguientes requisitos esenciales:

- a. Tener calificación y competencia que garantice la apropiada realización de la inspección en proceso, asegurando buenas prácticas de mantenimiento y el cumplimiento de todos los requisitos de aeronavegabilidad pertinentes.
- b. Estar adecuadamente familiarizado con los requisitos de este manual y con los métodos y técnicas de inspección, prácticas, equipo y herramientas para determinar la aeronavegabilidad de las aeronaves o componentes de aeronave que son objeto de una inspección en proceso.
- c. Poseer habilidad en el uso de los diferentes tipos de equipos para desarrollar la inspección en proceso.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

### 8.3 Factores humanos en mantenimiento.

El campo de factores humanos (FH) tiene sus raíces en la aviación. El primer trabajo identificado en el área de diseño de equipamiento y rendimiento humano fue realizado durante la Segunda Guerra Mundial. Este trabajo estaba dirigido principalmente a eliminar ciertos accidentes relacionados con el diseño de la cabina de comando y rendimiento de la tripulación de comando. De hecho, los trabajos pioneros en esta área fueron publicados en el periodo post guerra. La distinción original entre ergonomía (palabra de raíces griegas que significa “el estudio del trabajo”), y FH gradualmente ha desaparecido. Por lo tanto, los términos “factores humanos” y “ergonomía” son usados como sinónimos.


La disciplina de factores humanos (FH) empieza con la industria de aviación y ha madurado en forma conjunta. La mayor parte de las investigaciones y trabajo desarrollado por los profesionales en factores humanos está relacionada con el diseño de sistemas y productos. Sin importar el área en que son aplicados, los métodos de factores humanos están siempre dirigidos a mejorar la seguridad y el rendimiento eficiente de los humanos en los sistemas “humano – máquina”. El objetivo primario de introducir regulaciones sobre FH es el de reducir los accidentes e incidentes de aeronaves debido a errores cometidos durante el mantenimiento.

Los Factores Humanos FH como término, deben ser definidos claramente porque cuando se usan estas palabras en el lenguaje corriente, se aplican a cualquier factor relacionado con humanos. Una definición aceptada por OACI menciona que: “la función de los factores humanos es optimizar la relación entre la gente y sus actividades mediante la aplicación sistemática de las ciencias humanas integradas con el marco de ingeniería de sistemas.” Sus objetivos pueden ser vistos como la efectividad del sistema, que incluyen a la seguridad y eficiencia, y el bienestar del individuo.

Una definición más simple y práctica sería: “los FH se refieren a los factores del entorno, organizacionales y de trabajo, y a las características humanas e individuales que influyen en la conducta en el trabajo de una manera que pueden afectar a la salud y seguridad.” Los FH son, por tanto, sobre gente en sus situaciones de vivencia y trabajo; sobre sus relaciones con las máquinas, con los procedimientos y con el entorno a su alrededor; y también sobre sus relaciones con otra gente. En aviación, los FH involucran un conjunto de personal, consideraciones médicas y biológicas para una aeronave óptima, mantenimiento de la aeronave y operaciones de control de tráfico aéreo.

El elemento humano es la parte más flexible, adaptable y valiosa del sistema aeronáutico, pero también es la más vulnerable a influencias que pueden afectar adversamente su actuación. Dado que la mayoría de los accidentes e incidentes de aviación se deben a una actuación humana defectuosa, ha existido una tendencia a atribuirlos sencillamente al error humano. No obstante, el término “error humano” resulta de poca ayuda en la prevención de accidentes o incidentes de aviación; aunque puede indicar DÓNDE en el sistema ha ocurrido una falla, no proporciona orientación sobre POR QUÉ ocurrió.

Un hecho esencial de la naturaleza humana es que la gente comete errores. Esta tendencia a cometer errores está muy pronunciada y difundida que simplemente se asume que los errores

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

ocurren. Desde una perspectiva de FH no existen operaciones por humanos libres de errores. Varias teorías han avanzado para explicar las causas de los diferentes tipos de errores. Ciertos tipos de errores son causados por simples incompatibilidades físicas. Por ejemplo, los caracteres impresos son confusos cuando son muy pequeños. Otros tipos de errores son causados por factores psicológicos complejos. Todavía hay otros errores que son causados por ciertos tipos de stress como la fatiga o trabajo bajo presión de tiempo. Después de llevar a cabo un estudio de los sitios de mantenimiento, se ha compilado la siguiente lista de los errores de mantenimiento más comunes:

- Instalación incorrecta de los componentes.
- Instalación de partes de origen desconocidos (no trazables).
- El acoplado de partes equivocadas.
- Discrepancias del cableado eléctrico.
- Objetos perdidos dejados en la aeronave.
- Lubricación inadecuada.
- Paneles de acceso, capotas, cubiertas no asegurados.
- Tapas de aceite o combustible y paneles de combustible no asegurados.
- Pasadores de trenes de aterrizaje no removidos antes del despegue.

Se han creado varios modelos para apoyar la evaluación de los factores humanos respecto del rendimiento de la seguridad operacional. El modelo SHELL es bien conocido y resulta útil para ilustrar el impacto y la interacción de los diferentes componentes del sistema con respecto a los seres humanos y hace hincapié en la necesidad de considerar a los factores humanos como parte integral de la gestión de la seguridad operacional. El concepto SHEL (Software – soporte lógico, Hardware – equipo, Environment – ambiente, Liveware – elemento humano) fue concebido por Edwards y modificado por Hawkins. Se sugieren las interpretaciones, tales como, elemento humano (ser humano), equipo (máquina) y soporte lógico (procedimientos, simbología, etc.), ambiente (la situación en la que debe funcionar el sistema L-H-S).


Ilustración 1. Modelo SHELL modificado por Hawkins.



Fuente: Documento 9859 OACI.

Elemento humano. En el centro del modelo SHELL se encuentran las personas en la primera línea de operaciones. No obstante, de todas las dimensiones del modelo, esta es la menos predecible y




 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

más susceptible a los efectos de influencias internas (hambre, fatiga, motivación, etc.) y externas (temperatura, iluminación, ruido, etc.). Aunque las personas son increíblemente adaptables, están sujetas a importantes variaciones del rendimiento.

Los seres humanos no están estandarizados al mismo grado que el soporte físico, así que los bordes de este bloque no son simples ni rectos. Los efectos de las irregularidades en las interfaces entre los diversos bloques SHELL y el bloque central Elemento humano se deben entender para evitar tensiones que puedan comprometer el desempeño humano. Los bordes irregulares de los módulos representan el acoplamiento imperfecto de cada módulo. Esto resulta útil para visualizar las siguientes interfaces entre los diversos componentes del sistema de aviación:

- Elemento humano-soporte físico (L-H). La interfaz L-H hace referencia a la relación entre la persona y los atributos físicos del equipo, máquinas e instalaciones. Esto considera los aspectos ergonómicos de la operación del equipo por el personal, la forma en que se presenta la información de seguridad operacional y la forma en que se indican y operan los conmutadores y las palancas para que su funcionamiento resulte lógico e intuitivo.
- Elemento humano-soporte lógico (L-S). La interfaz L-S es la relación entre la persona y los sistemas de apoyo que se encuentran en el lugar de trabajo, por ejemplo, reglamentos, manuales, listas de verificación, publicaciones, procesos y procedimientos, y soporte lógico de computadora. Incluye temas tales como la experiencia reciente, precisión, formato y presentación, vocabulario, claridad y simbología. La interfaz L-S considera los procesos y procedimientos y la facilidad de comprenderlos y aplicarlos.
- Elemento humano-elemento humano (L-L). La interfaz L-L es la relación entre personas en el mismo entorno de trabajo. Algunas de estas interacciones corresponden al interior de la organización (colegas, supervisores, administradores), muchas otras se dan entre individuos de diferentes organizaciones con diferentes funciones (controladores de tránsito aéreo con pilotos, pilotos con mecánicos, etc.). En ella se considera la importancia de la comunicación y las habilidades interpersonales, así como la dinámica de grupo, para determinar la actuación humana. El advenimiento de la gestión de recursos de tripulación y su ampliación a los servicios de tránsito aéreo (ATS) y operaciones de mantenimiento ha permitido a las organizaciones considerar el desempeño en equipo en la gestión de errores. También dentro del alcance de esta interfaz están las relaciones entre personal y administración así como la cultura institucional general.
- Elemento humano-entorno (L-E). Esta interfaz involucra la relación entre las personas y el entorno físico. Esto comprende aspectos como la temperatura, la luz ambiental, el ruido, las vibraciones y la calidad del aire. También considera factores del entorno externo, como las condiciones meteorológicas, la infraestructura y el terreno.

PNNC subraya que la actuación humana es identificada como un factor causal en la mayoría de los accidentes de aviación, lo que convierte su comprensión en una prioridad esencial para incrementar los niveles de seguridad operacional. En este contexto, resulta fundamental abordar los aspectos

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

relacionados con los factores humanos de manera integral y anticipativa, es decir, aplicando el conocimiento en esta materia no solo para analizar incidentes pasados, sino también para prever y mitigar posibles riesgos futuros.

El enfoque predictivo implica que los conocimientos sobre factores humanos deben integrarse desde las etapas iniciales de diseño y certificación de sistemas aeronáuticos, así como en los procesos de certificación del personal operativo. Este enfoque proactivo busca garantizar que tanto los sistemas como los profesionales estén preparados para enfrentar las demandas del entorno operacional antes de entrar en funcionamiento real.

La sensibilización y ampliación del entendimiento en torno a los factores humanos representan una oportunidad única para la comunidad aeronáutica internacional. Aprovechar este conocimiento de manera estratégica puede contribuir significativamente a reforzar la seguridad y la eficiencia en la aviación, estableciendo nuevos estándares de excelencia que benefician tanto a las organizaciones como a los individuos involucrados en este sector crítico.


## 9 REGLAS DE MANTENIMIENTO

PNNC asegura que toda tarea de mantenimiento realizada en aeronaves no tripuladas se efectúe con documentación técnica actualizada y confiable. Para garantizar este estándar, se establece que cualquier persona natural o jurídica autorizada a realizar labores de mantenimiento debe verificar exhaustivamente que los manuales técnicos, procedimientos y demás documentos relacionados sean los más recientes y estén plenamente validados antes de su aplicación práctica. Este control riguroso busca prevenir errores operativos derivados del uso de información obsoleta, asegurando así un mantenimiento alineado con las más altas exigencias de seguridad y eficiencia en el ámbito aeronáutico.

### 9.1 Control del mantenimiento de la aeronavegabilidad.

PNNC frente al mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas debe asegurar:

- a. Que el mantenimiento para cada aeronave no tripulada se realice de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- b. Que las modificaciones y reparaciones mayores sean realizadas solamente de acuerdo con los datos aprobados por el fabricante de la aeronave.
- c. Que todo el mantenimiento sea llevado a cabo de acuerdo con los datos de mantenimiento aceptables por el fabricante de la aeronave.
- d. Que se cumplan todas las directrices de aeronavegabilidad que sean aplicables a sus aeronaves y componentes de aeronaves.
- e. Que se controle la sustitución de componentes de aeronaves no tripuladas con vida limitada.
- f. Que se controlen y conserven todos los registros de mantenimiento de las aeronaves no tripuladas.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

## 9.2 Realización de mantenimiento.


Toda persona natural o jurídica que realice mantenimiento en una aeronave o componente de aeronave no tripulada de PNNC debe emplear:

- a. Métodos, técnicas y prácticas que estén especificadas en los datos de mantenimiento vigentes para la aeronave y componente de aeronave, según sea aplicable.
- b. Métodos, técnicas y prácticas equivalentes que sean aceptables por el fabricante de la aeronave no tripulada.
- c. Instalaciones y facilidades apropiadas para el desensamble, inspección y ensamble de las aeronaves y componentes de aeronaves para todo trabajo a ser realizado.
- d. Herramientas, equipamiento y equipos de prueba especificados en el manual del fabricante.
- e. Equipos y herramientas calibradas de acuerdo con un estándar e intervalo aceptable por el fabricante.
- f. Los datos de mantenimiento utilizados para modificaciones y reparaciones menores deben ser aceptables, de acuerdo con los procedimientos aprobado a Parques Nacionales Naturales de Colombia.

## 9.3 Requisitos de aeronavegabilidad de aeronaves no tripuladas.

Toda aeronave no tripulada que sea operada por PNNC debe cumplir como mínimo las siguientes condiciones técnicas:

- a. La aeronave no tripulada debe mantener sus elementos estructurales y sistemas de control de acuerdo con las instrucciones del fabricante para garantizar su óptimo funcionamiento.
- b. PNNC no permite modificación o alteración en la configuración o características técnicas que afecte en cualquier manera las capacidades o características de vuelo y/u operación de la aeronave no tripulada, excepto que las modificaciones sean aprobadas o recomendadas expresamente por el fabricante.
- c. El sistema de mando y control a distancia no debe generar interferencia alguna con otros sistemas aeronáuticos.
- d. Los siguientes sistemas deben estar presentes en la aeronave no tripulada y funcionar de manera correcta:
  - Un sistema de mando y control (C2) que cumpla lo descrito en los Reglamento Aeronáuticos de Colombia RAC 100, numeral 100.420.
  - Un sistema de piloto automático.
  - Un sistema de navegación satelital.
  - Un sistema de lanzamiento y/o de recuperación (si lo requiere), para condiciones normales, anormales y de emergencia.
  - Todos los sistemas de fábrica completamente funcionales (incluyendo luces, sensores y demás partes originales).

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

- e. Todos los dispositivos instalados para la ejecución de un determinado tipo de operación deben funcionar correctamente, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

#### **9.4 Pérdida temporal de la aeronavegabilidad.**


Cualquier omisión en el mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de una aeronave no tripulada, en la forma definida en las normas de aeronavegabilidad que le ataen, hará que no sea apta para su operación hasta que dicha aeronave vuelva a tener las condiciones de aeronavegabilidad. Mientras subsista la situación, no se deben realizar operaciones de vuelo. La presente condición deberá consignarse expresamente en el libro de vuelo y mantenimiento de la aeronave no tripulada, siendo responsabilidad exclusiva del Jefe de Pilotos UAS la correcta anotación y registro de dicha información, conforme a lo establecido en la normativa aplicable.

Cuando una aeronave no tripulada haya sufrido daños, se debe establecer si son de tal magnitud que la aeronave ya no reúne las condiciones de aeronavegabilidad definidas en las normas que le ataen. Toda aeronave que haya permanecido inactiva por un período superior a un año deberá establecer su condición de aeronavegabilidad por medio de procedimientos y requisitos prescritos por el fabricante. De no estar prescritos, deberá someterse a una inspección preventiva con la persona natural o jurídica autorizada por PNNC para el mantenimiento.

## **10 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO**

PNNC realiza los siguientes procedimientos de mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas:

- **Mantenimiento menor:** corresponde a los ajustes menores, limpieza, verificación, ajuste pre-vuelo y post-vuelo, inspección estructural, inspección visual, detección de fisuras, fracturas, desgaste, deformación, y otras que se consideren pertinentes. Este tipo de mantenimiento es realizado por los Pilotos UAS de Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- **Mantenimiento mayor:** incluye cambios de elementos que deberán ser ejecutados por personas u organizaciones autorizadas para realizar mantenimiento. Este mantenimiento es realizado por una persona natural o jurídica autorizada por el fabricante de la aeronave, contratada por Parques Nacionales Naturales de Colombia para realizar este tipo de mantenimiento a las aeronaves no tripuladas. Este procedimiento debe quedar señalado en el contrato de mantenimiento de la aeronavegabilidad que suscriba la entidad.
- **Mantenimiento correctivo:** hace referencia a los trabajos de mantenimiento que se realizan con el fin de evaluar y corregir daños por eventos adversos, como aterrizajes fuertes, impactos con aves, FOD, pérdida de hélice en vuelo y otros que se consideren críticos y relevantes. Estos procedimientos avanzados de mantenimiento incluyen pruebas de funcionalidad física y del software. Este mantenimiento es realizado por una persona natural o jurídica autorizada por el fabricante de la aeronave, contratada por Parques Nacionales Naturales de Colombia para

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---


realizar este tipo de mantenimiento a las aeronaves no tripuladas. Este procedimiento debe quedar señalado en el contrato de mantenimiento de la aeronavegabilidad que suscriba la entidad.

Así mismo, PNNC a través de la persona natural o jurídica contratada para ejecutar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronave no tripuladas, realiza los siguientes procesos primarios de mantenimiento, con el fin de garantizar la aeronavegabilidad de las aeronaves no tripuladas:

- **Hard time (HT);** tiempo límite de overhaul o vida límite de una parte: es un proceso primario de mantenimiento preventivo que requiere que un sistema, componente, o accesorio sobrelleve un proceso de reparación general periódicamente (límites de tiempo) o remoción de servicio (vida límite). Los límites de tiempo pueden ser solo ajustados en base a la experiencia en el funcionamiento o a pruebas, de acuerdo con los procedimientos del programa de confiabilidad aprobado del operador. Este procedimiento debe quedar señalado en el contrato de mantenimiento de la aeronavegabilidad que suscriba la entidad de acuerdo con cada tipo de aeronave.
- **On-condition (OC);** es un proceso primario de mantenimiento preventivo que requiere un sistema, componente, o accesorio para ser inspeccionado periódicamente o chequeado contra algún estándar físico apropiado para determinar si este puede continuar en servicio. El estándar asegura que la unidad es removida de servicio antes que falle durante una operación normal. Estos estándares pueden ser ajustados basados sobre la experiencia de operación o pruebas, según sea apropiado, de acuerdo con un programa de confiabilidad aprobado para el transportador o el manual de mantenimiento. Este procedimiento debe quedar señalado en el contrato de mantenimiento de la aeronavegabilidad que suscriba la entidad de acuerdo con cada tipo de aeronave.
- **Condition monitoring (monitoreo por condición) (CM);** es un proceso de mantenimiento para elementos que no tienen tanto mantenimiento "HardTime" como "On-Condition", como sus procesos primarios de mantenimiento. Este es cumplido mediante medios apropiados disponibles para el operador para encontrar y resolver áreas problemas. El usuario debe controlar la confiabilidad de los sistemas o equipos basados en el conocimiento obtenido por el análisis de fallas u otras indicaciones de deterioro. Este procedimiento debe quedar señalado en el contrato de mantenimiento de la aeronavegabilidad que suscriba la entidad de acuerdo con cada tipo de aeronave.

#### **10.1 Registros de mantenimiento.**

Los Registros de Mantenimiento representan un elemento fundamental para garantizar la trazabilidad de las aeronaves no tripuladas de PNNC. Por esta razón, deben ser completados de forma adecuada, asegurando la ausencia de tachaduras o modificaciones. Estos registros se documentan tanto en el libro de vuelo y mantenimiento asignado a cada aeronave no tripulada como

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

en los informes elaborados por la persona natural o jurídica contratada para llevar a cabo las labores de mantenimiento de la aeronavegabilidad.

## **10.2 Informe de condiciones de no aeronavegabilidad.**

Todo Piloto UAS, así como cualquier persona encargada del mantenimiento de las aeronaves no tripuladas de PNNC, tiene la responsabilidad de informar de manera formal y por escrito al Jefe de Pilotos UAS sobre cualquier condición detectada en una aeronave o en alguno de sus componentes que pueda comprometer la seguridad de las operaciones. Este informe debe ser detallado y específico, indicando claramente los problemas identificados, y debe quedar debidamente registrado en el libro de vuelo y mantenimiento asignado a la aeronave en cuestión, cumpliendo con los estándares de trazabilidad y precisión establecidos para garantizar la aeronavegabilidad.

## **10.3 Alteración de registros de mantenimiento.**

En Parques Nacionales Naturales de Colombia está estrictamente prohibido que cualquier persona, de manera directa o indirecta, sea responsable de:

- a. Anotaciones intencionalmente inconsistentes en los registros de mantenimiento o informes requeridos, archivados o usados para demostrar cumplimiento con cualquier requerimiento del Manual Control Mantenimiento de PNNC.
- b. La reproducción, con propósitos intencionalmente inconsistentes de cualquier registro o informe requerido por el Manual Control Mantenimiento de PNNC.
- c. Alteraciones con propósitos engañosos de cualquier registro o informe requerido por el Manual Control Mantenimiento de PNNC.

## **10.4 Libro de vuelo y mantenimiento.**

El libro de vuelo y mantenimiento de cada una de las aeronaves no tripuladas de PNNC, contiene un formato que permite incluir los siguientes datos por cada vuelo:

- a. Registro de la aeronave y fecha del vuelo.
- b. Nombre, firma y número de documento del Piloto UAS.
- c. Puntos, horas de salida y llegada.
- d. Tiempo de vuelo y tiempo total acumulado.
- e. Tipo y lugar de operación.
- f. Inspección pre-vuelo y post-vuelo.
- g. Reportes del Piloto UAS.
- h. Fecha inicial y final de mantenimiento.
- i. Tipo de mantenimiento.
- j. Procedimientos de mantenimiento.
- k. Empresa que realiza el mantenimiento.
- l. Nombre, firma y número de documento del técnico de mantenimiento.


 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Figura 3. Formato libro de vuelo y mantenimiento.

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA		LIBRO DE VUELO Y MANTENIMIENTO AERONAVE NO TRIPULADA UA		No. 0000
<b>ESPACIO DILIGENCIADO POR EL PILOTO UAS</b>				
FECHA DEL VUELO	Día: _____ Mes: _____ Año: _____	NOMBRE Y APELLIDO PILOTO UAS		
MARCA Y MODELO UA	_____	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		
REGISTRO DE LA AERONAVE UAEAC	RUAS.100 - _____	NOMBRE Y APELLIDO OBSERVADOR UAS		
HORA DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE	Despegue: _____; Aterrizaje: _____	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		
TIEMPO DE VUELO	Horas: _____ Minutos: _____	TIPO DE OPERACIÓN		
TIEMPO TOTAL ACUMULADO	Horas: _____ Minutos: _____	MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO		
INSPECCIÓN PRE-VUELO	Responsable: _____	INSPECCIÓN POST-VUELO	Responsable: _____	
REPORTES DEL PILOTO UAS	<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>			
AERONAVEGABLE	SI _____ NO _____	FECHA Y HORA DEL REPORTE	Día: _____ Mes: _____ Año: _____ Hora: _____	
FIRMA PILOTO UAS		FIRMA OBSERVADOR UAS		
<b>ESPACIO DILIGENCIADO POR MANTENIMIENTO</b>				
FECHA INICIAL DE MANTENIMIENTO	Día: _____ Mes: _____ Año: _____	FECHA FINAL DE MANTENIMIENTO	Día: _____ Mes: _____ Año: _____	
TIPO DE MANTENIMIENTO	MAYOR _____ CORRECTIVO _____ HARD TIME _____ ON CONDITION _____ CONDITION MONITORING _____			
PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>			
AERONAVEGABLE	SI _____ NO _____	EMPRESA QUE REALIZA MANTENIMIENTO		
NOMBRE TÉCNICO MANTENIMIENTO		FIRMA TÉCNICO MANTENIMIENTO		

Fuente: PNNC


Las anotaciones en el libro de vuelo y mantenimiento deben realizarse de manera puntual y con tinta negra, bajo la estricta responsabilidad del Piloto UAS designado. Además, cada piloto será responsable de garantizar la veracidad de la información consignada. Los libros de vuelo y mantenimiento completados deberán ser conservados durante un período mínimo de cinco (5) años, conforme a las disposiciones establecidas en el Proceso de Gestión Documental de la entidad, asegurando así un registro continuo y adecuado de las operaciones realizadas.

Todos los trabajos de mantenimiento menor, mayor y correctivo deben registrarse en el libro de vuelo y mantenimiento. Así mismo, se debe incluir la siguiente información:

- Inspecciones de mantenimiento programado: serán registradas con un resumen de las tareas más relevantes realizadas.
- Inspecciones especiales o condicionales: son las tareas de mantenimiento que se deben cumplir a una aeronave o componente cuando ha ocurrido una condición especial.
- Se deben registrar los accidentes, sucesos y cualquier novedad operativa con la fecha, lugar y daños sufridos.

Parques Nacionales Naturales de Colombia, a través del Jefe de Pilotos, deberá cumplimentar el formato digital correspondiente al Libro de Vuelo y Mantenimiento para cada aeronave no tripulada, con el fin de registrar de manera precisa y detallada todas las novedades técnicas y mecánicas, así como las acciones correctivas realizadas. Será responsabilidad del Piloto UAS consignar en dicho formato cualquier incidencia técnica detectada durante las operaciones de vuelo, asegurando la trazabilidad y veracidad de la información registrada.



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Antes de iniciar un nuevo vuelo, el Piloto UAS deberá verificar el estado de las novedades técnicas previamente registradas en formato Libro de Vuelo y Mantenimiento, tomando como referencia las anotaciones realizadas al final del vuelo anterior. Asimismo, toda persona que realice acciones correctivas relacionadas con las novedades consignadas o decida aplazar su ejecución, deberá dejar constancia detallada de dichas acciones en el Libro de Vuelo y Mantenimiento, asegurando un registro claro y completo que facilite el control y seguimiento de estas intervenciones.

#### **10.5 Registros en el libro de vuelo y mantenimiento.**

La persona natural o jurídica que realice el mantenimiento en una aeronave no tripulada o componente de aeronave, una vez haya finalizado el mantenimiento satisfactoriamente, debe realizar el registro en el libro de vuelo y mantenimiento, incluyendo la siguiente información:


- a. Tipo de inspección o tarea de mantenimiento realizada.
- b. Una descripción detallada de la inspección, tarea o tareas de mantenimiento realizadas.
- c. Fecha de iniciación y término de las inspecciones o de las tareas de mantenimiento efectuadas.
- d. Identificación, nombre y firma de la persona que efectuó la inspección, tarea o tareas de mantenimiento.
- e. Identificación, nombre y firma de la persona que efectuó la inspección en proceso cuando corresponda.
- f. La persona u organización requerida bajo cualquiera de los párrafos anteriores, debe registrar los detalles de mantenimiento realizado de manera clara y legible.

#### **10.6 Informes de mantenimiento.**

De acuerdo con lo dispuesto por PNNC, para cada intervención de mantenimiento mayor y/o correctivo realizada en aeronaves no tripuladas, la persona natural o jurídica responsable deberá elaborar y presentar un informe técnico exhaustivo. Dicho informe deberá estar dirigido tanto al supervisor del contrato como al Jefe de Pilotos UAS, asegurando la inclusión de toda la información relevante relacionada con el procedimiento efectuado, en cumplimiento de los estándares normativos y operativos establecidos.

Dicho informe debe incluir de manera clara y específica la información requerida, cumpliendo con los estándares establecidos y garantizando la transparencia y trazabilidad de las acciones ejecutadas. Dicho informe de cumplir con el siguiente contenido:

- a. Datos de la persona natural que realizó el mantenimiento, incluyendo la información frente a la capacitación inicial y recurrente en mantenimiento de aeronavegabilidad de aeronaves no tripuladas, incluyendo nombre y número de identificación.
- b. Tipo de procedimiento de mantenimiento realizado (mayor o correctivo).
- c. Registro fotográfico de los procedimientos realizados.
- d. Registro fílmico que evidencie la destrucción de partes removidas.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- e. Registro documental frente a la disposición de elementos removidos y/o destruidos.
- f. Registro de la disposición final y el descarte de los componentes del UAS removidos de acuerdo con sus procedimientos internos, así como un control adecuado sobre los componentes originales.
- g. Registro del procedimiento frente al manejo, control y almacenamiento de las baterías, la definición del personal responsable de su manipulación y las condiciones de transporte.
- h. Registro que garantice la trazabilidad metrológica de los equipos y herramientas de exactitud, precisión y repetitividad utilizados en cada servicio de mantenimiento.
- i. Registro de las pruebas de vuelo y operacionales, cuando sea necesario para verificar la correcta ejecución del servicio de mantenimiento y/o instalación de repuestos, cumpliendo la normatividad vigente emitida por la Aerocivil, en materia de operación de vuelo para aeronaves no tripuladas.


#### **10.7 Control de los registros de mantenimiento.**

El control de los registros de mantenimiento es fundamental para garantizar la trazabilidad, seguridad e integridad de las actividades realizadas en las aeronaves no tripuladas. Este proceso implica la documentación precisa y detallada de cada uno de los procedimientos ejecutados, así como el cumplimiento estricto de las normativas establecidas por los fabricantes y las autoridades competentes. El control adecuado de los registros de mantenimiento es una responsabilidad compartida entre la persona natural o jurídica contratada para el mantenimiento de las aeronaves, de los supervisores designados y el Jefe de Pilotos UAS, para asegurar que cada acción realizada cumpla con los más altos estándares de calidad y seguridad. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. Todos los registros de mantenimiento para que sean válidos deben llevar nombre de quien realizó el trabajo y nombre del Jefe de Pilotos, encargado de recibir el trabajo.
- b. Todo trabajo ejecutado debe ser realizado y aprobado de acuerdo con instrucciones, prácticas y estándares ordenados en los manuales del fabricante.
- c. Ninguna persona puede ser causante directa o indirecta de una anotación, una reproducción o alteración fraudulenta o intencionalmente falsa en un registro o informe correspondiente a una actividad de mantenimiento.

#### **10.8 Transferencia de registros de mantenimiento.**

La transferencia de los registros de mantenimiento de aeronavegabilidad es un aspecto crucial para garantizar la continuidad de la operación y la seguridad de las aeronaves no tripuladas. Este proceso debe ejecutarse con un alto nivel de precisión y siguiendo estrictamente las normativas aplicables. Cuando se produce un cambio temporal o permanente de explotador, los registros deben ser gestionados con diligencia para asegurar su integridad y confiabilidad. Esta gestión adecuada permite que el nuevo explotador disponga de toda la información necesaria para operar la aeronave de manera segura y eficiente, cumpliendo con las normativas aeronáuticas vigentes. Por lo tanto, se debe tener en cuenta lo siguiente:

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- a. En caso de cambio temporal de explotador, los registros de mantenimiento de aeronavegabilidad se deberán poner a disposición del nuevo explotador.
- b. En caso de cambio permanente de explotador, los registros de mantenimiento de aeronavegabilidad deben ser transferidos al nuevo explotador.
- c. Los registros que sean transferidos deben ser mantenidos en una forma y formato que garanticen, en todo momento, su legibilidad, seguridad e integridad.

### **10.9 Disposición final de las baterías.**

PNNC en estricta observancia de la normativa vigente relativa a la gestión responsable de las baterías de aeronaves no tripuladas que han finalizado su ciclo de vida, implementa el Programa de Gestión Integral de Residuos A3-PG-2. Este programa se orienta a la ejecución de acciones específicas para la gestión, manejo y disposición final de los residuos sólidos, tanto aprovechables como no aprovechables, así como de aquellos considerados peligrosos, generados en el ámbito de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

La supervisión y el seguimiento de este procedimiento son responsabilidad directa del Jefe de Pilotos UAS, quien vela por la correcta aplicación de los protocolos establecidos, asegurando la minimización del impacto ambiental y fomentando la sostenibilidad en todas las operaciones de aeronaves no tripuladas dentro de la entidad.

## **11 REGISTRO DE AERONAVES Y EQUIPOS TECNOLÓGICOS.**


PNNC lleva a cabo el registro ante la Aerocivil de cada aeronave no tripulada y de los equipos tecnológicos asociados a la operación, cumpliendo estrictamente con las normativas establecidas y siguiendo los procedimientos reglamentarios correspondientes. Para esto, debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. El Jefe de Pilotos UAS será el responsable del registro de cada aeronave y de cada equipo tecnológico operada por la entidad.
- b. En caso de que uno de estos elementos sea dado de baja por fin de su vida útil, por pérdida de capacidad de vuelo, hurto o cualquier otra circunstancia que le impida a PNNC utilizarlo, se debe reportar ante la Aerocivil con el propósito de cancelar su registro.
- c. Todo equipo tecnológico asociado a cualquier operación UAS se relaciona al momento de hacer el registro o en cualquier momento que sean incorporados a una operación.

### **11.1 Procedimiento para el registro.**

El Jefe de Pilotos UAS, realiza el registro de las aeronaves no tripuladas y de los equipos tecnológicos asociados, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- a. Presenta la solicitud de registro ante la Aerocivil, radicándolo a través la Plataforma UAS Colombia “INTEGRACIÓN UAS A LA AVIACIÓN CIVIL”.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- b. Una vez recibida y analizada la solicitud por parte de la Aerocivil y cumplidos los requisitos normativos, se emite el correspondiente certificado de registro por parte de la Aerocivil.
- c. El certificado de registro emitido lleva consigo un número asociado a su serial y será intransferible.
- d. Después de obtener dicho registro se adjuntará a la etiqueta de identificación, la cual debe ir adherida a la Aeronave no tripulada o al equipo tecnológico, según corresponda.
- e. Posteriormente se le realiza una fotografía a la UA o al Equipo tecnológico, y debe ser enviada al correo electrónico: [gdmua@aerocivil.gov.co](mailto:gdmua@aerocivil.gov.co), en el cual su asunto será el mismo número de registro.
- f. El proceso de registro finaliza exitosamente una vez sea enviada la fotografía para su correspondiente archivo en la Aerocivil.

## 11.2 Etiquetas de registro.


Toda aeronave no tripulada que haya sido registrado por PNNC en la base de datos de la Aerocivil y con la cual se pretenda efectuar operaciones aéreas, debe tener adherida de manera permanente a su estructura una etiqueta de identificación que contenga los siguientes datos:

- Número de registro asignado por la Aerocivil.
- Nombre del propietario: “Parques Nacionales Naturales de Colombia”.
- Correo electrónico del propietario: [uas@parquesnacionales.gov.co](mailto:uas@parquesnacionales.gov.co).
- Correo electrónico de la Aerocivil: [atencionalciudadano@aerocivil.gov.co](mailto:atencionalciudadano@aerocivil.gov.co).
- Número celular de Parques Nacionales Naturales de Colombia: 3229471031

La etiqueta de identificación debe garantizar las siguientes condiciones:

- La adherencia permanente a la estructura de la aeronave no tripulada.
- La legibilidad permanente de la información consignada en ella.
- No debe alterar el peso y balance ni el desempeño de la aeronave UA.
- Ser visible sobre la superficie exterior de la aeronave UA en todo momento.
- Tendrá un contraste de color que facilite su lectura.

Figura 4. Etiqueta de identificación UA

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
--	--	---





**PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA**

REGISTRO RUAS: \_\_\_\_\_

Correo electrónico del propietario:  
uas@parquesnacionales.gov.co

Numero celular del propietario: 3229471031

Correo electrónico de la Aerocivil:  
atencionalciudadano@aerocivil.gov.co

PNNC

## 12 FLOTA UAS


Parques Nacionales Naturales de Colombia ha implementado el uso de tecnología avanzada mediante el despliegue de aeronaves no tripuladas para la captura de imágenes y datos en diversas operaciones. Estas aeronaves no tripuladas, seleccionadas cuidadosamente para cumplir con los estándares técnicos y operativos requeridos, desempeñan un papel crucial en la conservación ambiental, la vigilancia de los parques nacionales y la recopilación de información estratégica para la gestión sostenible de los recursos naturales.

A continuación, se detallan las características técnicas y operativas de las aeronaves empleadas por Parques Nacionales Naturales de Colombia en las actividades de monitoreo y análisis, conforme a los estándares profesionales exigidos para este tipo de operaciones:

Tabla 1. Aeronaves no tripuladas de PNNC.

MARCA	MODELO	PBMO	TIPO DE OPERACIÓN
DJI	MAVIC 2 Enterprise	905 g	MULTIRROTOR
DJI	MAVIC AIR 3	720 g	MULTIRROTOR
DJI	MAVIC 3	895 g	MULTIRROTOR
DJI	MAVIC 3 Enterprise	1050 g	MULTIRROTOR
DJI	PHANTOM 4 PRO	1375 g	MULTIRROTOR
AUTEL ROBOTICS	EVO II	1127 g	MULTIRROTOR

Fuente: PNNC.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

## 12.1 Aeronave DJI MAVIC 2 ENTERPRISE.

La serie Mavic 2 Enterprise de DJI cuenta con sistemas de visión omnidireccional y sistemas de detección por infrarrojos. Las tecnologías características de DJI, tales como la detección de obstáculos y el Sistema Avanzado de Asistencia al Piloto, le permiten capturar tomas complejas sin esfuerzo. Otras funciones incorporadas como AirSense le permiten ser consciente de su espacio aéreo circundante y la protección por contraseña le ayuda a mantener asegurado el acceso a su aeronave y a proteger sus datos. La serie Mavic 2 Enterprise tiene además módulos accesorios como el Foco M2E, la Baliza M2E y el Altavoz M2E, diseñados para una gran variedad de usos industriales. El Mavic 2 Enterprise cuenta con una cámara con un estabilizador en tres ejes, que graba videos 4K, hace fotos de 12 megapíxeles, admite zoom óptico 2x, objetivos de 24-48 mm y filtros. La serie Mavic 2 Enterprise utiliza la última tecnología para aumentar la estabilidad y la calidad de las imágenes, reduce el rango de vibración angular del Mavic 2 Enterprise a  $\pm 0.005^\circ$  y el rango de vibración angular del Mavic 2 Enterprise Dual a  $\pm 0.01^\circ$ .

El control remoto lleva incorporada la tecnología de transmisión de largo alcance de DJI, OcuSync 2.0, que ofrece un alcance de transmisión máximo de 10 km (6.2 millas) y permite visualizar vídeo de la aeronave en la aplicación DJI Pilot de su dispositivo móvil en 1080p. El control remoto funciona tanto a 2.4 GHz como a 5.8 GHz, y puede seleccionar el mejor canal de transmisión automáticamente sin ninguna latencia. La aeronave y la cámara se pueden controlar fácilmente con los botones incluidos. La pantalla LCD integrada ofrece información sobre la aeronave en tiempo real, mientras que las palancas de control desmontables facilitan el almacenamiento del control remoto. El tiempo máximo de funcionamiento es de 2 horas y 15 minutos. La serie Mavic 2 Enterprise alcanza una velocidad máxima de vuelo de 72 km/h (44.7 mph) y un tiempo máximo de vuelo de 31 minutos. Se tener en cuenta las siguientes advertencias:

- El tiempo de vuelo máximo se ha probado en un entorno sin viento mientras se volaba a una velocidad constante de 25 km/h (15.5 mph) y la velocidad de vuelo máxima se ha probado a la altitud del nivel del mar sin viento. Estos valores son solo para referencia.
- El control remoto es capaz de alcanzar su alcance de transmisión máxima (FCC) en una zona abierta amplia sin interferencias electromagnéticas y a una altitud de unos 120 metros (400 pies).
- El tiempo de funcionamiento máximo fue probado en un entorno de laboratorio. Este valor se proporciona solo como referencia. 5.8 GHz no es compatible con algunas regiones. Respete las leyes y regulaciones locales.

### 12.1.1 Especificaciones técnicas.

Para la interpretación de las especificaciones técnicas se debe tener en cuenta que el tiempo de vuelo es reducido con el incremento de la altitud de vuelo y dependiendo las condiciones meteorológicas. Las aeronaves no tripuladas han sido probadas en condiciones de atmósfera estándar internacional.



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---


Tabla 2. Especificaciones aeronave Mavic 2 Enterprise

AERONAVE DJI MAVIC 2 ENTERPRISE	
Peso de despegue	905 g
Peso máximo de despegue.	1100 g
Dimensiones (largo × ancho × alto)	Plegado: 214 × 91 × 84 mm (alto × ancho × alto) Desplegado: 322 × 242 × 84 mm (alto × ancho × alto)
Distancia en diagonal	354 mm
Velocidad máx. de ascenso	5 m/s (modo S) 4 m/s (modo P)
Velocidad máx. de descenso	3 m/s (modo S) 3 m/s (modo P)
Velocidad máx.	72 km/h (modo S, cerca del nivel del mar, sin viento)
Altura máx. de vuelo	6000 m
Tiempo máx. de vuelo	31 min (medición realizada en vuelo a 18 km/h y sin viento)
Tiempo máx. de vuelo estacionario	29 min (sin viento) 27 min (con la baliza encendida) 28 min (con la baliza apagada) 22 min (con Spotlight encendido) 26 min (con Spotlight apagado) 25 min (con el altavoz encendido) 26 min (con el altavoz apagado)
Tiempo de vuelo medio	25 minutos (en vuelo normal, con un nivel de batería restante del 15 %)
Distancia máx. de vuelo	18 km
Resistencia máx. al viento	29-38 km/h
Ángulo de inclinación máx.	35° (modo S) 25° (modo P)
Velocidad angular máx.	200°/s
Temperatura de funcionamiento	De -10 a 40 °C (de 14 a 104 °F)
GNSS	GPS + GLONASS
Frecuencia de funcionamiento	2.400-2.4835 GHz, 5.725-5.850 GHz
Transmisor de potencia (PIRE)	2.400-2.4835 GHz: ≤26 dBm (FCC), ≤20 dBm (CE), ≤20 dBm (SRRC), ≤20 dBm (MIC) 5.725-5.850 GHz: ≤26 dBm (FCC), ≤14 dBm (CE), ≤26 dBm (SRRC)
Almacenamiento interno	24 GB
ESTABILIZADOR	
Rango mecánico	Inclinación: -135° a 45° Rotación: -45° a 45° Paneo: -100° a 100°
Intervalo controlable	Inclinación: -90° a 30° Paneo: -75° a 75°
Estabilización	3 ejes (inclinación, rotación, paneo)
Velocidad máxima de control (inclinación)	120°/s
Intervalo de vibración angular	±0.005°
SISTEMA DE DETECCIÓN	
Sistema de detección	Detección de obstáculos omnidireccional
Campo de visión (FOV)	Frontal: Horizontal: 40°, Vertical: 70° Atrás: Horizontal: 60°, Vertical: 77° Inferior: Delante y detrás: 100°, izquierda y derecha: 83° Lateral: Horizontal: 80°, Vertical: 65°
Rango de detección de obstáculos	Frontal: Alcance de la medición con precisión: 0.5 a 20 m Rango detectable: 20 a 40 m Velocidad de detección efectiva: ≤14 m/s



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

	Trasero: Alcance de la medición con precisión: 0.5 a 16 m Rango detectable: 16 a 32 m Velocidad de detección efectiva: $\leq 12$ m/s Superior: Alcance de la medición con precisión: 0.1 a 8 m Inferior: Alcance de la medición con precisión: 0.5 a 11 m Rango detectable: 11 a 22 m Lateral: Alcance de la medición con precisión: 0.5 a 10 m Velocidad de detección efectiva: $\leq 8$ m/s
Entorno de funcionamiento	Superficie con un patrón definido y una iluminación adecuada (lux >15) Detecta superficies con reflectividad difusa (>20 %) (paredes, árboles, personas...)
Rango de velocidad	$\leq 50$ km/h a 2 m del suelo
Rango de altitud	0.1-11 m
Rango de funcionamiento	0.3-50 m
<b>CÁMARA</b>	
Sensor	CMOS 1/2.3" Píxeles efectivos: 12 millones
Objetivo	FOV: aprox. 83° (24 mm) aprox. 48° (48 mm) Formato equivalente a 35 mm: 24 a 48 mm Apertura: f/2.8 (24 mm)–f/11 (48 mm) Rango de enfoque: 0.5 m a $\infty$
Rango ISO	Vídeo: 100-3200 Fotografía: 100-1600 (automático) 100-12800 (manual)
Velocidad del obturador electrónico	8-1/8000 s
Tamaño de imagen	4000 × 3000
Modos de fotografía	Disparo único Disparo en ráfaga: 3/5/7 fotogramas Exposición Automática en Horquillado (AEB): 3/5 fotogramas en horquilla de exposición a 0.7 EV bias Intervalo (JPEG: 2/3/5/7/10/15/20/30/60s) RAW: 5/7/10/15/20/30/60s)
Resolución de vídeo	4K: 3840 × 2160 24/25/30p 2.7K: 2688 × 1512 24/25/30/48/50/60p FHD: 1920 × 1080 24/25/30/48/50/60/120p
Tasa de bits máx. de vídeo	100 Mbps
Sistema de archivo compatible	FAT32: $\leq 32$ GB exFAT: >32 GB
Formatos de fotografía	JPEG/DNG (RAW)
Formato de vídeo	MP4/MOV (H.264/MPEG-4 AVC, H.265/HEVC)
Tarjetas SD compatibles	Compatible con tarjetas microSD con capacidad de hasta 128 GB. Se requiere una tarjeta microSD UHS-I con un grado 3 de velocidad.
Rango de temperatura de funcionamiento	De -10 °C a 40 °C
HDR	HDR, 13 EV
<b>CONTROL REMOTO</b>	
Frecuencia de funcionamiento	2.400-2.4835 GHz, 5.725-5.850 GHz
Alcance de transmisión máx. (sin obstáculos, sin interferencias)	FCC: 10 km; CE: 6 km; SRRC: 6 km; MIC: 6 km (sin obstrucciones, libre de interferencias)
Temperatura de funcionamiento	De -10 a 40 °C (de 14 a 104 °F)
Transmisor de potencia (PIRE)	2.400-2.4835 GHz: $\leq 26$ dBm (FCC), $\leq 20$ dBm (CE), $\leq 20$ dBm (SRRC), $\leq 20$ dBm (MIC) 5.725-5.850 GHz: $\leq 26$ dBm (FCC), $\leq 14$ dBm (CE), $\leq 26$ dBm (SRRC)

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

Capacidad de la batería	3950 mAh
Corriente/Voltaje de funcionamiento	1800 mA a 3.83 V
Tamaño admitido de dispositivo móvil	Longitud máx.: 160 mm; grosor máximo: 6.5 a 8.5 mm
Tipos de puerto USB compatibles	Lightning, micro-USB (tipo B), USB-C
<b>CARGADOR</b>	
Entrada	100-240 V; 50/60 Hz; 1,8 A
Salida	Principal: 17.6 V 3.41 A o 17.0 V 3.53 A USB: 5 V 2 A
Voltaje	17.6 ± 0.1 V o 17.0 V ± 0.1 V
Potencia nominal	60 W
<b>BATERÍA DE VUELO INTELIGENTE</b>	
Capacidad de la batería	3850 mAh
Voltaje	15.4 V
Voltaje de carga máximo	17.6 V
Tipo de batería	LiPo 4S
Energía	59.29 Wh
Peso	297 g
Temperatura de carga	De 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F)
Potencia de carga máx.	80 W
Rango de temperatura de calentamiento	de -20 a 6 °C (de -4 a 43 °F)
Tiempo de calentamiento	600 s (máx.)
Potencia de calentamiento	35 W (máx.)
<b>APLICACIÓN</b>	
Sistema de transmisión de vídeo	OcuSync 2.0
Nombre	DJI Pilot
Calidad de la retransmisión en directo	720p a 30 fps/1080p a 30 fps
Latencia (dependiendo de las condiciones del entorno y del dispositivo móvil)	120 a 130 ms
Sistema operativo requerido	iOS 10.0 o posterior Android 5.0 o posterior


Fuente: Manual del usuario Mavic 2 Enterprise

### 12.1.2 Condiciones de enlace C2.

El control remoto lleva incorporada la tecnología de transmisión de largo alcance de DJI, OcuSync 2.0, que ofrece un alcance de transmisión máximo de 10 km (6.2 millas) y permite visualizar vídeo de la aeronave en la aplicación DJI Pilot de su dispositivo móvil en 1080p. En un área abierta sin interferencias electromagnéticas, OcuSync 2.0 transmite sin problemas conexiones de vídeo de hasta 1080p, sin importar cómo cambie la posición de vuelo. El control remoto funciona tanto a 2.4 GHz como a 5.8 GHz, y selecciona de forma automática el mejor canal de transmisión. OcuSync 2.0 reduce la latencia a 120-130 ms al mejorar el rendimiento de la cámara a través del algoritmo de decodificación de vídeo y el enlace inalámbrico. Al presionar el botón del enfoque/obturador hasta la mitad, se puede usar el enfoque automático durante el disparo, incluso en condiciones de poca luz.

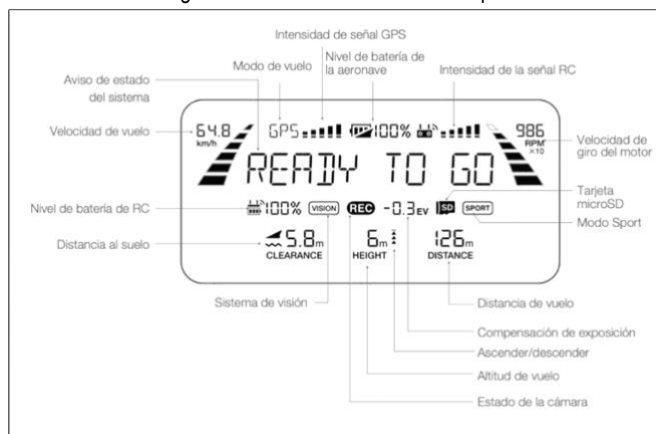
El Mavic 2 Enterprise admite el acercamiento/ alejamiento mediante el dial de ajuste del zoom. La pantalla LCD muestra varios estados del sistema, incluidos la telemetría de vuelo y el nivel de la batería en tiempo real.

Durante los procedimientos de vuelo el Piloto UAS debe verificar de manera permanente la condición de enlace C2, observando el comportamiento de la aeronave frente a degradación, baja intensidad o pérdida de enlace. En la aeronave Mavic 2 Enterprise el seguimiento por parte del Piloto

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

UAS se realiza observando el panel de control, el cual incluye la indicación de enlace (RC). En caso de pérdida de enlace, puede realizar automáticamente el procedimiento RTH.

Imagen 1. Pantalla LCV Mavic 2 Enterprise.



Fuente: Manual del usuario Mavic 2 Enterprise.


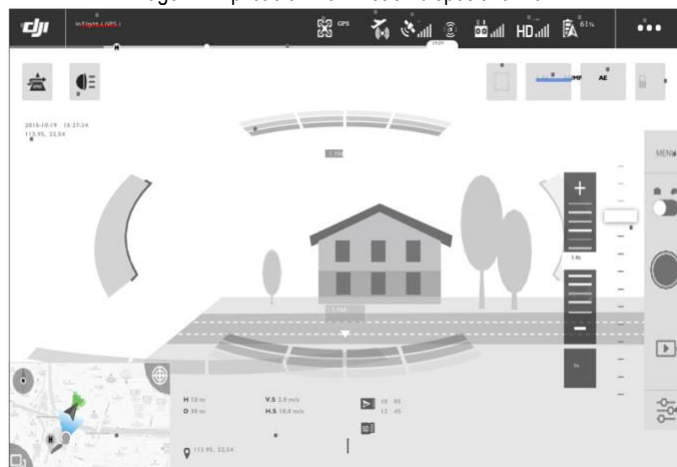

El vuelo manual integra una variedad de características profesionales que hacen que volar sea simple e intuitivo. Vuelo de misión admite la planificación del vuelo y le permite controlar el dron automáticamente, lo que hace que su flujo de trabajo sea mucho más simple y eficiente. : este icono muestra la intensidad de la señal del Control Remoto. El icono parpadeará cuando se reconozca una interferencia durante el vuelo. Cuando no haya advertencias en DJI Pilot, significará que la interferencia no afecta al funcionamiento ni a la experiencia de vuelo en general.

Imagen 2. Aplicación DJI Pilot en dispositivo móvil.



Fuente: Manual del usuario Mavic 2 Enterprise.

La función Regreso al punto de origen (RPO) hace que la aeronave vuelva al último punto de origen registrado. Hay tres tipos de RPO: RPO inteligente, RPO por batería baja y RPO de seguridad. En esta sección se describen estos tres casos en detalle.

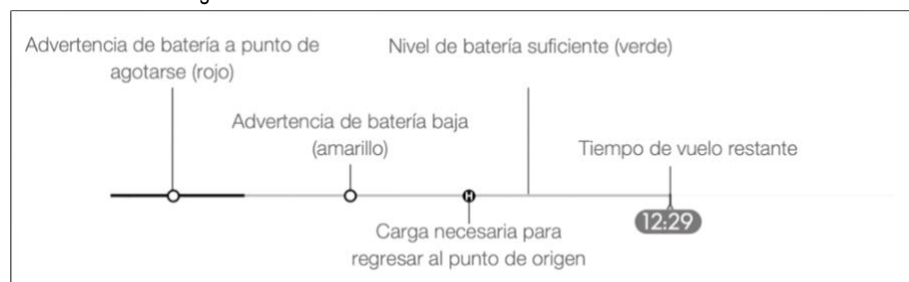
 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- RPO inteligente: si la señal GPS es lo suficientemente potente, se puede utilizar RPO inteligente para llevar la aeronave de vuelta al punto de origen. RPO inteligente se inicia manteniendo pulsado el botón RPO del control remoto. Salga del RPO inteligente pulsando el botón RPO del control remoto.
- RPO por batería baja: se activa cuando la Batería de Vuelo Inteligente se agota hasta un punto que pueda afectar al regreso seguro de la aeronave. Vuelva al punto de origen o aterrice la aeronave de inmediato cuando se le indique. DJI Pilot muestra una advertencia cuando el nivel de batería es bajo. La aeronave regresará automáticamente al punto de origen si no se realiza ninguna acción tras una cuenta atrás de 10 segundos. El usuario puede cancelar el procedimiento RPO al pulsar el botón RPO o el botón de detener vuelo en el control remoto.

Si se cancela el procedimiento RPO tras recibir una advertencia de nivel de batería bajo, puede que la Batería de Vuelo Inteligente no disponga de la carga suficiente para que la aeronave aterrice de forma segura, de modo que podría sufrir una caída o perderse. Los umbrales para las advertencias del nivel de batería se determinan automáticamente en función de la altitud actual de la aeronave y de su distancia al punto de origen.

La aeronave aterrizará automáticamente si el nivel de batería actual solo es suficiente para que la aeronave descienda desde la altitud actual. El usuario no puede cancelar el aterrizaje automático, pero sí puede utilizar el control remoto para modificar la orientación de la aeronave durante el proceso de aterrizaje.


Figura 5. Barra del indicador de nivel de batería de DJI Pilot



Fuente: Manual del usuario Mavic 2 Enterprise.

- RPO de seguridad: El sistema de visión frontal permite que la aeronave cree un mapa en tiempo real de su ruta de vuelo mientras vuela. Si se ha registrado previamente el punto de origen y la brújula funciona con normalidad, el RPO de seguridad se activará automáticamente si se pierde la señal del control remoto durante más de dos segundos.

Cuando se activa el RPO de seguridad, la aeronave comienza a volar hacia el punto de origen siguiendo la misma ruta que realizó durante la ida. Si la señal del control remoto se recupera en un plazo de 60 segundos a partir de la activación del RPO de seguridad, la aeronave hace vuelo estacionario en su ubicación actual durante 10 segundos y espera indicaciones del piloto.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

El usuario puede pulsar el botón RPO del control remoto para cancelar el RPO de seguridad y volver a tomar el control. Si el piloto no da indicaciones, la aeronave vuelve al punto de origen en línea recta. Si no se recupera la señal del control remoto en los 60 segundos posteriores a la activación del RPO de seguridad, la aeronave deja de seguir la misma ruta que durante la ida y vuela al punto de origen en línea recta.

El RPO inteligente, el RPO por batería baja y el RPO de seguridad siguen este procedimiento:

- a. La aeronave ajusta su orientación.
- b. Si la aeronave está a más de 20 m del punto de origen cuando comienza el procedimiento de RPO, ascenderá a la altitud de RPO preestablecida y luego volará al punto de origen a una velocidad de 12 m/s. Si la altitud actual es más alta que la altitud RPO, la aeronave volará al punto de origen a la altitud actual. Los sistemas de visión delantero y trasero están habilitados.
- c. Si la aeronave se encuentra entre 5 m y 20 m del punto de origen cuando comienza el procedimiento RPO:
  - Si la opción RPO a la altitud actual (RTH at Current Altitude) está activada, la aeronave regresará al punto de origen a la altitud a la que se encuentre, a menos que esta sea inferior a 2 m, en cuyo caso ascenderá a 2 m y volará al punto de origen a una velocidad de 3 m/s.
  - Si la opción RPO a la altitud actual está desactivada, la aeronave aterrizará inmediatamente.
- d. Si la aeronave está a menos de 5 m del punto de origen, aterrizará inmediatamente.
- e. Después de llegar al punto de origen, la aeronave aterrizará y los motores se detendrán.


Figura 6. Procedimiento RPO Mavic 2 Enterprise



Fuente: Manual del usuario Mavic 2 Enterprise.

### 12.1.3 Software para el planeamiento y control del vuelo.

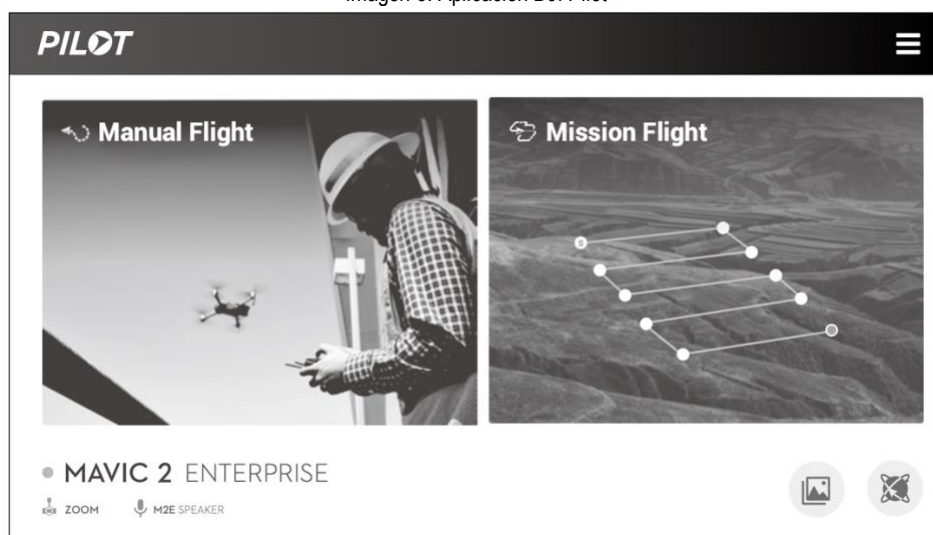
PNNC cumpliendo los postulados y principios del artículo 209 de la Constitución Política de Colombia y del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, a través de un proceso de contratación, adquiere los sistemas de aeronaves no tripuladas, el Software, las licencias y los servicios de mantenimiento de la aeronavegabilidad requeridos para garantizar que la operación UAS se realice de forma segura, empleando la última versión del software dispuesto por el

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

fabricante con la debida licencia que permite el uso del sistema, mientras se encuentran al servicio de la entidad.

La aplicación DJI Pilot está desarrollada específicamente para usuarios empresariales. El vuelo manual integra una variedad de características profesionales que hacen que volar sea simple e intuitivo. Vuelo de misión admite la planificación del vuelo y le permite controlar el dron automáticamente, lo que hace que su flujo de trabajo sea mucho más simple y eficiente.


Imagen 3. Aplicación DJI Pilot



Fuente: Manual del usuario Mavic 2 Enterprise.

Los Pilotos UAS de PNNC deben considerar cuidadosamente las directrices proporcionadas por el fabricante para el uso de la aplicación DJI Pilot, la cual se emplea como herramienta fundamental en el planeamiento y control de vuelos no tripulados. Cumplir con las recomendaciones no solo garantiza un funcionamiento óptimo del sistema, sino también la seguridad y la eficiencia durante las operaciones aéreas. Se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Asegúrese de haber cargado por completo su móvil antes de iniciar la aplicación DJI Pilot.
- El uso de DJI Pilot requiere conexión de datos móviles. Si en el sitio de vuelo no hay datos móviles, se debe realizar el planeamiento antes de llegar al sitio de vuelo, en un lugar donde se garanticen los datos móviles.
- Si va a usar un teléfono móvil como dispositivo de visualización, no acepte llamadas telefónicas ni use funciones de mensajería de texto durante el vuelo.
- Lea con atención todos los consejos de seguridad, mensajes de advertencia y renuncias de responsabilidad.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia antes de usar las funciones de despegue y aterrizaje automáticos.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y la renuncia de responsabilidad antes de ajustar la altitud más allá del límite predeterminado.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y la renuncia de responsabilidad antes de cambiar entre los modos de vuelo.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y las notificaciones de renuncia de responsabilidad cerca o dentro de las Zonas GEO.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia antes de usar los modos de vuelo inteligente.
- Aterrice la aeronave inmediatamente en una ubicación segura si aparece una alerta en la aplicación.
- Revise todos los mensajes de advertencia en la lista de verificación que se muestra en la aplicación antes de cada vuelo.
- Guarde en la caché los datos de mapa del área en la que va a volar la aeronave conectándose a Internet antes de cada vuelo.
- La aplicación está diseñada para ayudarlo durante el vuelo. Utilice el sentido común y NO confíe el control de la aeronave a la aplicación. El uso que haga de la aplicación está regido por las condiciones de uso de DJI Pilot y la política de privacidad de DJI. Léalos detenidamente en la aplicación.


#### Requisitos del entorno de vuelo:

- No utilice la aeronave en condiciones climáticas adversas, incluidas velocidades de viento superiores a 10 m/s, nieve, lluvia y niebla.
- Vuele en espacios abiertos. Las estructuras altas y las grandes estructuras metálicas pueden afectar a la precisión de la brújula de a bordo y del sistema GPS.
- Evite obstáculos, multitudes, líneas de alta tensión, árboles y masas de agua.
- Minimice las interferencias evitando zonas con altos niveles de electromagnetismo, como ubicaciones cercanas a líneas de tensión, estaciones base, subestaciones eléctricas y torres de radiodifusión.
- El rendimiento de la aeronave y de la batería depende de factores medioambientales, como la densidad del aire y la temperatura. Tenga mucho cuidado al volar a altitudes superiores a 6000 metros (19 685 pies) sobre el nivel del mar, ya que el rendimiento de la batería y la aeronave puede disminuir.
- El Mavic 2 no puede usar GPS en zonas polares. Utilice el sistema de visión inferior al volar en dichas ubicaciones.

#### **12.1.4 Batería.**

La batería incorporada tiene una capacidad de 3950 mAh y un tiempo de funcionamiento máximo de 2 horas y 15 minutos. El control remoto carga el dispositivo móvil con una capacidad de carga de 500 mAh a 5 V. El control remoto carga automáticamente los dispositivos Android. Para dispositivos iOS, asegúrese primero de que la carga esté habilitada en DJI Pilot. La carga para dispositivos iOS está deshabilitada de forma predeterminada y debe habilitarse cada vez que se enciende el control



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

remoto. La Batería de Vuelo Inteligente del Mavic 2 enterprise es una batería de 15.4 V y 3850 mAh con función de carga/ descarga inteligente. Se debe utilizar únicamente un adaptador de alimentación de CA aprobado por DJI para cargar la batería.


Características de la batería:

- Visualización del nivel de batería: los ledes muestran el nivel de batería actual.
- Función de descarga automática: para evitar que se hinche, la batería se descarga automáticamente por debajo del 60 % del nivel de batería máximo cuando está inactiva durante más de 10 días. La batería tarda aproximadamente entre tres y cuatro días en descargarse hasta el 65 %. Es normal notar un calor moderado procedente de la batería durante el proceso de descarga.
- Carga equilibrada: los voltajes de las celdas de la batería se equilibran automáticamente al cargarla.
- Protección contra sobrecarga: la carga se detiene automáticamente cuando la batería está completamente cargada.
- Detección de temperatura: la batería solo se carga a una temperatura de entre 5 y 40 °C (41 y 104 °F).
- Protección contra sobrecorriente: la batería deja de cargar si detecta un exceso de corriente.
- Protección contra sobredescarga: la descarga se detiene automáticamente para evitar una descarga excesiva.
- Protección contra cortocircuitos: la fuente de alimentación se corta automáticamente si se detecta un cortocircuito.
- Protección contra daños a las células de batería: DJI Pilot muestra un mensaje de advertencia al detectarse una célula de batería dañada.
- Modo Hibernación: a fin de ahorrar energía, la batería se desactiva después de 20 minutos de inactividad. Si el nivel de la batería es inferior al 10 %, la batería entra en modo Hibernación para evitar una sobredescarga. en el modo Hibernación, los indicadores del nivel de batería no se iluminan. Cargue la batería para salir del modo Hibernación.
- Comunicación: la información relativa al voltaje, capacidad y corriente de la batería se transmite a la aeronave.
- Calentamiento: las baterías de la serie Mavic 2 Enterprise son autocalentables, lo que las hace capaces de funcionar en condiciones climáticas adversas y frías a temperaturas tan bajas como los -20 °C (-4 °F).

Comprobación del nivel de batería: Los ledes de nivel de la batería muestran la carga restante. Cuando la batería esté apagada, pulse una vez el botón de encendido y los ledes de nivel de batería se iluminarán para mostrar el nivel de batería actual

Encendido/apagado: Pulse el botón de encendido una vez; a continuación, vuelva a pulsarlo y manténgalo así durante dos segundos para encender/apagar la batería.

Aviso de temperatura baja.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Calentamiento de la batería: Calentamiento manual: asegúrese de que la batería esté apagada. Mantenga pulsado el botón de encendido durante cinco segundos para iniciar el calentamiento manual de la batería. La batería se calentará si la temperatura es inferior a 6 °C (43 °F) y el nivel de batería es superior al 45 %. A medida que se calienta, el brillo de los ledes cambiará en consecuencia, señalando “sin ledes”, bajo, medio o alto. La batería dejará de calentarse cuando alcance los 8 °C (46 °F), y los ledes parpadearán en sentido horario para indicar que la temperatura de la batería está entre 8 y 10 °C (46 y 50 °F). Esto durará aproximadamente 20 minutos y, a continuación, la batería se apagará automáticamente.


Calentamiento automático: introduzca la batería en la aeronave y enciéndala. Cuando la temperatura de la batería esté por debajo de 6 °C (43 °F) y el nivel de batería esté por encima del 45 %, se calentará automáticamente y la temperatura se mantendrá entre 8 y 10 °C (46 y 50 °F).

Aviso de temperatura baja:

- La capacidad de la batería se reduce considerablemente al volar en entornos con baja temperatura entre -20 °C y 5 °C (-4° y 41 °F). Se recomienda calentar la batería antes de usarla, y asegúrese de cargarla completamente antes del despegue.
- Las baterías no se pueden utilizar a temperaturas inferiores a los -20 °C (-4 °F).
- Para garantizar un rendimiento óptimo de la batería, caliéntela de modo que la temperatura sea superior a 8 °C (46 °F) antes de su uso.
- La reducción de la capacidad de la batería en entornos de baja temperatura reduce la resistencia al viento de la aeronave. Vuele con precaución.
- Vuele con especial atención al volar a mucha altitud sobre el nivel del mar.
- La función de calentamiento no se puede iniciar cuando la temperatura de la batería es superior a 6 °C (43 °F) o el nivel de batería es inferior al 45 %.
- Cuando la temperatura es inferior a -20 °C (-4 °F), la batería activará la protección contra bajas temperaturas y no se encenderá. Cuando la temperatura de la batería alcance los -15 °C (5 °F) o más, la protección contra bajas temperaturas se desactiva automáticamente.

Carga de la batería:

- Cargue completamente la Batería de Vuelo Inteligente antes de usarla por primera vez.
- Conecte el adaptador de alimentación de CA a una fuente de alimentación (100-240 V, 50/60 Hz).
- Conecte la Batería de Vuelo Inteligente al adaptador de alimentación de CA con el cable de carga de la batería. La batería debe estar apagada.
- Los ledes de nivel de batería muestran el nivel de la batería durante la carga.
- La Batería de Vuelo Inteligente estará completamente cargada cuando todos los ledes de nivel de batería estén apagados. Desconecte el adaptador de alimentación de CA cuando la batería esté completamente cargada.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Tiempo de carga: 1 hora y 30 minutos.

#### **12.1.5 Seguridad de la batería.**

PNNC, en cumplimiento con la normativa vigente sobre la disposición responsable de las baterías de aeronaves no tripuladas que han llegado al final de su vida útil, implementa rigurosamente el “PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS”, desarrollado como parte del “SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)”. Dicho programa tiene como finalidad asegurar que el manejo, almacenamiento y disposición final de estos residuos se lleve a cabo de manera ambientalmente sostenible y conforme a las buenas prácticas internacionales. Además, este procedimiento es monitoreado y supervisado directamente por el Jefe de Pilotos UAS, quien garantiza el cumplimiento efectivo de los protocolos establecidos para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad dentro de las operaciones de PNNC. Además, se deben cumplir las siguientes normas de seguridad con las baterías:


- No cargue una Batería de Vuelo Inteligente inmediatamente después del vuelo; puede que su temperatura sea demasiado alta. Espere hasta que se enfríe a temperatura ambiente antes de volver a cargarla.
- El adaptador de alimentación de CA dejará de cargar la batería si la temperatura de la célula de batería no se encuentra dentro del rango de funcionamiento 5-40 °C (41-104 °F). La temperatura ideal de carga es de 22-28 °C (71.6-82.4 °F).
- Cargue totalmente la batería al menos una vez cada tres meses para mantenerla en buenas condiciones.
- Por razones de seguridad, mantenga las baterías a un nivel de carga bajo durante su transporte. Esto se puede hacer volando la aeronave al aire libre hasta que quede menos del 30 % de carga.

#### **12.1.6 Almacenamiento y transporte.**

Para garantizar un almacenamiento y transporte adecuado, es imprescindible que la aeronave se mantenga con todos sus accesorios en el estuche de transporte oficial proporcionado por el fabricante. Esto asegura la protección de los componentes durante su traslado y previene posibles daños derivados de condiciones externas. Además, es fundamental observar las siguientes directrices específicas para el almacenamiento:

- Utilizar una bodega diseñada exclusivamente para este propósito, que asegure una temperatura constante que no exceda los 25 °C.
- Colocar la aeronave en los estuches proporcionados por el fabricante, asegurándose de incluir todos los accesorios, excepto las baterías.

Para el adecuado almacenamiento de las baterías, es imprescindible observar ciertas condiciones específicas que aseguren su integridad y prolonguen su vida útil. Estas condiciones no solo garantizan la preservación de su funcionalidad, sino que también minimizan riesgos asociados al

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

manejo incorrecto. A continuación, se detallan las recomendaciones fundamentales para el almacenamiento adecuado de las baterías:

- Mantenga la batería fuera del alcance de los niños y las mascotas.
- No deje la batería cerca de fuentes de calor como hornos o calentadores.
- Almacene siempre la batería a una temperatura no superior de 25 °C (77 °F).
- Mantenga siempre la batería seca. No exponga la batería al agua.
- Nunca intente viajar con una batería dañada o una batería con un nivel de potencia superior al 30 % o inferior al 20 %.
- Para almacenamiento de larga duración (>1 semana), se recomienda cargar / descargar la batería a un 75 % de capacidad. No almacene la batería completamente descargada.

Estas medidas garantizan la preservación de la funcionalidad y la seguridad del equipo durante su tiempo fuera de operación o en traslado.


#### **12.1.7 Programa de mantenimiento.**

PNNC, en cumplimiento de lo estipulado en el Manual de Control de Mantenimiento y de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, garantiza que todas las labores de reparación y mantenimiento de las aeronaves no tripuladas sean realizadas exclusivamente por distribuidores autorizados y certificados en procedimientos de reparación. Este enfoque asegura la integridad y confiabilidad operativa de las aeronaves.

En caso de que las aeronaves experimenten colisiones, impactos, o cualquier tipo de evento adverso que afecte su estructura o funcionalidad, se debe proceder con un mantenimiento correctivo especializado. Este tipo de mantenimiento comprende una serie de actividades técnicas destinadas a corregir daños estructurales, realizar procedimientos avanzados de mantenimiento, y efectuar pruebas exhaustivas tanto del hardware como del software de la aeronave. Todas estas acciones serán ejecutadas por personal técnico cualificado perteneciente al distribuidor autorizado, garantizando así que las aeronaves cumplan con los más altos estándares de seguridad y eficacia en sus operaciones futuras. El programa de mantenimiento incluye los siguientes procedimientos:

- Mantenimiento Mayor.
- Mantenimiento correctivo.
- Hard time (ht); tiempo límite de overhaul o vida límite de una parte.
- On-condition (oc).
- Condition monitoring (monitoreo por condición) (cm).

PNNC, alineándose con las especificaciones técnicas y recomendaciones proporcionadas por los fabricantes de las aeronaves DJI, establece que el mantenimiento mayor de estas se debe realizar siguiendo una periodicidad de 200 horas de vuelo acumuladas o cada seis meses, dependiendo de cuál de estas condiciones se cumpla primero. Este enfoque asegura que las aeronaves no tripuladas

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	---	---

mantengan un estado óptimo de funcionamiento y cumplan con los más altos estándares de seguridad y operatividad, garantizando así su confiabilidad en misiones críticas y su longevidad en el tiempo.

Con el propósito de garantizar el cumplimiento riguroso de las especificaciones técnicas y las recomendaciones establecidas por los fabricantes, la persona natural o jurídica contratada por PNNC para la ejecución del mantenimiento mayor o correctivo de las aeronaves no tripuladas debe, al momento de suscribir el contrato, debe informar por escrito tanto al supervisor del contrato como al Jefe de Pilotos UAS sobre los cronogramas y tiempos proyectados para la realización de estos mantenimientos.

Dicha información deberá incluir de manera detallada la programación para cada aeronave, basada en las especificaciones proporcionadas por el fabricante, y será objeto de verificación por parte de la Aerocivil. Este proceso busca constatar que el contratista esté ejecutando los mantenimientos mayores conforme a las recomendaciones técnicas, asegurando, de esta forma, que las aeronaves se mantengan en condiciones óptimas de aeronavegabilidad durante todas las operaciones de vuelo y cumplan con los estándares más altos de seguridad y eficiencia.


Esta gestión minuciosa no solo fortalece la confiabilidad operativa de las aeronaves, sino que también contribuye a la longevidad y sostenibilidad de los equipos en sus diversas misiones críticas, asegurando un desempeño superior en cada una de sus aplicaciones.

## **12.2 Aeronave DJI MAVIC AIR 3**

DJI Mavic Air 3 cuenta con un sistema de visión omnidireccional y un sistema de detección por infrarrojos tridimensional, es capaz de realizar vuelo estacionario y vuelo normal tanto en interiores como al aire libre, y puede ejecutar el regreso al punto de origen de forma automática, detectando y esquivando obstáculos en todas las direcciones. La aeronave tiene una velocidad máxima de vuelo de 75.6 km/h (47 mph) y un tiempo máximo de vuelo de 46 minutos. DJI Air 3 puede funcionar con los controles remotos DJI RC 2 y DJI RC-N2.

Estabilizador y cámara: DJI Air 3 está equipado con un sistema de dos cámaras con sensores de 1/1.3 pulgadas. Además de la cámara con gran angular de 24 mm F1.7, se ha incorporado una telecámara intermedia de 70 mm F2.8. Ambas cámaras admiten la toma de fotos de 48 MP y la grabación de videos 4K/60 fps y son compatibles con el modo de color D-Log M de 10 bits. La cámara con gran angular admite un zoom máximo de 3×, mientras que la telecámara intermedia admite un zoom máximo de 9×.

Transmisión de video: Con la tecnología O4 de transmisión de largo alcance de DJI (OCUSYNC 4.0), DJI Air 3 ofrece un alcance máximo de transmisión de 20 km y una calidad de video de hasta 1080p a 60 fps desde la aeronave hasta la aplicación DJI Fly. El control remoto funciona a 2.4, 5.8 y 5.1 GHz, y permite seleccionar automáticamente el mejor canal de transmisión.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	---	---

Modos de vuelo inteligentes: Gracias al Sistema avanzado de asistencia al piloto 5.0 (APAS 5,0), la aeronave puede detectar y esquivar rápidamente obstáculos en todas las direcciones mientras el usuario vuela la aeronave, con lo que el vuelo ganará en seguridad, y el vídeo, en suavidad. Los modos de vuelo inteligentes, como FocusTrack, MasterShots, QuickShots, Hyperlapse y Vuelo de trayectoria, permiten a los usuarios capturar vídeos de calidad cinematográfica sin esfuerzo.


- La velocidad máxima de vuelo se probó a nivel del mar sin viento. El tiempo máximo de vuelo se probó en un entorno sin viento volando a una velocidad constante de 28.8 km/ h (17.9 mph).
- Los dispositivos de control remoto alcanzan su distancia máxima de transmisión (según los criterios de la FCC) en una zona totalmente abierta, sin interferencias electromagnéticas y con la aeronave a una altitud de unos 120 m (400 ft). La distancia máxima de transmisión hace referencia a la distancia máxima desde la que la aeronave puede seguir enviando y recibiendo transmisiones. No hace referencia a la distancia máxima que la aeronave es capaz de recorrer en un único vuelo.
- Algunas regiones no admiten la banda de frecuencias de 5.8 GHz. Respete la legislación y las normativas locales.
- La banda 5.1 GHz solo se puede usar en países y regiones cuya legislación y normativas lo permita.
- La velocidad máxima de vuelo es 68.4 km/h (42.5 mph) en la Unión Europea (UE), y 75.6 km/h (47 mph) en otros países y regiones.

### 12.2.1 Especificaciones técnicas.

Para la interpretación de las especificaciones técnicas se debe tener en cuenta que el tiempo de vuelo es reducido con el incremento de la altitud de vuelo y dependiendo las condiciones meteorológicas. Las aeronaves no tripuladas han sido probadas en condiciones de atmósfera estándar internacional.

Tabla 3. Especificaciones aeronave Mavic Air 3.

<b>AERONAVE DJI MAVIC AIR 3</b>	
Peso de despegue	720 gramos
Dimensiones	Plegada (sin hélices): 207 × 100.5 × 91.1 mm Desplegada (sin hélices): 258.8 × 326 × 105.8 mm
Velocidad máxima de ascenso.	10 m/s
Velocidad máxima de descenso	10 m/s
Velocidad horizontal máxima	21 m/s
Altitud máxima de despegue	6000 m
Tiempo máximo de vuelo	46 minutos
Tiempo máximo de vuelo estacionario	42 minutos
Distancias máxima de vuelo	32 km
Resistencia máxima al viento	12 m/s
Ángulo máximo de inclinación	35°
Temperaturas de funcionamiento	De -10 a 40 °C (de 14 a 104 °F)
GNSS	GPS + Galileo + BeiDou
<b>CÁMARA</b>	
Sensor de imagen	Cámara con gran angular: CMOS 1/1.3"; píxeles efectivos: 48 MP

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>	<b>Código: XX-MN-XX</b> <b>Versión: Original</b> <b>Vigente desde:</b> <b>31/12/2025</b>
--	--	---


<b>ESTABILIZADOR</b>	
Tamaño de imagen máxima	Telecámara intermedia: CMOS 1/1.3"; píxeles efectivos: 48 MP Cámara con gran angular: 8064×6048 Telecámara intermedia: 8064×6048
Formato de fotografía	JPEG/DNG (RAW)
Formato de video	MP4 (MPEG-4 AVC/H.264, HEVC/H.265)
Estabilización	3 ejes (inclinación, rotación, paneo) Inclinación: de -135 a 70° Rotación: de -50 a 50° Paneo: de -27 a 27°
Rango mecánico	Inclinación: de -90 a 60°
<b>BATERÍA DE VUELO INTELIGENTE</b>	
Capacidad de la batería	4241 mAh
Voltaje	14.76 V
Voltaje de carga máximo	17 V
Tipo de batería	LiPo 4S
Energía	62.6 Wh
Peso	267 g
Temperatura de carga	De 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F)
Tiempo de carga	Aprox. 80 minutos (con cargador portátil de 65 W DJI) Aprox. 60 minutos (con adaptador de corriente USB-C 100 W DJI y el centro de carga de baterías DJI Air 3)
<b>CARGADOR</b>	
Entrada	100-240 V; 50/60 Hz; 1,8 A
Salida	Principal: 17.6 V 3.41 A o 17.0 V 3.53 A USB: 5 V 2 A
Voltaje	17.6 ± 0.1 V o 17.0 V ± 0.1 V
Potencia nominal	65 W
<b>CONTROL REMOTO</b>	
Tiempo máximo de funcionamiento	Sin cargar ningún dispositivo móvil: 6 horas Cargando un dispositivo móvil: 3.5 horas
Tamaño máximo admitido de dispositivo móvil	180 × 86 × 10 mm
Temperatura de funcionamiento	De -10 a 40 °C (de 14 a 104 °F)
Temperatura de carga	De 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F)
Tiempo de carga	2.5 horas
Capacidad de la batería	18.72 Wh (3.6 V, 2600 mAh × 2)
Tipo de batería	18650 de iones de litio
Dimensiones	104.22 × 149.95 × 45.25 mm
Peso	375 g
Frecuencia de funcionamiento	2.4000-2.4835 GHz, 5.170-5.250 GHz, 5.725-5.850 GHz
Potencia del transmisor (PIRE)	2.4 GHz: <33 dBm (FCC), <20 dBm (CE/SRRC/MIC) 5.1 GHz: <23 dBm (CE) 5.8 GHz: <33 dBm (FCC), <14 dBm (CE), <30 dBm (SRRC)

Fuente: Manual del usuario Mavic Air 3.

### 12.2.2 Condiciones de enlace C2.

Cuando se usa con DJI Air 3, el control remoto DJI RC 2 cuenta con transmisión de vídeo O4 y funciona en las bandas de frecuencia de 2.4, 5.8 y 5.1 GHz. Es capaz de seleccionar el mejor canal de transmisión automáticamente y puede transmitir una vista HD en directo en 1080p a 60 fps desde la aeronave al control remoto a una distancia máxima de 20 km (12.4 mi) (en cumplimiento de los estándares de la FCC; mediciones obtenidas en un área totalmente abierta sin interferencias).



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

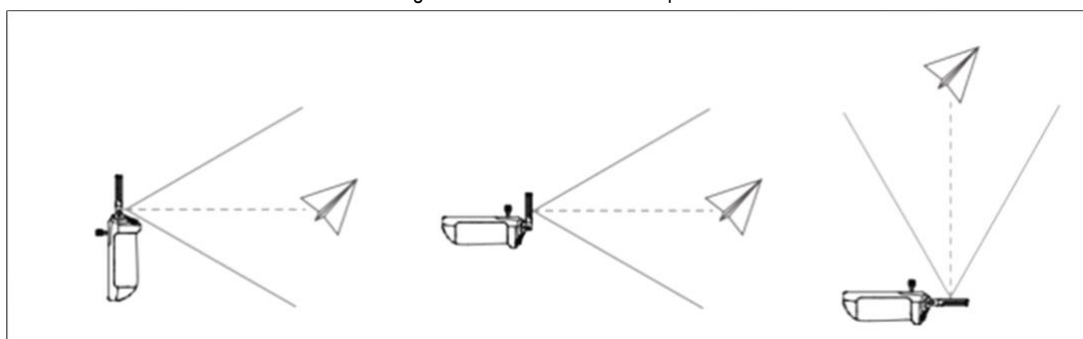
Equipado con una pantalla táctil de 5.5 pulgadas (resolución de 1920×1080 píxeles) y una amplia gama de controles y botones personalizables, el DJI RC 2 permite a los usuarios controlar fácilmente la aeronave y cambiar su configuración de forma remota. El DJI RC 2 viene con muchas otras funciones, como GNSS integrado (GPS + Galileo + BeiDou), Bluetooth y conexión Wi-Fi.

Este control remoto cuenta con palancas de control extraíbles, altavoces integrados y una memoria interna de 32 GB, y admite el uso de una tarjeta microSD si se necesita memoria adicional. La batería, de 6200 mAh y 22.32 Wh, proporciona al control remoto un tiempo de funcionamiento máximo de tres horas.

**Alerta del control remoto:** El control remoto emite un pitido cuando hay un error o una advertencia. Se debe prestar atención cuando aparezcan mensajes en la pantalla táctil o en DJI Fly. Deslice hacia abajo desde la parte superior de la pantalla y seleccione Silencio para desactivar todas las alertas, o bien deslice la barra de volumen a 0 para desactivar algunas alertas. El control remoto emite una alerta durante el procedimiento RPO. Esta alerta no se puede cancelar. El control remoto emite una alerta cuando el nivel de batería del control remoto es bajo (6 % a 10 %). La alerta de nivel de batería bajo se puede cancelar presionando el botón de encendido. La alerta de nivel crítico de batería baja, que se activa cuando el nivel de batería es inferior al 5 %, no se puede cancelar.

**Zona de transmisión óptima:** la señal entre la aeronave y el control remoto es más fiable cuando las antenas están situadas respecto a la aeronave como se ilustra en la siguiente imagen. El alcance de transmisión óptimo se logra cuando las antenas están orientadas hacia la aeronave y el ángulo entre estas y la parte posterior del control remoto es de 180° o 270°.


Imagen 4. Zona de transmisión óptima.



Fuente: Manual del usuario Mavic Air 3.

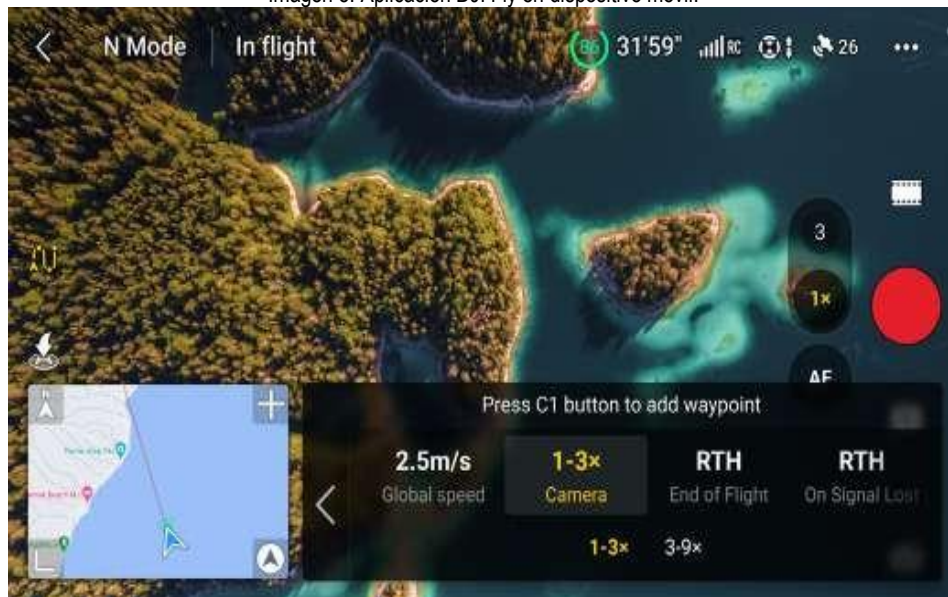
- No use otros dispositivos inalámbricos que funcionen a la misma frecuencia que el control remoto. De lo contrario, el control remoto experimentará interferencias.
- Se mostrará un aviso en DJI Fly si la señal de transmisión es débil durante el vuelo. Ajuste las antenas para asegurarse de que la aeronave esté dentro del alcance de transmisión óptimo.

Durante los procedimientos de vuelo el Piloto UAS debe verificar de manera permanente la condición de enlace C2, observando el comportamiento de la aeronave frente a degradación, baja

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

intensidad o pérdida de enlace. En la aeronave Mavic Air 3 el seguimiento por parte del Piloto UAS se realiza observando el panel de control, el cual incluye la indicación de enlace (RC). En caso de pérdida de enlace, la aeronave puede realizar automáticamente el procedimiento RTH.



Imagen 5. Aplicación DJI Fly en dispositivo móvil.




Fuente: Manual del usuario Mavic Air 3.

El vuelo manual integra una variedad de características profesionales que hacen que volar sea simple e intuitivo. Vuelo de misión admite la planificación del vuelo y le permite controlar el dron automáticamente, lo que hace que su flujo de trabajo sea mucho más simple y eficiente. El icono RC muestra la intensidad de la señal del Control Remoto. El icono parpadeará cuando se reconozca una interferencia durante el vuelo. Cuando no haya advertencias adicionales en DJI Fly, significará que la interferencia no afecta al funcionamiento ni a la experiencia de vuelo en general.

Regreso al punto de origen: la función Regreso al punto de origen (RPO) lleva la aeronave de vuelta al último punto de origen registrado, siempre que el sistema de posicionamiento funcione con normalidad. Hay tres modos de RPO: RPO inteligente, RPO por batería baja y RPO de seguridad. La aeronave volará automáticamente de regreso y aterrizará en el punto de origen cuando se inicie RPO inteligente, la aeronave entre en RPO por batería baja o se pierda la señal de control entre el control remoto y la aeronave. RPO también se activará en otras situaciones anómalas, como cuando se pierde la transmisión de vídeo.

RPO inteligente: si la señal GNSS es lo suficientemente intensa, se puede utilizar RPO inteligente para llevar la aeronave de vuelta al punto de origen. El RPO inteligente se inicia al pulsar  en la aplicación DJI Fly o al mantener presionado el botón RPO del control remoto hasta que suene un pitido. Para salir del RPO inteligente, pulse  en la aplicación DJI Fly o presione el botón

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

RPO del control remoto. Después de salir de RPO, los usuarios recuperarán el control de la aeronave.

RPO avanzado: el RPO avanzado se activa si la iluminación es suficiente y el entorno es adecuado para los sistemas de visión cuando se activa el RPO inteligente. La aeronave planificará automáticamente la mejor ruta RPO, que se mostrará en la aplicación DJI Fly y se ajustará de acuerdo con el entorno.


RPO por batería baja: cuando el nivel de la batería de vuelo inteligente sea demasiado bajo y no haya suficiente energía para regresar al origen, aterrice la aeronave tan pronto como sea posible. Para evitar peligros innecesarios debido a una energía insuficiente, la aeronave calcula automáticamente si la batería tiene bastante carga para regresar al punto de origen de acuerdo con la posición, el entorno y la velocidad de vuelo actuales. Aparecerá un aviso de advertencia en la aplicación DJI Fly cuando el nivel de batería sea bajo y solo sea suficiente para completar un vuelo de RPO. La aeronave volará automáticamente al punto de origen si no se hace nada después de una cuenta atrás de 10 segundos.

El usuario puede cancelar el RPO si presiona el botón RPO del control remoto. La advertencia de nivel de batería bajo se muestra una sola vez durante el vuelo. Si se cancela el procedimiento RPO tras recibir esta advertencia, puede que la batería de vuelo inteligente no disponga de carga suficiente para que la aeronave aterrice de forma segura, de modo que esta podría estrellarse o perderse.

La aeronave aterrizará automáticamente si el nivel de batería actual solo es suficiente para que descienda desde su altitud actual. El aterrizaje automático no se puede cancelar, pero el control remoto se puede usar durante dicha maniobra para controlar el movimiento horizontal y la velocidad de descenso de la aeronave. Si hay suficiente energía, la palanca del acelerador se puede usar para hacer que la aeronave ascienda a una velocidad de 1 m/s. Durante el aterrizaje automático, mueva la aeronave horizontalmente para encontrar un lugar adecuado para aterrizar lo antes posible. La aeronave caerá si el usuario sigue moviendo la palanca del acelerador hacia arriba hasta que no quede energía.

RPO de seguridad: se trata de la acción que la aeronave debe realizar si se pierde la señal del control remoto. Hay tres opciones disponibles: RPO, Aterrizar o Vuelo estacionario. Y se establece con DJI Fly en Configuración > Seguridad > Configuración avanzada de seguridad. Si se ha registrado previamente el punto de origen y la brújula funciona con normalidad, el RPO de seguridad se activará automáticamente si se pierde la señal del control remoto durante más de seis segundos.

Cuando la iluminación es suficiente y los sistemas de visión funcionan con normalidad, DJI Fly mostrará la ruta del RPO que generó la aeronave antes de que se perdiera la señal del control remoto. La aeronave iniciará el RPO con el RPO avanzado según la configuración del RPO. La aeronave permanecerá en el RPO incluso si se restablece la señal del control remoto. DJI Fly

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---


actualiza la ruta del RPO en consecuencia. Cuando la iluminación no sea suficiente y los sistemas de visión no estén disponibles, la aeronave entrará en el RPO por ruta original.

### **12.2.3 Software para el planeamiento y control del vuelo.**

PNNC cumpliendo los postulados y principios del artículo 209 de la Constitución Política de Colombia y del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, a través de un proceso de contratación, adquiere los sistemas de aeronaves no tripuladas, el Software, las licencias y los servicios de mantenimiento de la aeronavegabilidad requeridos para garantizar que la operación UAS se realice de forma segura, empleando la última versión del software dispuesto por el fabricante con la debida licencia que permite el uso del sistema, mientras se encuentran al servicio de PNNC.

Es fundamental que los Pilotos UAS de PNNC consideren las directrices proporcionadas por el fabricante al utilizar la aplicación DJI Fly, un software esencial para el planeamiento y la gestión del vuelo. Estas recomendaciones están diseñadas para garantizar un uso seguro y eficiente de los sistemas de aeronaves no tripuladas, maximizando su funcionalidad y reduciendo riesgos operativos. A continuación, se detallan las medidas más importantes que deben observarse antes y durante el uso del software, en cumplimiento con las mejores prácticas de operación.

- Asegúrese de haber cargado por completo su móvil antes de iniciar la aplicación DJI Fly.
- El uso de DJI Fly requiere conexión de datos móviles. Si en el sitio de vuelo no hay datos móviles, se debe realizar el planeamiento antes de llegar al sitio de vuelo, en un lugar donde se garanticen los datos móviles.
- Si va a usar un teléfono móvil como dispositivo de visualización, no acepte llamadas telefónicas ni use funciones de mensajería de texto durante el vuelo.
- Lea con atención todos los consejos de seguridad, mensajes de advertencia y renunciaciones de responsabilidad.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia antes de usar las funciones de despegue y aterrizaje automáticos.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y la renuncia de responsabilidad antes de ajustar la altitud más allá del límite predeterminado.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y la renuncia de responsabilidad antes de cambiar entre los modos de vuelo.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y las notificaciones de renuncia de responsabilidad cerca o dentro de las Zonas GEO.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia antes de usar los modos de vuelo inteligente.
- Haga aterrizar la aeronave de inmediato en una ubicación segura si en la aplicación aparece un aviso en el que se lo solicite.
- Antes de cada vuelo, revise todos los mensajes de advertencia de la lista de comprobación que se muestran en la aplicación.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Guarde en el caché los datos cartográficos del área en la que tenga previsto pilotear la aeronave conectándose a internet antes de cada vuelo.


Requisitos del entorno de vuelo:

- No vuele la aeronave en condiciones climáticas adversas, incluidos vientos con velocidades superiores a 12 m/s, nieve, lluvia, niebla, granizo, hielo o tormentas eléctricas.
- Solo vuele en espacios abiertos. Los edificios altos y las estructuras metálicas grandes pueden afectar la precisión de la brújula y el sistema GNSS a bordo. Se recomienda mantener la aeronave alejada al menos 5 m de cualquier estructura.
- Evite obstáculos, multitudes, líneas de tensión de alto voltaje, árboles y cuerpos de agua (la altura recomendada es de al menos 3 m sobre el agua).
- Minimice las interferencias evitando zonas con altos niveles de electromagnetismo, como ubicaciones cercanas a líneas de tensión, estaciones base, subestaciones eléctricas y torres de radiodifusión.
- No despegue a una altitud superior a 6000 m (19 685 ft) sobre el nivel del mar. El rendimiento de la aeronave y su batería se ve limitado cuando se vuela a gran altura. Vuele con cuidado.
- El GNSS no se puede usar con la aeronave en las regiones polares. Use los sistemas de visión en su lugar.
- No despegue desde objetos en movimiento como automóviles, barcos y aviones.
- No use la aeronave, el control remoto, la batería, el cargador de batería ni el centro de carga de baterías cerca de lugares donde haya o se hayan producido accidentes, incendios, explosiones, inundaciones, tsunamis, avalanchas, desprendimientos, terremotos, tormentas de polvo, tormentas de arena, niebla salina u hongos.
- Use o pilote la aeronave, el control remoto, la batería, el cargador de batería y el centro de carga de baterías en un entorno seco.
- No use ni pilote la aeronave en un entorno donde haya riesgo de incendio o de explosión.
- No vuele la aeronave cerca de bandadas de pájaros.

#### **12.2.4 Batería.**

La batería de vuelo inteligente DJI Air 3 es una batería de 14.76 V y 4241 mAh con función de carga y descarga inteligente. Características de la batería:

- Los ledes de nivel de batería muestran el nivel de batería actual.
- Función de descarga automática: para evitar que se hinche, la batería se descarga automáticamente al 96 % de su nivel si queda inactiva durante tres días, y hasta el 60 % si queda inactiva durante nueve días. Es normal notar un calor moderado procedente de la batería durante el proceso de descarga.
- Carga equilibrada: los voltajes de las celdas de la batería se equilibran automáticamente al cargar.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---


- Protección contra sobrecarga: la carga se detiene automáticamente cuando la batería está cargada por completo.
- Detección de temperatura: para prevenir cualquier daño, la batería solo se carga a una temperatura de entre 5 y 40 °C (entre 41 y 104 °F).
- Protección contra sobrecorriente: la batería deja de cargarse si se detecta un exceso de corriente.
- Protección contra sobredescargas: la descarga se detiene automáticamente para evitar una descarga excesiva al no usar la batería. La protección contra sobredescarga no está activada cuando se está usando la batería.
- Protección contra cortocircuitos: la fuente de alimentación se corta automáticamente si se detecta un cortocircuito.
- Protección contra daños a las celdas de batería: la aplicación mostrará un aviso de advertencia cuando se detecte una celda de batería dañada.
- Modo Hibernación: a fin de ahorrar energía, la batería se desactiva después de 5-20 segundos de inactividad. Si el nivel de batería es inferior al 5 %, la batería entra en modo Hibernación para evitar una descarga excesiva después de estar seis horas en reposo. En el modo Hibernación, los ledes de nivel de batería no se iluminan cuando se presiona el botón de encendido. Cargue la batería para salir del modo de hibernación.
- Comunicación: la información relativa al voltaje, la capacidad y la corriente de la batería se transmite a la aeronave.
- Instrucciones de mantenimiento: la batería comprueba automáticamente las diferencias de voltaje entre las celdas de la batería y decide si se necesita mantenimiento. Si se necesita mantenimiento, los cuatro ledes de nivel de batería parpadearán dos veces por segundo, y parpadearán durante dos segundos cuando el usuario presione el botón de encendido para comprobar el nivel de batería. En ese caso, si la batería está encendida e insertada en la aeronave, esta no podrá despegar, y aparecerá un aviso de mantenimiento en DJI Fly. Si los ledes de nivel de batería parpadean indicando la necesidad de mantenimiento o si el aviso de mantenimiento aparece en DJI Fly, siga el aviso que indica que la batería debe cargarse por completo y, cuando esta esté cargada totalmente, déjela reposar durante 48 horas. Si la batería sigue sin funcionar tras realizar dos veces dicho procedimiento de mantenimiento, póngase en contacto con Asistencia Técnica de DJI.

Encendido/Apagado: pulse una vez el botón de encendido y luego vuelva a presionarlo y manténgalo presionado durante dos segundos para encender o apagar la batería. Cuando la batería está encendida, los ledes de nivel de batería muestran el nivel de carga de esta. Los ledes de nivel de batería se apagan cuando se apaga la batería.

Aviso de temperatura baja:

- La capacidad de la batería se reduce significativamente cuando se vuela a bajas temperaturas de -10 a 5 °C (14 a 41 °F). Se recomienda mantener la aeronave en vuelo estacionario durante un rato para calentar la batería. Asegúrese de cargar completamente la batería antes del despegue.



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Las baterías no se pueden usar en entornos con temperaturas inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$ ).
- En entornos de baja temperatura, termine el vuelo en cuanto la aplicación DJI Fly muestre la advertencia de nivel de batería bajo.
- Para garantizar un rendimiento óptimo de la batería, mantenga la temperatura de la batería por encima de  $20^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$ ).
- La reducción de la capacidad de la batería en entornos de baja temperatura reduce la resistencia a la velocidad del viento de la aeronave. Vuele con cuidado.
- Extreme las precauciones cuando vuele a elevadas altitudes sobre el nivel del mar con temperaturas bajas.

Carga de la batería: cargue completamente la batería antes de cada uso. Se recomienda usar los dispositivos de carga proporcionados por DJI, como el centro de carga de baterías DJI Air 3, el adaptador de corriente USB-C 100 W DJI, el cargador portátil de 65 W DJI o cargadores USB Power Delivery de otros proveedores. Visite la tienda online DJI oficial para obtener más información sobre dispositivos de carga oficiales de DJI.

#### **12.2.5 Seguridad de la batería.**


PNNC, en cumplimiento con la normativa vigente sobre la disposición responsable de las baterías de aeronaves no tripuladas que han llegado al final de su vida útil, implementa rigurosamente el “PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS”, desarrollado como parte del “SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)”. Dicho programa tiene como finalidad asegurar que el manejo, almacenamiento y disposición final de estos residuos se lleve a cabo de manera ambientalmente sostenible y conforme a las buenas prácticas internacionales. Además, este procedimiento es monitoreado y supervisado directamente por el Jefe de Pilotos UAS, quien garantiza el cumplimiento efectivo de los protocolos establecidos para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad dentro de las operaciones de PNNC. Además, se deben cumplir las siguientes normas de seguridad con las baterías:

- No cargue las baterías de vuelo inteligentes inmediatamente después del vuelo, ya que pueden estar demasiado caliente. Espere a que la batería se enfríe a temperatura ambiente antes de volver a cargarla.
- El cargador deja de cargar la batería si la temperatura de la celda no está entre  $5^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$  (entre  $41^{\circ}\text{F}$  y  $104^{\circ}\text{F}$ ). La temperatura de carga ideal es de  $22^{\circ}\text{C}$  a  $28^{\circ}\text{C}$  (de  $71.6^{\circ}\text{F}$  a  $82.4^{\circ}\text{F}$ ).
- Cargue completamente la batería al menos una vez cada tres meses para mantenerla en buenas condiciones.
- Antes del transporte, se recomienda descargar las baterías al 30 % o menos. Esto se puede hacer volando la aeronave al aire libre hasta que quede menos del 30 % de carga.

#### **12.2.6 Almacenamiento y transporte.**

Para garantizar un almacenamiento y transporte adecuado, es imprescindible que la aeronave se mantenga con todos sus accesorios en el estuche de transporte oficial proporcionado por el



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

fabricante. Esto asegura la protección de los componentes durante su traslado y previene posibles daños derivados de condiciones externas. Además, es fundamental observar las siguientes directrices específicas para el almacenamiento:

- Utilizar una bodega diseñada exclusivamente para este propósito, que asegure una temperatura constante que no exceda los 25 °C.
- Colocar la aeronave en los estuches proporcionados por el fabricante, asegurándose de incluir todos los accesorios, excepto las baterías.

Para el adecuado almacenamiento de las baterías, es imprescindible observar ciertas condiciones específicas que aseguren su integridad y prolonguen su vida útil. Estas condiciones no solo garantizan la preservación de su funcionalidad, sino que también minimizan riesgos asociados al manejo incorrecto. A continuación, se detallan las recomendaciones fundamentales para el almacenamiento adecuado de las baterías:


- Mantenga la batería fuera del alcance de los niños y las mascotas.
- No deje la batería cerca de fuentes de calor como hornos o calentadores.
- Almacene siempre la batería a una temperatura no superior de 25 °C (77 °F).
- Mantenga siempre la batería seca. No exponga la batería al agua.
- Nunca intente viajar con una batería dañada o una batería con un nivel de potencia superior al 30 % o inferior al 20 %.
- Para almacenamiento de larga duración (>1 semana), se recomienda cargar / descargar la batería a un 75 % de capacidad. No almacene la batería completamente descargada.

Estas medidas garantizan la preservación de la funcionalidad y la seguridad del equipo durante su tiempo fuera de operación o en traslado.

### **12.2.7 Programa de mantenimiento.**

PNNC, en cumplimiento de lo estipulado en el Manual de Control de Mantenimiento y de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, garantiza que todas las labores de reparación y mantenimiento de las aeronaves no tripuladas sean realizadas exclusivamente por distribuidores autorizados y certificados en procedimientos de reparación. Este enfoque asegura la integridad y confiabilidad operativa de las aeronaves.

En caso de que las aeronaves experimenten colisiones, impactos, o cualquier tipo de evento adverso que afecte su estructura o funcionalidad, se debe proceder con un mantenimiento correctivo especializado. Este tipo de mantenimiento comprende una serie de actividades técnicas destinadas a corregir daños estructurales, realizar procedimientos avanzados de mantenimiento, y efectuar pruebas exhaustivas tanto del hardware como del software de la aeronave. Todas estas acciones serán ejecutadas por personal técnico cualificado perteneciente al distribuidor autorizado, garantizando así que las aeronaves cumplan con los más altos estándares de seguridad y eficacia en sus operaciones futuras. El programa de mantenimiento incluye los siguientes procedimientos:

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Mantenimiento Mayor.
- Mantenimiento correctivo.
- Hard time (ht); tiempo límite de overhaul o vida límite de una parte.
- On-condition (oc).
- Condition monitoring (monitoreo por condición) (cm).

PNNC, alineándose con las especificaciones técnicas y recomendaciones proporcionadas por los fabricantes de las aeronaves DJI, establece que el mantenimiento mayor de estas se debe realizar siguiendo una periodicidad de 200 horas de vuelo acumuladas o cada seis meses, dependiendo de cuál de estas condiciones se cumpla primero. Este enfoque asegura que las aeronaves no tripuladas mantengan un estado óptimo de funcionamiento y cumplan con los más altos estándares de seguridad y operatividad, garantizando así su confiabilidad en misiones críticas y su longevidad en el tiempo.

Con el propósito de garantizar el cumplimiento riguroso de las especificaciones técnicas y las recomendaciones establecidas por los fabricantes, la persona natural o jurídica contratada por PNNC para la ejecución del mantenimiento mayor o correctivo de las aeronaves no tripuladas debe, al momento de suscribir el contrato, debe informar por escrito tanto al supervisor del contrato como al Jefe de Pilotos UAS sobre los cronogramas y tiempos proyectados para la realización de estos mantenimientos.


Dicha información deberá incluir de manera detallada la programación para cada aeronave, basada en las especificaciones proporcionadas por el fabricante, y será objeto de verificación por parte de la Aerocivil. Este proceso busca constatar que el contratista esté ejecutando los mantenimientos mayores conforme a las recomendaciones técnicas, asegurando, de esta forma, que las aeronaves se mantengan en condiciones óptimas de aeronavegabilidad durante todas las operaciones de vuelo y cumplan con los estándares más altos de seguridad y eficiencia.

Esta gestión minuciosa no solo fortalece la confiabilidad operativa de las aeronaves, sino que también contribuye a la longevidad y sostenibilidad de los equipos en sus diversas misiones críticas, asegurando un desempeño superior en cada una de sus aplicaciones.

### 12.3 Aeronave DJI MAVIC 3

DJI Mavic 3 cuenta con un sistema de detección por infrarrojos y con sistemas de visión frontal, trasero, superior, lateral e inferior, que permiten vuelo estacionario, vuelo tanto en interiores como al aire libre y Regreso al punto de origen automático evitando obstáculos en todas las direcciones. La aeronave alcanza una velocidad máxima de vuelo de 47 km/h (75.6 mph) y tiene un tiempo máx. de vuelo de 46 minutos.

DJI Mavic 3 Cine incluye el control remoto DJI RC Pro, que tiene una pantalla integrada de alto brillo de 1000 cd/m<sup>2</sup> y 5.5 pulgadas con una resolución de 1920x1080 píxeles. Los usuarios pueden

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

conectarse a Internet a través de Wi-Fi, mientras que el sistema operativo Android incluye Bluetooth y GNSS. El DJI RC Pro incluye una amplia gama de controles para la aeronave y el estabilizador, así como botones personalizables, y tiene un tiempo de funcionamiento máximo de 3 horas. DJI Mavic 3 incluye el control remoto RC-N1, que muestra la transmisión de vídeo desde la aeronave a DJI Fly en un dispositivo móvil. La aeronave y la cámara son fáciles de controlar mediante los botones integrados, y el control remoto tiene un tiempo de funcionamiento autónomo de 6 horas.


Características destacables:

- Estabilizador y cámara: DJI Mavic 3 usa una cámara Hasselblad L2D-20c con sensor CMOS de 4/3 pulgadas, capaz de hacer fotos de 20 MP y grabar vídeos Apple ProRes 422 HQ\* y H.264/H.265 en 5.1K 50 fps/DCI 4K 120 fps. La cámara tiene una apertura ajustable de f/2.8 a f/11 y un rango dinámico de 12.8 pasos, y admite vídeo D-Log de 10 bits. La telecámara ayuda a los usuarios a capturar con un zoom de hasta 28x utilizando el modo Exploración.
- Transmisión de vídeo: con cuatro antenas integradas y la tecnología O3+ de transmisión de largo alcance de DJI, DJI Mavic 3 ofrece un alcance máximo de transmisión de 15 km y una calidad de vídeo de hasta 1080p/60 fps desde la aeronave hasta la aplicación DJI Fly. El control remoto funciona tanto a 2.4 GHz como a 5.8 GHz, y permite seleccionar automáticamente el mejor canal de transmisión.
- Modos de vuelo inteligente: el usuario puede concentrarse en manejar la aeronave mientras el Sistema avanzado de asistencia al piloto 5.0 (APAS 5.0) ayuda a la aeronave evitar obstáculos en todas direcciones.
- El tiempo máximo de vuelo se probó en un entorno sin viento mientras se volaba a una velocidad de vuelo constante de 32.4 km/h (20.1 mph). La velocidad máxima de vuelo se probó a nivel del mar, sin viento. Tenga en cuenta que la velocidad máxima de vuelo está limitada a 68.4 km/h (42 mph) en la Unión Europea (UE). Estos valores son solo de referencia.
- El control remoto obtiene su alcance máximo de transmisión (según la FCC) en una zona totalmente abierta, sin interferencias electromagnéticas y con la aeronave a una altitud de unos 120 m (400 ft). El alcance máximo de transmisión hace referencia a la distancia máxima desde la que la aeronave puede seguir enviando y recibiendo transmisiones. No hace referencia a la distancia máxima que la aeronave es capaz de recorrer en un único vuelo. El tiempo máximo de funcionamiento se ha probado en un entorno de laboratorio y sin cargar el dispositivo móvil. Este valor es solo de referencia.


### **12.3.1 Especificaciones técnicas.**

Para la interpretación de las especificaciones técnicas se debe tener en cuenta que el tiempo de vuelo es reducido con el incremento de la altitud de vuelo y dependiendo las condiciones meteorológicas. Las aeronaves no tripuladas han sido probadas en condiciones de atmósfera estándar internacional.

Tabla 4. Especificaciones técnicas aeronave DJI Mavic 3.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

AERONAVE DJI MAVIC 3	
Peso de despegue.	895 gramos
Dimensiones	Plegada (sin hélices): 221 × 96.3 × 90.3 mm Desplegada (sin hélices): 347.5 × 283 × 107.7 mm
Distancia en diagonal	380.1 mm
Velocidad de ascenso	Modo S: 8 m/s Modo N: 6 m/s Modo C: 1 m/s
Velocidad máx. de descenso	Modo S: 6 m/s Modo N: 6 m/s Modo C: 1 m/s
Velocidad máxima	Modo S: 21 m/s; Modo S (UE): 19 m/s Modo N: 15 m/s Modo C: 5 m/s
Altitud máxima de vuelo	6000 m
Tiempo máximo de vuelo sin viento.	46 min (medición realizada volando a 32.4 km/h y sin viento)
Tiempo máximo de vuelo estacionario sin viento.	40 minutos
Distancia máxima de vuelo.	30 km
Resistencia máxima al viento.	12 m/s
Angulo máximo de inclinación.	Modo S: 35° Modo N: 30° Modo C: 25°
Velocidad angula máxima.	200°/segundo
GNSS	GPS + Galileo + BeiDou
Precisión en vuelo estacionario.	Vertical: Posicionamiento visual: ±0.1 m Posicionamiento GNSS: ±0.5 m Horizontal: Posicionamiento visual: ±0.3 m Posicionamiento del sistema de alta precisión: ±0.5 m
Almacenamiento interno	Mavic 3: 8 GB (7.2 GB de almacenamiento libre) Mavic 3 Cine: 1 TB (934.8 GB de almacenamiento disponible)
CÁMARA	
Sensor	CMOS 4/3. Píxeles efectivos: 20 MP
Objetivo	FOV: 84° Formato equivalente: 24 mm Apertura: f/2.8-f/11 Rango de disparo: 1 m a ∞ (con enfoque automático)
Rango ISO	Vídeo: 100-6400 Foto: 100-6400
Velocidad del obturador electrónico	1/8000-8 s
Tamaño de imagen máx.	5280×3956
Modos de fotografía	Única: 20 MP Exposición Automática en Horquillado (AEB): 20 MP, 3/5 fotogramas a 0.7 EV de compensación Temporizado: 20 MP 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
ESTABILIZADOR	
Estabilización	3 ejes (inclinación, rotación, giro)
Rango mecánico	Inclinación: de -135 a +100° Rotación: de -45 a +45° Giro: de -27 a +27°
Intervalo controlable	Inclinación: de -90 a +35° Giro: de -5 a 5°
Sistema de visión frontal	Intervalo de la medición con precisión: 0.5-20 m Alcance de detección: 0.5-200 m Velocidad de detección efectiva: ≤15 m/s FOV: 90° (horizontal), 103° (vertical)


 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>	<b>Código: XX-MN-XX</b> <b>Versión: Original</b> <b>Vigente desde:</b> <b>31/12/2025</b>
--	--	---

Sistema de visión trasero	Intervalo de la medición con precisión: 0.5-16 m Velocidad de detección efectiva: ≤12 m/s FOV: 90° (horizontal), 103° (vertical)
Sistema de visión lateral	Intervalo de la medición con precisión: 0.5-25 m Velocidad de detección efectiva: ≤15 m/s FOV: 90° (horizontal), 85° (vertical)
Sistema de visión superior	Alcance de la medición con precisión: 0.2-10 m Velocidad de detección efectiva: ≤6 m/s FOV: 100° (delantero y trasero), 90° (izquierdo y derecho)
Entorno de funcionamiento	Frontal, trasero, lateral, superior: superficies discernibles, iluminación adecuada de lux >15 Inferior: superficies discernibles no reflectantes con reflectividad difusa de >20%, como muros, árboles, personas; Iluminación adecuada de lux >15 Superficie con un patrón claro
<b>TRANSMISIÓN</b>	
Sistema de transmisión de vídeo	O3+
Frecuencia de funcionamiento	2.400-2.4835 GHz, 5.725-5.850 GHz
Alcance de transmisión (sin obstáculos, libre de interferencias)	15 km (FCC), 8 km (CE/SRRC/MIC)
Velocidad máx. de descarga	SDR: 5.5 MB/s (con RC-N1) 15 MB/s (con DJI RC Pro)
Latencia (según las condiciones del entorno y del dispositivo móvil)	130 ms (con RC-N1) 120 ms (con DJI RC Pro)
Antenas	4 antenas, 2T4R
Potencia del transmisor (PIRE)	2.4 GHz: <33 dBm, FCC, <20 dBm (CE/SRRC/MIC) 5.8 GHz: <33 dBm (FCC), <30 dBm (SRRC), <14 dBm (CE)
<b>BATERÍA DE VUELO INTELIGENTE</b>	
Capacidad	5000 mAh
Voltaje estándar	15.4 V
Voltaje máx. de carga	17.6 V
Tipo de batería	LiPo 4S
Energía	77 Wh
Peso	335.5 g
Temperatura de carga	De 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F)
<b>CARGADOR DE BATERÍA</b>	
Entrada	100-240 V CA (47-63 Hz) 2.0 A
Salida	USB-C: 5.0 V 5.0 A/9.0 V 5.0 A/12.0 V 5.0 A/15.0 V 4.3 A/ 20.0 V 3.25 A/5.0~20.0 V 3.25 A USB-A: 5 V 2 A
Potencia nominal	65 W

Fuente: Manual del usuario DJI Mavic 3.

### 12.3.2 Condiciones de enlace C2.

El control remoto DJI RC Pro cuenta con O3+, la última versión de la tecnología de transmisión de imagen OcuSync de DJI, y funciona tanto a 2.4 como a 5.8 GHz, es capaz de seleccionar el mejor canal de transmisión automáticamente y puede transmitir una vista HD en directo desde la cámara de la aero- nave a una distancia de hasta 15 km. La pantalla integrada de alto brillo de 5.5 pulgadas y 1000 cd/m2 tiene una resolución de 1920×1080 píxeles, y el control remoto presenta una amplia variedad de mandos con los que controlar la aeronave y el estabilizador, así como botones personalizables. Los usuarios pueden conectarse a Internet a través de Wi-Fi y el sistema operativo Android 10 incluye una variedad de funciones como Bluetooth y GNSS (GPS + GLONASS + Galileo).

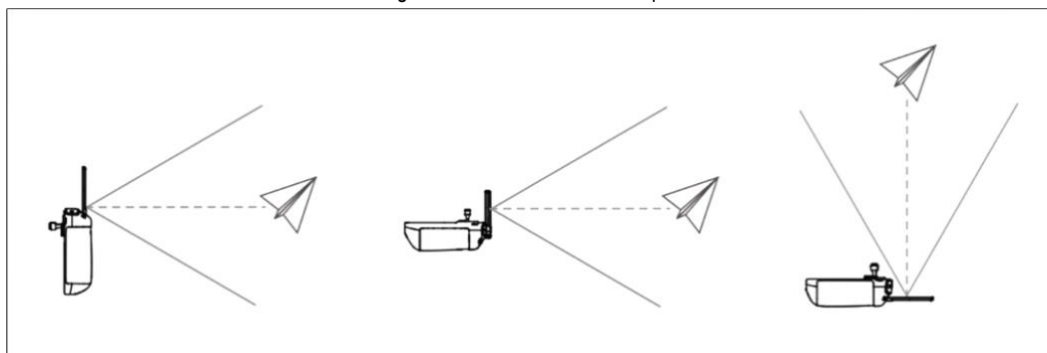
 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Con el altavoz integrado, el control remoto admite vídeo H.264 4K/120 fps y H.265 4K/120 fps, que también admite salida de vídeo a través del puerto Mini HDMI. El almacenamiento interno del control remoto es de 32 GB y también admite el uso de tarjetas microSD para almacenar fotos y vídeos. La batería de 5000 mAh y 36 Wh proporciona al RC Pro un tiempo de funcionamiento máximo de 3 horas.

Alerta del control remoto: el control remoto vibra o emite un pitido cuando hay un error o advertencia. Preste atención cuando aparezcan mensajes en la pantalla táctil o en DJI Fly. Deslice hacia abajo desde la parte superior para seleccionar No molestar o Silenciar para desactivar algunas alertas.

Zona de transmisión óptima: la señal entre la aeronave y el control remoto es más fiable cuando las antenas están situadas respecto a la aeronave como se ilustra en la siguiente imagen. El alcance de transmisión óptimo se logra cuando las antenas están orientadas hacia la aeronave y el ángulo entre estas y la parte posterior del control remoto es de 180° o 270°.

Imagen 6. Zona de transmisión óptima.




Fuente: Manual del usuario DJI Mavic 3.



Alerta del control remoto:

- No utilice otros dispositivos inalámbricos que funcionen a la misma frecuencia que el control remoto. De lo contrario, el control remoto experimentará interferencias.
- La aplicación DJI Fly mostrará un mensaje si la señal de transmisión se debilita durante el vuelo. Ajuste las antenas para asegurarse de que la aeronave esté dentro del alcance de transmisión óptimo.

Condición de enlace: durante los procedimientos de vuelo el Piloto UAS debe verificar de manera permanente la condición de enlace C2, observando el comportamiento de la aeronave frente a degradación, baja intensidad o pérdida de enlace. En la aeronave Mavic 3 el seguimiento por parte del Piloto UAS se realiza observando el panel de control, el cual incluye la indicación de enlace (RC). En caso de pérdida de enlace, la aeronave realiza de forma automática el procedimiento de RTH.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

**Regreso al punto de origen:** la función Regreso al punto de origen (RPO) lleva la aeronave de vuelta al último punto de origen registrado, siempre que el sistema de posicionamiento funcione con normalidad. Hay tres tipos de RPO: RPO inteligente, RPO por batería baja y RPO de seguridad. La aeronave regresa volando de manera automática al punto de origen y aterriza si se ha iniciado el RPO inteligente, si la aeronave entra en el modo de RPO por batería baja o si se pierde la señal de transmisión de vídeo durante el vuelo.

**RPO inteligente:** si la señal GNSS es suficiente, se puede usar el RPO inteligente para llevar la aeronave de regreso al punto de origen. El RPO inteligente se inicia al pulsar  en DJI Fly o al mantener presionado el botón RPO del control remoto hasta que suene un pitido. Para salir del RPO inteligente, pulse  en DJI Fly o presione el botón RPO del control remoto.

**RPO avanzado:** el RPO avanzado se habilita si la iluminación es suficiente y el entorno es adecuado para los sistemas de visión cuando se activa el RPO inteligente. La aeronave planificará automáticamente la mejor ruta RPO, que se mostrará en DJI Fly y se ajustará de acuerdo con el entorno.


**RPO por batería baja:** el RPO por batería baja se activa cuando la batería de vuelo inteligente se agota hasta tal punto que puede afectar al regreso seguro de la aeronave. Vuelva al punto de origen o aterrice la aeronave de inmediato cuando se le indique. Para evitar peligros innecesarios debido a una potencia insuficiente, la aeronave calcula automáticamente si la batería tiene suficiente carga para regresar al punto de origen de acuerdo con la posición actual, el entorno y la velocidad de vuelo. Aparecerá un aviso de advertencia en DJI Fly cuando el nivel de batería sea bajo y la aeronave solo admita RPO por batería baja.

El usuario puede cancelar el RPO si presiona el botón RPO del control remoto. Si se cancela el procedimiento RPO tras recibir una advertencia de nivel de batería bajo, puede que la batería de vuelo inteligente no disponga de la carga suficiente para que la aeronave aterrice de forma segura, de modo que podría sufrir una caída o perderse.

La aeronave aterrizará automáticamente si el nivel de batería actual solo es suficiente para que la aeronave descienda desde la altitud actual. El aterrizaje automático no se puede cancelar, pero el control remoto se puede usar para alterar la dirección y la velocidad de descenso de la aeronave durante el aterrizaje. La palanca del acelerador se puede utilizar para aumentar la velocidad de ascenso en 1 m/s si hay suficiente potencia. La palanca del acelerador no se puede usar para aumentar la velocidad de ascenso y la aeronave aterrizará si no queda potencia. Durante el aterrizaje automático, busque un lugar apropiado para aterrizar la aeronave lo antes posible. La aeronave caerá si no queda potencia.

**RPO de seguridad:** Si se ha registrado previamente el punto de origen y la brújula funciona con normalidad, el RPO de seguridad se activará automáticamente si se pierde la señal del control remoto durante más de seis segundos. Tenga en cuenta que la acción que realiza la aeronave cuando se pierde el control remoto debe establecerse en Regreso al punto de origen en DJI Fly.



 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

Cuando la iluminación es suficiente y los sistemas de visión funcionan normalmente, DJI Fly mostrará la ruta RPO que generó la aeronave antes de que se perdiera la señal del control remoto. La aeronave regresará al punto de origen por la mejor ruta posible según el entorno. La aeronave permanecerá en el RPO incluso si se restablece la señal del control remoto.


Cuando la iluminación no sea suficiente y los sistemas de visión no estén disponibles, la aeronave irá a la ruta original RPO.

### **12.3.3 Software para el planeamiento y control del vuelo.**

PNNC cumpliendo los postulados y principios del artículo 209 de la Constitución Política de Colombia y del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, a través de un proceso de contratación, adquiere los sistemas de aeronaves no tripuladas, el Software, las licencias y los servicios de mantenimiento de la aeronavegabilidad requeridos para garantizar que la operación UAS se realice de forma segura, empleando la última versión del software dispuesto por el fabricante con la debida licencia que permite el uso del sistema, mientras se encuentran al servicio de PNNC.

Es fundamental que los Pilotos UAS de PNNC consideren las directrices proporcionadas por el fabricante al utilizar la aplicación DJI Fly, un software esencial para el planeamiento y la gestión del vuelo. Estas recomendaciones están diseñadas para garantizar un uso seguro y eficiente de los sistemas de aeronaves no tripuladas, maximizando su funcionalidad y reduciendo riesgos operativos. A continuación, se detallan las medidas más importantes que deben observarse antes y durante el uso del software, en cumplimiento con las mejores prácticas de operación.

- Asegúrese de haber cargado por completo su móvil antes de iniciar la aplicación DJI Fly.
- El uso de DJI Fly requiere conexión de datos móviles. Si en el sitio de vuelo no hay datos móviles, se debe realizar el planeamiento antes de llegar al sitio de vuelo, en un lugar donde se garanticen los datos móviles.
- Si va a usar un teléfono móvil como dispositivo de visualización, no acepte llamadas telefónicas ni use funciones de mensajería de texto durante el vuelo.
- Lea con atención todos los consejos de seguridad, mensajes de advertencia y renuncias de responsabilidad.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia antes de usar las funciones de despegue y aterrizaje automáticos.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y la renuncia de responsabilidad antes de ajustar la altitud más allá del límite predeterminado.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y la renuncia de responsabilidad antes de cambiar entre los modos de vuelo.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia y las notificaciones de renuncia de responsabilidad cerca o dentro de las Zonas GEO.
- Lea y comprenda los mensajes de advertencia antes de usar los modos de vuelo inteligente.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Haga aterrizar la aeronave de inmediato en una ubicación segura si en la aplicación aparece un aviso en el que se lo solicite.
- Antes de cada vuelo, revise todos los mensajes de advertencia de la lista de comprobación que se muestran en la aplicación.
- Guarde en el caché los datos cartográficos del área en la que tenga previsto pilotear la aeronave conectándose a internet antes de cada vuelo.


Requisitos del entorno de vuelo:

- No use ni pilote la aeronave en condiciones climáticas adversas, incluidos vientos con velocidades superiores a 12 m/s, nieve, lluvia, niebla, granizo, hielo o tormentas eléctricas.
- Solo vuele en espacios abiertos. Los edificios altos y las estructuras metálicas grandes pueden afectar la precisión de la brújula y el sistema GNSS a bordo. Se recomienda mantener la aeronave alejada al menos 5 m de cualquier estructura.
- Evite obstáculos, multitudes, líneas de tensión de alto voltaje, árboles y cuerpos de agua (la altura recomendada es de al menos 3 m sobre el agua).
- Minimice las interferencias evitando zonas con altos niveles de electromagnetismo, como ubicaciones cercanas a líneas de tensión, estaciones base, subestaciones eléctricas y torres de radiodifusión.
- No despegue a una altitud superior a 6000 m (19 685 ft) sobre el nivel del mar. El rendimiento de la aeronave y su batería se ve limitado cuando se vuela a gran altura. Vuele con cuidado.
- El GNSS no se puede usar con la aeronave en las regiones polares. Use los sistemas de visión en su lugar.
- No despegue desde objetos en movimiento como automóviles, barcos y aviones.
- No use la aeronave, el control remoto, la batería, el cargador de batería ni el centro de carga de baterías cerca de lugares donde haya o se hayan producido accidentes, incendios, explosiones, inundaciones, tsunamis, avalanchas, desprendimientos, terremotos, tormentas de polvo, tormentas de arena, niebla salina u hongos.
- Use o pilote la aeronave, el control remoto, la batería, el cargador de batería y el centro de carga de baterías en un entorno seco.
- No use ni pilote la aeronave en un entorno donde haya riesgo de incendio o de explosión.
- No use ni pilote la aeronave cerca de bandadas de pájaros.

#### **12.3.4 Batería.**

La Batería de vuelo inteligente Mavic 3 es una batería de 15.4 V y 5000 mAh, con función de carga y descarga inteligente. Características de la batería:

- Visualización del nivel de batería: los ledes de nivel de batería muestran el nivel de carga actual.
- Descarga automática: para evitar que se hinche, la batería se descarga automáticamente al 96 % de su nivel si queda inactiva durante tres días y hasta el 60 % de su nivel si queda inactiva durante nueve días (aunque el valor predeterminado es nueve días, este valor se puede

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---


establecer en 4-9 con la aplicación). Es normal notar un calor moderado procedente de la batería durante el proceso de descarga.

- Carga equilibrada: los voltajes de las celdas de la batería se equilibran automáticamente al cargarla.
- Protección contra sobrecargas: la carga se detiene automáticamente cuando la batería está completamente cargada.
- Detección de temperatura: para prevenir cualquier daño, la batería solo se carga a una temperatura de entre 5 y 40 °C (entre 41 y 104 °F).
- Protección contra sobrecorrientes: la batería deja de cargarse si detecta un exceso de corriente.
- Protección contra sobredescargas: la descarga se detiene automáticamente para evitar una descarga excesiva al no usar la batería. La protección contra sobredescargas no se activa cuando se está usando la batería.
- Protección contra cortocircuitos: la fuente de alimentación se corta automáticamente si se detecta un cortocircuito.
- Protección contra daños a las celdas de la batería: la aplicación muestra un mensaje de advertencia cuando se detecta un celda de batería dañada.
- Modo Hibernación: a fin de ahorrar energía, la batería se desactiva después de 20 minutos de inactividad. Si el nivel de batería es inferior al 5 %, la batería entra en modo Hibernación para evitar una descarga excesiva después de estar seis horas en reposo. En el modo Hibernación, los indicadores del nivel de batería no se iluminan. Cargue la batería para salir del modo Hibernación.
- Comunicación: La información relativa al voltaje, la capacidad y la corriente de la batería se transmite a la aeronave.

Encender/apagar: presione una vez el botón de encendido y luego vuelva a presionarlo y manténgalo presionado durante 2 segundos para encender/apagar la batería. Cuando la aeronave está encendida, los ledes de nivel de batería muestran el nivel de batería.

Aviso de temperatura baja:

- La capacidad de la batería se reduce considerablemente al volar en entornos con bajas temperaturas de entre -10 y 5 °C (de 14 a 41 °F). Se recomienda mantener la aeronave en vuelo estacionario durante un rato para calentar la batería. Asegúrese de cargar completamente la batería antes del despegue.
- Las baterías no se pueden usar en entornos con temperaturas inferiores a -10 °C (14 °F).
- En entornos con bajas temperaturas, termine el vuelo en cuanto DJI Pilot 2 muestre la advertencia de nivel de batería bajo.
- Para garantizar un rendimiento óptimo de la batería, mantenga su temperatura por encima de 20 °C (68 °F).
- La reducción de la capacidad de la batería en entornos de baja temperatura reduce la resistencia a la velocidad del viento de la aeronave. Vuele con cuidado.
- Extreme las precauciones si vuela a altitudes elevadas.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Carga de la batería:

- Cargue completamente la batería antes de cada uso. Utilice únicamente un dispositivo de carga aprobado por DJI para cargar la batería de vuelo inteligente.
- El centro de carga de baterías (100 W) DJI Mavic 3 está diseñado para usarse con baterías de vuelo inteligentes Mavic 3. Si se usa con el adaptador de corriente (100 W) USB-C DJI, puede cargar hasta tres baterías de vuelo inteligentes en secuencia, desde la más cargada hasta la menos cargada.
- El tiempo de carga de una batería es de aproximadamente 1 hora y 10 minutos.


#### **12.3.5 Seguridad de la batería.**

PNNC, en cumplimiento con la normativa vigente sobre la disposición responsable de las baterías de aeronaves no tripuladas que han llegado al final de su vida útil, implementa rigurosamente el “PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS”, desarrollado como parte del “SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)”. Dicho programa tiene como finalidad asegurar que el manejo, almacenamiento y disposición final de estos residuos se lleve a cabo de manera ambientalmente sostenible y conforme a las buenas prácticas internacionales. Además, este procedimiento es monitoreado y supervisado directamente por el Jefe de Pilotos UAS, quien garantiza el cumplimiento efectivo de los protocolos establecidos para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad dentro de las operaciones de PNNC. Además, se deben cumplir las siguientes normas de seguridad con las baterías:

- No cargue una Batería de Vuelo Inteligente inmediatamente después del vuelo; puede que su temperatura sea demasiado alta. Espere hasta que se enfríe a temperatura ambiente antes de volver a cargarla.
- El adaptador de alimentación de CA dejará de cargar la batería si la temperatura de la célula de batería no se encuentra dentro del rango de funcionamiento 5-40 °C (41-104 °F). La temperatura ideal de carga es de 22-28 °C (71.6-82.4 °F).
- Cargue totalmente la batería al menos una vez cada tres meses para mantenerla en buenas condiciones.
- Por razones de seguridad, mantenga las baterías a un nivel de carga bajo durante su transporte. Esto se puede hacer volando la aeronave al aire libre hasta que quede menos del 30 % de carga.

#### **12.3.6 Almacenamiento y transporte.**

Para garantizar un almacenamiento y transporte adecuado, es imprescindible que la aeronave se mantenga con todos sus accesorios en el estuche de transporte oficial proporcionado por el fabricante. Esto asegura la protección de los componentes durante su traslado y previene posibles daños derivados de condiciones externas. Además, es fundamental observar las siguientes directrices específicas para el almacenamiento:

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Utilizar una bodega diseñada exclusivamente para este propósito, que asegure una temperatura constante que no exceda los 25 °C.
- Colocar la aeronave en los estuches proporcionados por el fabricante, asegurándose de incluir todos los accesorios, excepto las baterías.

Para el adecuado almacenamiento de las baterías, es imprescindible observar ciertas condiciones específicas que aseguren su integridad y prolonguen su vida útil. Estas condiciones no solo garantizan la preservación de su funcionalidad, sino que también minimizan riesgos asociados al manejo incorrecto. A continuación, se detallan las recomendaciones fundamentales para el almacenamiento adecuado de las baterías:

- Mantenga la batería fuera del alcance de los niños y las mascotas.
- No deje la batería cerca de fuentes de calor como hornos o calentadores.
- Almacene siempre la batería a una temperatura no superior de 25 °C (77 °F).
- Mantenga siempre la batería seca. No exponga la batería al agua.
- Nunca intente viajar con una batería dañada o una batería con un nivel de potencia superior al 30 % o inferior al 20 %.
- Para almacenamiento de larga duración (>1 semana), se recomienda cargar / descargar la batería a un 75 % de capacidad. No almacene la batería completamente descargada.


Estas medidas garantizan la preservación de la funcionalidad y la seguridad del equipo durante su tiempo fuera de operación o en traslado.

### **12.3.7 Programa de mantenimiento.**

PNNC, en cumplimiento de lo estipulado en el Manual de Control de Mantenimiento y de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, garantiza que todas las labores de reparación y mantenimiento de las aeronaves no tripuladas sean realizadas exclusivamente por distribuidores autorizados y certificados en procedimientos de reparación. Este enfoque asegura la integridad y confiabilidad operativa de las aeronaves.

En caso de que las aeronaves experimenten colisiones, impactos, o cualquier tipo de evento adverso que afecte su estructura o funcionalidad, se debe proceder con un mantenimiento correctivo especializado. Este tipo de mantenimiento comprende una serie de actividades técnicas destinadas a corregir daños estructurales, realizar procedimientos avanzados de mantenimiento, y efectuar pruebas exhaustivas tanto del hardware como del software de la aeronave. Todas estas acciones serán ejecutadas por personal técnico cualificado perteneciente al distribuidor autorizado, garantizando así que las aeronaves cumplan con los más altos estándares de seguridad y eficacia en sus operaciones futuras. El programa de mantenimiento incluye los siguientes procedimientos:

- Mantenimiento Mayor.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- Mantenimiento correctivo.
- Hard time (ht); tiempo límite de overhaul o vida límite de una parte.
- On-condition (oc).
- Condition monitoring (monitoreo por condición) (cm).

PNNC, alineándose con las especificaciones técnicas y recomendaciones proporcionadas por los fabricantes de las aeronaves DJI, establece que el mantenimiento mayor de estas se debe realizar siguiendo una periodicidad de 200 horas de vuelo acumuladas o cada seis meses, dependiendo de cuál de estas condiciones se cumpla primero. Este enfoque asegura que las aeronaves no tripuladas mantengan un estado óptimo de funcionamiento y cumplan con los más altos estándares de seguridad y operatividad, garantizando así su confiabilidad en misiones críticas y su longevidad en el tiempo.

Con el propósito de garantizar el cumplimiento riguroso de las especificaciones técnicas y las recomendaciones establecidas por los fabricantes, la persona natural o jurídica contratada por PNNC para la ejecución del mantenimiento mayor o correctivo de las aeronaves no tripuladas debe, al momento de suscribir el contrato, debe informar por escrito tanto al supervisor del contrato como al Jefe de Pilotos UAS sobre los cronogramas y tiempos proyectados para la realización de estos mantenimientos.


Dicha información deberá incluir de manera detallada la programación para cada aeronave, basada en las especificaciones proporcionadas por el fabricante, y será objeto de verificación por parte de la Aerocivil. Este proceso busca constatar que el contratista esté ejecutando los mantenimientos mayores conforme a las recomendaciones técnicas, asegurando, de esta forma, que las aeronaves se mantengan en condiciones óptimas de aeronavegabilidad durante todas las operaciones de vuelo y cumplan con los estándares más altos de seguridad y eficiencia.

Esta gestión minuciosa no solo fortalece la confiabilidad operativa de las aeronaves, sino que también contribuye a la longevidad y sostenibilidad de los equipos en sus diversas misiones críticas, asegurando un desempeño superior en cada una de sus aplicaciones.

## 12.4 Aeronave DJI MAVIC 3 ENTERPRISE

El DJI Mavic 3E cuenta con un sistema de detección por infrarrojos y sistemas de visión omnidireccional superior, inferior y horizontal que permiten vuelo estacionario, vuelo tanto en interiores como al aire libre y Regreso al punto de origen automático mientras esquiva obstáculos en todas las direcciones. La aeronave alcanza una velocidad máxima de vuelo de 75.6 km/h (47 mph) y tiene un tiempo máximo de vuelo de 45 minutos.

El sistema DJI AirSense integrado detecta aeronaves cercanas en el espacio aéreo circundante y proporciona alertas en la aplicación DJI Pilot 2 para garantizar la seguridad. La seguridad del vuelo se mejora con balizas que ayudan a identificar a la aeronave, y la luz auxiliar inferior permite al sistema de posicionamiento visual conseguir un rendimiento aún mejor en despegues y aterrizajes

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

realizados por la noche o en condiciones de escasa iluminación. La aeronave también cuenta con un puerto PSDK para que los usuarios aumenten sus aplicaciones.

El control remoto DJI RC Pro Enterprise cuenta con una pantalla integrada de 5.5 pulgadas, con una resolución de 1920×1080 píxeles. Los usuarios pueden conectarse a Internet a través de Wi-Fi, mientras que el sistema operativo Android incluye Bluetooth y GNSS. DJI RC Pro Enterprise incluye una amplia gama de controles del estabilizador y de la aeronave, así como botones personalizables, y tiene un tiempo de funcionamiento máximo de 3 horas.

Características destacables:

**Estabilizador y cámara:** el sensor CMOS 4/3" gran angular de 20 MP de DJI Mavic 3E cuenta con un obturador mecánico para evitar la distorsión provocada por el movimiento y permite capturas a intervalos de 0.7 segundos, con lo que se mejora la eficiencia de las misiones de cartografía. Para mejorar significativamente el rendimiento en condiciones de escasa iluminación, este dispositivo cuenta con un tamaño de píxeles de 3.3 µm y un modo de fotografía inteligente en luz baja. Tanto DJI Mavic 3E como DJI Mavic 3T están equipados con una telecámara de 12 MP que admite zoom híbrido de hasta 56×, con lo que no se perderá el más mínimo detalle desde la lejanía.

**Transmisión de vídeo:** con cuatro antenas y la tecnología de transmisión de largo alcance O3 Enterprise (OCUSYNCTM 3.0 Enterprise) de DJI, DJI Mavic 3E/3T ofrece un alcance máximo de transmisión de 15 km y calidad de vídeo de hasta 1080p/30 fps desde la aeronave hasta la aplicación DJI Pilot 2. El control remoto funciona tanto a 2.4 GHz como a 5.8 GHz, y permite seleccionar automáticamente el mejor canal de transmisión.

**Modos de vuelo inteligentes:** el usuario puede centrarse en pilotar la aeronave, mientras el Sistema avanzado de asistencia al piloto 5.0 (APAS 5.0) ayuda a esta a sortear obstáculos en todas las direcciones.


**Anotaciones en tiempo real:** los usuarios pueden agregar marcas (PinPoints), líneas y áreas en la vista del mapa del control remoto y DJI FlightHub 2. Podrá compartir datos de anotaciones con otros dispositivos conectados a DJI FlightHub 2. Los datos se comparten en tiempo real, lo que facilita las operaciones por aire y tierra.

**Proyección AR:** la aplicación DJI Pilot 2 admite la proyección en la vista de cámara de las ubicaciones de puntos de origen, marcas (PinPoints) y puntos de trayectoria, lo que proporciona a los usuarios objetivos de vuelo claros y un mejor conocimiento de la situación.

**Cartografía basada en la nube:** cuando el control remoto inicia sesión en DJI FlightHub 2, la aeronave puede realizar una tarea de cartografía en la nube, lo que permite visualizar y generar un mapa en DJI FlightHub 2 simultáneamente.

- Los datos del tiempo máximo de vuelo se obtuvieron en una prueba realizada en un entorno sin viento volando a una velocidad constante de 32.4 km/h (20.1 mph). La velocidad máxima de



 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

vuelo se probó a nivel del mar sin viento. Tenga en cuenta que la velocidad máxima de vuelo está limitada a 68.4 km/h (42 mph) en la Unión Europea (UE). Estos valores son solo de referencia.


- Los dispositivos de control remoto obtienen su alcance máximo de transmisión (según la FCC) en una zona totalmente abierta, sin interferencias electromagnéticas y con la aeronave a una altitud de unos 120 m (400 ft). El alcance máximo de transmisión hace referencia a la distancia máxima desde la que la aeronave puede seguir enviando y recibiendo transmisiones. No hace referencia a la distancia máxima que la aeronave es capaz de recorrer en un único vuelo. El tiempo máximo de funcionamiento se obtuvo en una prueba realizada en un entorno de laboratorio. Este valor es solo de referencia.

#### 12.4.1 Especificaciones técnicas.


Para la interpretación de las especificaciones técnicas se debe tener en cuenta que el tiempo de vuelo es reducido con el incremento de la altitud de vuelo y dependiendo las condiciones meteorológicas. Las aeronaves no tripuladas han sido probadas en condiciones de atmósfera estándar internacional.

Tabla 5. Especificaciones técnicas Aeronave DJI MAVIC 3 ENTERPRISE.

AERONAVE DJI MAVIC 3 ENTERPRISE	
Peso (con hélices y sin accesorios)	915 gramos
Peso máximo de despegue	1050 gramos
Dimensiones	Plegada (sin las hélices): 221 × 96.3 × 90.3 mm Desplegada (sin las hélices): 347.5 × 283 × 107.7 mm
Distancia en diagonal	380.1 mm
Velocidad máxima de ascenso	8 m/s Modo S 6 m/s Modo N
Velocidad máxima de descenso	6 m/s Modo S 6 m/s Modo N
Velocidad máxima de vuelo a nivel medio del mar y sin viento	21 m/s Modo S 15 m/s Modo N
Resistencia máxima al viento.	12 m/s
Altitud máx. de despegue sobre el nivel del mar (sin carga útil)	6000 m
Tiempo máximo de vuelo sin viento.	45 minutos
Tiempo máximo de vuelo estacionario sin viento.	38 minutos
Distancia máxima de vuelo.	32 km
Velocidad angular máxima.	200°/segundo
GNSS	GPS + Galileo + BeiDou + GLONASS (GLONASS solo es compatible cuando el módulo RTK está activado)
Precisión en vuelo estacionario.	Vertical: ±0.1 m (con sistema de visión); ±0.5 m (con GNSS); ±0.1 m (con RTK) Horizontal: ±0.3 m (con sistema de visión); ±0.5 m (con sistema de posicionamiento de alta precisión); ±0.1 m (con RTK)
Rango de temperatura de funcionamiento.	De -10 a 40° C
Modelo del motor.	2008
Modelo de hélices.	Hélices 9453F para Enterprise
Baliza	Integrada en la aeronave
ESTABILIZADOR	
Estabilización	3 ejes (inclinación, rotación, paneo)

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Rango mecánico	Inclinación: de -135° a 100° Rotación: de -45° a 45° Paneo: de -27° a 27°
Rango controlable	Inclinación: de -90° a 35° Paneo: no controlable
Velocidad máx. de control (inclinación)	100°/s
Rango de vibración angular	±0.007°
<b>CÁMARA</b>	
Sensor	CMOS 4/3"; píxeles efectivos: 20 MP
Objetivo	FOV: 84° Formato equivalente: 24 mm Apertura: f/2.8-f/11 Enfoque: de 1 m hasta ∞ (con enfoque automático)
Rango ISO	100-6400
Velocidad de obturación	Obturador electrónico: 8-1/8000 s Obturador mecánico: 8-1/2000 s
Tamaño de imagen máx.	5280×3956
Modos de fotografía	Disparo único: 20 MP Con temporizador: 20 MP JPEG: 0.7/1/2/3/5/7/10/15/20/30/60 s JPEG+RAW: 3/5/7/10/15/20/30/60 s Disparo inteligente en luz baja: 20 MP Panorámica: 20 MP (imagen sin procesar); 100 MP (imagen compuesta)
Resolución de vídeo	H.264 4K: 3840×2160 a 30 fps FHD: 1920×1080 a 30 fps
Tasa de bits	4K: 130 Mb/s FHD: 70 Mb/s
Formato de fotografía	JPEG/DNG (RAW)
Formato de vídeo	MP4 (MPEG-4 AVC/H.264)
<b>CONTROL REMOTO</b>	
Resolución de la pantalla	1920×1080
Tamaño de la pantalla	5.5 pulgadas
Tasa de fotogramas de la pantalla	60 fps
Brillo de la pantalla	1000 nits
Control de la pantalla táctil	Multitouch de 10 puntos
Batería	Li-ion (5000 mAh a 7.2 V)
Tipo de carga	Se recomienda cargarla con un adaptador de corriente (100 W) USB-C DJI (incluido) o un cargador USB a una tensión nominal de 12 o 15 V.
Tiempo de carga	Aproximadamente 1 hora y 30 minutos (con el adaptador de corriente (100 W) USB-C DJI, incluido, cargando solo el control remoto o con un cargador USB a una tensión nominal de 15 V). Aproximadamente 2 horas (con un cargador USB a una tensión nominal de 12 V).
Tiempo de funcionamiento	Aprox. 3 horas
Potencia	12 W


 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>	<b>Código: XX-MN-XX</b> <b>Versión: Original</b> <b>Vigente desde:</b> <b>31/12/2025</b>
--	--	---

Capacidad de almacenamiento	Memoria interna (ROM): 64 GB Admite el uso de tarjetas microSD para ampliar la capacidad.
Puerto de salida de vídeo	Puerto mini HDMI
Rango de temperatura de funcionamiento	De -10 a 40 °C (14 a 104 °F)
Temperatura de almacenamiento	De -30 a 60 °C (de -22 a 140 °F) (hasta un mes) De -30 a 45 °C (de -22 a 113 °F) (de uno a tres meses) De -30 a 35 °C (de -22 a 95 °F) (de tres a seis meses) De -30 a 25 °C (de -22 a 77 °F) (más de seis meses)
Temperatura de carga	De 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F)
GNSS	GPS + Galileo + GLONASS
Dimensiones	Antenas plegadas y palancas de control no montadas: 183.27 × 137.41 × 47.6 mm Antenas desplegadas y palancas de control montadas: 183.27 × 203.35 × 59.84 mm
Peso	Aprox. 680 g
Modelo	RM510B
Sistema de transmisión de vídeo	Transmisión DJI O3 Enterprise
Alcance de transmisión (sin obstáculos, libre de interferencias)	15 km (FCC), 8 km (CE/SRRC/MIC)
Frecuencia de funcionamiento	2.400-2.4835 GHz, 5.725-5.850 GHz
Potencia del transmisor (PIRE)	2.4 GHz: <33 dBm (FCC), <20 dBm (CE/SRRC/MIC) 5.8 GHz: <33 dBm (FCC), <14 dBm (CE), <23 dBm (SRRC)
Antena	4 antenas, 2T4R
<b>BATERÍA DE VUELO INTELIGENTE</b>	
Capacidad	5000 mAh
Voltaje estándar	15.4 V
Voltaje máx. de carga	17.6 V
Tipo	LiPo 4S
Sistema químico	LiCoO2
Energía	77 Wh
Peso	335.5 g
Temperatura de carga	De 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F)
<b>CARGADOR</b>	
Entrada	100-240 V CA, 50-60 Hz, 2.5 A
Potencia de salida	100 W
Salida	Máx. 100 W (total) Cuando se usan los dos puertos, la potencia de salida máxima de uno de los puertos es de 82 W. El cargador asigna dinámicamente la potencia de salida de los dos puertos de acuerdo con la potencia de salida útil.

Fuente: Manual del usuario DJI Mavic 3 Enterprise.

#### 12.4.2 Condiciones de enlace C2.

El control remoto DJI RC Pro Enterprise cuenta con tecnología O3 Enterprise. La última versión de la tecnología de transmisión de la imagen OcuSync de DJI funciona tanto a 2.4 como a 5.8 GHz, es capaz de seleccionar el mejor canal de transmisión automáticamente y puede transmitir una vista HD en directo desde la cámara de la aeronave a una distancia de hasta 15 km. La pantalla integrada de alto brillo de 5.5 pulgadas y 1000 cd/m<sup>2</sup> tiene una resolución de 1920×1080 píxeles, y el control remoto presenta una amplia variedad de mandos y botones personalizables con los que controlar la aeronave y el estabilizador. Los usuarios pueden conectarse a Internet a través de Wi-Fi, y el sistema operativo Android 10 incluye varias funciones como Bluetooth y GNSS (GPS + GLONASS + Galileo).

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
--	--	---

Con el micrófono y el altavoz integrados, el control remoto admite vídeo H.264 con calidad 4K/120 fps y H.265 con calidad 4K/120 fps (el efecto real en la visualización depende de la resolución y la tasa de fotogramas de la pantalla), que también admite salida de vídeo a través del puerto mini HDMI. La memoria interna del control remoto tiene una capacidad de 64 GB y admite el uso de tarjetas microSD para almacenar fotos y vídeos. La batería de 5000 mAh y 36 Wh proporciona al control remoto un tiempo de funcionamiento máximo de 3 horas.


Durante los procedimientos de vuelo el Piloto UAS debe verificar de manera permanente la condición de enlace C2, observando el comportamiento de la aeronaves frente a degradación, baja intensidad o pérdida de enlace. En la aeronave DJI MAVIC 3 ENTERPRISE el seguimiento por parte del Piloto UAS se realiza observando el panel de control, el cual incluye la indicación de enlace (RC). En caso de pérdida de enlace, la aeronave puede realizar de forma automática el procedimiento de RTH.

Imagen 7. Condición de enlace Aeronave DJI MAVIC 3 ENTERPRISE.



Fuente: <https://www.helicomico.com/wp-content/uploads/2022/10/dji-mavic-3e-captures-17.jpg>

Regreso al punto de origen: la función Regreso al punto de origen (RPO) dirige la aeronave de vuelta al último punto de origen registrado, siempre que el sistema de posicionamiento funcione con normalidad. Hay tres tipos de RPO: RPO inteligente, RPO por batería baja y RPO de seguridad. La aeronave regresa volando de manera automática al punto de origen y aterriza si el RPO inteligente

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

se ha iniciado, si la aeronave entra en el modo de RPO por batería baja o si se pierde la señal entre el control remoto y la aeronave durante el vuelo.

RPO inteligente: mantenga pulsado el botón RPO del control remoto para iniciar el RPO inteligente. Presione el botón RPO o el botón de detener vuelo, para salir del modo RPO inteligente y recuperar el control total de la aeronave.


RPO por batería baja: si el nivel de la batería de vuelo inteligente es demasiado bajo y no es suficiente para volver al punto de origen, aterrice lo antes posible. Para evitar peligros innecesarios causados por una energía insuficiente, la aeronave calculará automáticamente si tiene suficiente potencia para volar al punto de origen desde su ubicación actual. Aparecerá un aviso de advertencia en DJI Pilot 2 cuando el nivel de batería sea bajo y la aeronave solo admita el modo RPO por batería baja.

La aeronave volará automáticamente al punto de origen si no se hace nada después de una cuenta atrás de 10 segundos. Cancele el procedimiento de RPO presionando el botón RPO o el botón de detener vuelo del control remoto. Se solicitará una advertencia de nivel de batería bajo solo una vez durante un vuelo. Si se cancela el procedimiento RPO tras recibir la advertencia, puede que la batería de vuelo inteligente no disponga de la carga suficiente para que la aeronave aterrice de forma segura, de modo que podría sufrir una caída o perderse.

La aeronave aterrizará automáticamente si el nivel de batería actual solo es suficiente para que la aeronave descienda desde la altitud actual. El aterrizaje automático no se puede cancelar, pero se pueden modificar el desplazamiento horizontal y la velocidad de descenso de la aeronave con el control remoto durante el aterrizaje. Si hay suficiente carga en la batería, la palanca del acelerador se puede usar para imprimir a la aeronave una velocidad de ascenso de 1 m/s. Durante el aterrizaje automático, desplace la aeronave en horizontal para encontrar un lugar apropiado donde aterrizar lo antes posible. La aeronave se precipitará si el usuario no deja de mover la palanca del acelerador hacia arriba y se agota la batería.

RPO de seguridad: se trata de la acción que la aeronave debe realizar si se pierde la señal del control remoto. Hay tres opciones disponibles: iniciar el procedimiento de RPO, aterrizar y entrar en vuelo estacionario, y se configura con la aplicación DJI Pilot 2. Si se ha registrado previamente el punto de origen y la brújula funciona con normalidad, el RPO de seguridad se activará automáticamente si se pierde la señal del control remoto durante más de seis segundos.

Cuando la iluminación es suficiente y los sistemas de visión funcionan con normalidad, DJI Pilot 2 muestra la ruta del RPO que generó la aeronave antes de que se perdiera la señal del control remoto y regresa al punto de origen usando el RPO avanzado según la configuración del RPO. La aeronave permanecerá en el RPO incluso si se restablece la señal del control remoto. DJI Pilot 2 actualiza la ruta del RPO en consecuencia. Cuando la iluminación no sea suficiente y los sistemas de visión no estén disponibles, la aeronave irá a la ruta original RPO.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

### **12.4.3 Software para el planeamiento y control del vuelo.**

PNNC cumpliendo los postulados y principios del artículo 209 de la Constitución Política de Colombia y del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, a través de un proceso de contratación, adquiere los sistemas de aeronaves no tripuladas, el Software, las licencias y los servicios de mantenimiento de la aeronavegabilidad requeridos para garantizar que la operación UAS se realice de forma segura, empleando la última versión del software dispuesto por el fabricante con la debida licencia que permite el uso del sistema, mientras se encuentran al servicio de PNNC.


La aplicación DJI Pilot 2 se ha desarrollado específicamente para usuarios de empresas. El vuelo manual integra varias características profesionales que hacen que volar sea una tarea simple e intuitiva. Las tareas de vuelo permiten la planificación de vuelos y el funcionamiento autónomo de la aeronave, lo que hace que su flujo de trabajo sea mucho más sencillo y eficiente.

Requisitos del entorno de vuelo:

- No pilote la aeronave en condiciones climáticas adversas, incluidas velocidades de viento superiores a 12 m/s, nieve, lluvia y niebla.
- Solo vuele en espacios abiertos. Los edificios altos y las estructuras metálicas de gran tamaño pueden afectar a la precisión de la brújula interna y al sistema GNSS. Se recomienda mantener la aeronave alejada al menos 5 m de cualquier estructura.
- Evite obstáculos, multitudes de personas, árboles y masas de agua (la altitud es, como mínimo, 3 m sobre el agua).
- Minimice las interferencias evitando zonas con altos niveles de electromagnetismo, como ubicaciones cercanas a líneas de tensión, estaciones base, subestaciones eléctricas y torres de radiodifusión.
- No despegue a una altitud superior a 6000 m (19 685 ft) sobre el nivel del mar. El rendimiento de la aeronave y su batería se ve limitado cuando se vuela a gran altura. Vuele con cuidado.
- El sistema GNSS no se puede usar con la aeronave en las regiones polares. En su lugar, utilice el sistema de visión.
- No despegue desde objetos en movimiento como automóviles o barcos.
- Asegúrese de que la baliza y la luz auxiliar inferior se habiliten por la noche para garantizar la seguridad del vuelo.
- Para no perjudicar la vida útil del motor, no despegue ni aterrice la aeronave en áreas arenosas o polvorientas.

PNNC cumpliendo los postulados y principios del artículo 209 de la Constitución Política de Colombia y del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, a través de un proceso de contratación, adquiere los sistemas de aeronaves no tripuladas, el Software, las licencias y los servicios de mantenimiento de la aeronavegabilidad requeridos para garantizar que la operación UAS se realice de forma segura, empleando la última versión del software dispuesto por el



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

fabricante con la debida licencia que permite el uso del sistema, mientras se encuentran al servicio de PNNC.

#### **12.4.4 Batería.**


La Batería de vuelo inteligente Mavic 3 es una batería de 15.4 V y 5000 mAh, con función de carga y descarga inteligente. Características de la batería:

- Visualización del nivel de batería: los ledes de nivel de batería muestran el nivel de carga actual.
- Descarga automática: para evitar que se hinche, la batería se descarga automáticamente al 96 % de su nivel si queda inactiva durante tres días y hasta el 60 % de su nivel si queda inactiva durante nueve días (aunque el valor predeterminado es nueve días, este valor se puede establecer en 4-9 con la aplicación). Es normal notar un calor moderado procedente de la batería durante el proceso de descarga.
- Carga equilibrada: los voltajes de las celdas de la batería se equilibran automáticamente al cargarla.
- Protección contra sobrecargas: la carga se detiene automáticamente cuando la batería está completamente cargada.
- Detección de temperatura: para prevenir cualquier daño, la batería solo se carga a una temperatura de entre 5 y 40 °C (entre 41 y 104 °F).
- Protección contra sobrecorrientes: la batería deja de cargarse si detecta un exceso de corriente.
- Protección contra sobredescargas: la descarga se detiene automáticamente para evitar una descarga excesiva al no usar la batería. La protección contra sobredescargas no se activa cuando se está usando la batería.
- Protección contra cortocircuitos: la fuente de alimentación se corta automáticamente si se detecta un cortocircuito.
- Protección contra daños a las celdas de la batería: la aplicación muestra un mensaje de advertencia cuando se detecta un celda de batería dañada.
- Modo Hibernación: a fin de ahorrar energía, la batería se desactiva después de 20 minutos de inactividad. Si el nivel de batería es inferior al 5 %, la batería entra en modo Hibernación para evitar una descarga excesiva después de estar seis horas en reposo. En el modo Hibernación, los indicadores del nivel de batería no se iluminan. Cargue la batería para salir del modo Hibernación.
- Comunicación: la información relativa al voltaje, la capacidad y la corriente de la batería se transmite a la aeronave.

Encendido/Apagado: presione una vez el botón de encendido y luego vuelva a presionarlo y manténgalo presionado durante dos segundos para encender/apagar la batería. Cuando la aeronave está encendida, los ledes de nivel de batería muestran el nivel de batería.

Aviso de temperatura baja:



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- La capacidad de la batería se reduce considerablemente al volar en entornos con bajas temperaturas de entre  $-10$  y  $5^{\circ}\text{C}$  (de  $14$  a  $41^{\circ}\text{F}$ ). Se recomienda mantener la aeronave en vuelo estacionario durante un rato para calentar la batería. Asegúrese de cargar completamente la batería antes del despegue.
- Las baterías no se pueden usar en entornos con temperaturas inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$ ).
- En entornos con bajas temperaturas, termine el vuelo en cuanto DJI Pilot 2 muestre la advertencia de nivel de batería bajo.
- Para garantizar un rendimiento óptimo de la batería, mantenga su temperatura por encima de  $20^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$ ).
- La reducción de la capacidad de la batería en entornos de baja temperatura reduce la resistencia a la velocidad del viento de la aeronave. Vuele con cuidado.
- Extreme las precauciones si vuela a altitudes elevadas.


Carga de la batería:

- Inserte la batería de vuelo inteligente en el puerto de la batería. Conecte el centro de carga a una toma de corriente (100-240 V, 50-60 Hz) con el adaptador de corriente (100 W) USB-C DJI.
- La batería de vuelo inteligente con el mayor nivel de carga se cargará primero, y las demás se cargarán en secuencia según sus niveles de carga. Consulte la sección Descripciones del indicador led de estado para obtener más información sobre los patrones de parpadeo del indicador led de estado.
- La batería de vuelo inteligente se puede desconectar del centro de carga cuando la carga ha finalizado.

#### **12.4.5 Seguridad de la batería.**

PNNC, en cumplimiento con la normativa vigente sobre la disposición responsable de las baterías de aeronaves no tripuladas que han llegado al final de su vida útil, implementa rigurosamente el “PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS”, desarrollado como parte del “SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)”. Dicho programa tiene como finalidad asegurar que el manejo, almacenamiento y disposición final de estos residuos se lleve a cabo de manera ambientalmente sostenible y conforme a las buenas prácticas internacionales. Además, este procedimiento es monitoreado y supervisado directamente por el Jefe de Pilotos UAS, quien garantiza el cumplimiento efectivo de los protocolos establecidos para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad dentro de las operaciones de PNNC. Además, se deben cumplir las siguientes normas de seguridad con las baterías:

- No cargue una Batería de Vuelo Inteligente inmediatamente después del vuelo; puede que su temperatura sea demasiado alta. Espere hasta que se enfríe a temperatura ambiente antes de volver a cargarla.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

- El adaptador de alimentación de CA dejará de cargar la batería si la temperatura de la célula de batería no se encuentra dentro del rango de funcionamiento 5-40 °C (41-104 °F). La temperatura ideal de carga es de 22-28 °C (71.6-82.4 °F).
- Cargue totalmente la batería al menos una vez cada tres meses para mantenerla en buenas condiciones.
- Por razones de seguridad, mantenga las baterías a un nivel de carga bajo durante su transporte. Esto se puede hacer volando la aeronave al aire libre hasta que quede menos del 30 % de carga.

#### **12.4.6 Almacenamiento y transporte.**


Para garantizar un almacenamiento y transporte adecuado, es imprescindible que la aeronave se mantenga con todos sus accesorios en el estuche de transporte oficial proporcionado por el fabricante. Esto asegura la protección de los componentes durante su traslado y previene posibles daños derivados de condiciones externas. Además, es fundamental observar las siguientes directrices específicas para el almacenamiento:

- Utilizar una bodega diseñada exclusivamente para este propósito, que asegure una temperatura constante que no exceda los 25 °C.
- Colocar la aeronave en los estuches proporcionados por el fabricante, asegurándose de incluir todos los accesorios, excepto las baterías.

Para el adecuado almacenamiento de las baterías, es imprescindible observar ciertas condiciones específicas que aseguren su integridad y prolonguen su vida útil. Estas condiciones no solo garantizan la preservación de su funcionalidad, sino que también minimizan riesgos asociados al manejo incorrecto. A continuación, se detallan las recomendaciones fundamentales para el almacenamiento adecuado de las baterías:

- Mantenga la batería fuera del alcance de los niños y las mascotas.
- No deje la batería cerca de fuentes de calor como hornos o calentadores.
- Almacene siempre la batería a una temperatura no superior de 25 °C (77 °F).
- Mantenga siempre la batería seca. No exponga la batería al agua.
- Nunca intente viajar con una batería dañada o una batería con un nivel de potencia superior al 30 % o inferior al 20 %.
- Para almacenamiento de larga duración (>1 semana), se recomienda cargar / descargar la batería a un 75 % de capacidad. No almacene la batería completamente descargada.

Estas medidas garantizan la preservación de la funcionalidad y la seguridad del equipo durante su tiempo fuera de operación o en traslado.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

#### **12.4.7 Programa de mantenimiento.**

PNNC, en cumplimiento de lo estipulado en el Manual de Control de Mantenimiento y de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, garantiza que todas las labores de reparación y mantenimiento de las aeronaves no tripuladas sean realizadas exclusivamente por distribuidores autorizados y certificados en procedimientos de reparación. Este enfoque asegura la integridad y confiabilidad operativa de las aeronaves.


En caso de que las aeronaves experimenten colisiones, impactos, o cualquier tipo de evento adverso que afecte su estructura o funcionalidad, se debe proceder con un mantenimiento correctivo especializado. Este tipo de mantenimiento comprende una serie de actividades técnicas destinadas a corregir daños estructurales, realizar procedimientos avanzados de mantenimiento, y efectuar pruebas exhaustivas tanto del hardware como del software de la aeronave. Todas estas acciones serán ejecutadas por personal técnico cualificado perteneciente al distribuidor autorizado, garantizando así que las aeronaves cumplan con los más altos estándares de seguridad y eficacia en sus operaciones futuras. El programa de mantenimiento incluye los siguientes procedimientos:

- Mantenimiento Mayor.
- Mantenimiento correctivo.
- Hard time (ht); tiempo límite de overhaul o vida límite de una parte.
- On-condition (oc).
- Condition monitoring (monitoreo por condición) (cm).

PNNC, alineándose con las especificaciones técnicas y recomendaciones proporcionadas por los fabricantes de las aeronaves DJI, establece que el mantenimiento mayor de estas se debe realizar siguiendo una periodicidad de 200 horas de vuelo acumuladas o cada seis meses, dependiendo de cuál de estas condiciones se cumpla primero. Este enfoque asegura que las aeronaves no tripuladas mantengan un estado óptimo de funcionamiento y cumplan con los más altos estándares de seguridad y operatividad, garantizando así su confiabilidad en misiones críticas y su longevidad en el tiempo.

Con el propósito de garantizar el cumplimiento riguroso de las especificaciones técnicas y las recomendaciones establecidas por los fabricantes, la persona natural o jurídica contratada por PNNC para la ejecución del mantenimiento mayor o correctivo de las aeronaves no tripuladas debe, al momento de suscribir el contrato, debe informar por escrito tanto al supervisor del contrato como al Jefe de Pilotos UAS sobre los cronogramas y tiempos proyectados para la realización de estos mantenimientos.

Dicha información deberá incluir de manera detallada la programación para cada aeronave, basada en las especificaciones proporcionadas por el fabricante, y será objeto de verificación por parte de la Aerocivil. Este proceso busca constatar que el contratista esté ejecutando los mantenimientos mayores conforme a las recomendaciones técnicas, asegurando, de esta forma, que las aeronaves

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

se mantengan en condiciones óptimas de aeronavegabilidad durante todas las operaciones de vuelo y cumplan con los estándares más altos de seguridad y eficiencia.

Esta gestión minuciosa no solo fortalece la confiabilidad operativa de las aeronaves, sino que también contribuye a la longevidad y sostenibilidad de los equipos en sus diversas misiones críticas, asegurando un desempeño superior en cada una de sus aplicaciones.

## 12.5 Aeronave PHANTOM 4 PRO

El DJI Phantom 4 Pro / Pro es una cámara aérea extremadamente inteligente con un sistema de detección de obstáculos en 5 direcciones formado por sensores de visión y de infrarrojos que le permite esquivar obstáculos de manera inteligente durante el vuelo. Su nueva cámara ofrece una calidad de imagen sin precedentes en un Phantom, para capturar fotos y vídeos con mayor claridad y resolución y menos ruido. La capacidad de doble frecuencia del control remoto aumenta la eficacia y la estabilidad de la transmisión de vídeo HD.

Características destacadas:

Con comandos Tapfly™ y ActiveTrack™ actualizados en la aplicación DJI GO 4, el Phantom 4 Pro / Pro+ vuela a cualquier lugar visible en la pantalla con sólo tocar con el dedo y sigue objetos en movimiento con toda facilidad.


**Cámara y estabilizador:** El Phantom 4 Pro / Pro+ puede grabar vídeos 4K a un máximo de 60 fotogramas por segundo y tomar fotografías de 20 megapíxeles con una nitidez y claridad sin precedentes gracias a su nuevo sensor CMOS de 1 pulgada. Su obturador mecánico y enfoque automático captan las mejores tomas aéreas.

**Controlador de vuelo:** El Controlador de Vuelo se ha actualizado para ofrecer una experiencia de vuelo más segura y fiable. Un nuevo registrador de vuelo almacena datos cruciales de cada vuelo. Un sistema de sensores visuales mejora la precisión del vuelo estacionario en interiores o en entornos sin señal GPS. Un nuevo diseño de IMU doble y brújulas le proporciona redundancia.

**Transmisión de vídeo HD:** La transmisión HD de baja latencia a larga distancia, hasta 7 km (4,3 mi), se efectúa mediante una versión mejorada de DJI LIGHTBRIDGE™. Y, al admitir 2,4 GHz y 5,8 GHz, se asegura una conexión más fiable en entornos con altos niveles de interferencia.

**Control remoto:** El control remoto del Phantom 4 Pro+ incluye un monitor de alta luminancia de 5,5 pulgadas con DJI GO integrado para el máximo control.

**Batería de Vuelo Inteligente:** La nueva Batería de Vuelo Inteligente de 5870 mAh DJI incorpora celdas de batería mejoradas y un sistema avanzado de gestión de energía para ofrecer hasta 30 minutos de vuelo.


 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>	<b>Código: XX-MN-XX</b> <b>Versión: Original</b> <b>Vigente desde:</b> <b>31/12/2025</b>
--	--	---

### 12.5.1 Especificaciones técnicas.

Para la interpretación de las especificaciones técnicas se debe tener en cuenta que el tiempo de vuelo es reducido con el incremento de la altitud de vuelo y dependiendo las condiciones meteorológicas. Las aeronaves no tripuladas han sido probadas en condiciones de atmósfera estándar internacional.

Tabla 6. Especificaciones técnicas Aeronave PHANTOM 4 PRO

<b>AERONAVE PHANTOM 4 PRO</b>	
Peso de despegue.	1388 g
Velocidad de ascenso máx.	6 m/s ( Modo Sport )
Velocidad de descenso máx.	4 m/s ( Modo Sport )
Velocidad máx.	72 km/h (45 mph) (modo S); 58 km/h (36 mph) (modo A); 50 km/h (31 mph) (modo P)
Altitud de vuelo máx	19685 feet ( 6000 m )
Max Tiempo de vuelo	Approx. 30 minutos
Temperatura de funcionamiento	32° to 104° F ( 0° to 40° C )
Modo GPS	GPS GLONASS
GIMBAL	
Intervalo controlable	Inclinación: - 90° to + 30°
<b>POSICIONAMIENTO VISUAL</b>	
Rango de detección de obstáculo	2 - 49 feet ( 0.7 - 15 m )
Entorno de funcionamiento	Superficies con patrones e iluminación brillante (> 15 lux)
<b>VELOCIDAD DEL SISTEMA VPS</b>	
Intervalo de velocidad	≤10 m/s ( 2 m sobre el nivel del suelo)
Intervalo de altitud	0 - 33 feet ( 0 - 10 m )
Intervalo de funcionamiento	0 - 33 feet ( 0 - 10 m )
Entorno de funcionamiento	Superficies con patrones e iluminación brillante (> 15 lux)
<b>CÁMARA</b>	
Sensor	1/2.3" :12 M Píxeles efectivos
Objetivo	FOV 94° 20 mm ( equivalente a formato de 35 mm ) f/2.8 focus at ∞
Intervalo de ISO	100-3200(video) 100-1600(fotos)
Velocidad del obturador electrónico	8 s to 1/8000 s
Tamaño máx. imagen	4000 x 3000
Modos de fotografía	Disparo único Disparo en ráfagas: 3/5/7 fotogramas Horquilla de exposición automática (AEB): 3/5 fotogramas horquillados con seso de 0.7EV Bias Time-lapse HDR
Formatos de archivo admitidos	FAT32 ( ≤ 32 GB ); exFAT ( > 32 GB )
Fotografía	JPEG, DNG ( RAW )
Video	MP4 / MOV ( MPEG – 4 AVC / H.264 )
Tipos de tarjetas SD admitidas	Capacidad máx.: 64 GB Se necesita clasificación clase 10 o UHS-1
Temperaturas de funcionamiento	32° a 104° F ( 0° a 40° C )
<b>CONTROLADOR REMOTO</b>	
Frecuencias de funcionamiento	2.400 GHz to 2.483 GHz
Distancia de transmisión Max.	FCC Compliant: 3.1 mi ( 5 km ); CE Compliant: 2.2 mi ( 3.5 km ) ( exteriores y sin obstrucciones, sin interferencias)
Temperaturas de funcionamiento	32° to 104° F ( 0° to 40° C )
Batería	6000 mAh LiPo 2S
Voltaje de funcionamiento	7.4V a 1.2A

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

<b>CARGADOR</b>	
Voltaje	17.4 V
Potencia nominal	100 W
<b>BATERÍA DE VUELO INTELIGENTE</b>	
Capacidad	5870 mAh
Voltaje	15.2 V
Tipo de batería	LiPo 4S
Energía	89.2 Wh
Peso neto	468 g
Temperatura de funcionamiento	41° a 104° F (4° a 40° C)
Potencia de carga máx.	100 W

Fuente: Manual del usuario Phantom 4.

### **12.5.2 Condiciones de enlace C2.**


El control remoto del Phantom 4 Pro/Pro es un dispositivo de comunicación inalámbrica multifunción que integra los sistemas de doble frecuencia de transmisión de vídeo y de control remoto de la aeronave. El enlace de transmisión de vídeo de 5,8 GHz se recomienda en entornos urbanos para evitar interferencias, mientras que el de 2,4 GHz funciona bien para distancias de transmisión largas en zonas despejadas. El control remoto cuenta con varias funciones de control de la cámara, como la captura y el control del estabilizador. El nivel de la batería se muestra mediante indicadores LED en el panel frontal del control remoto.

El Controlador de Vuelo del Phantom 4 Pro incluye varias actualizaciones importantes. Los modos de seguridad incluyen el mecanismo de seguridad y el regreso al punto de origen. Estas funciones garantizan el regreso seguro de la aeronave si se pierde la señal de control. El Controlador de Vuelo también puede guardar datos cruciales de cada vuelo en el dispositivo de almacenamiento de a bordo. El nuevo Controlador de Vuelo también aporta mayor estabilidad y una nueva función de aerofreno.

El software principal diseñado para el Phantom 4 es el DJI Assistant 2 para Phantom, una herramienta integral que permite realizar actualizaciones de firmware, gestionar configuraciones avanzadas y optimizar el rendimiento de la aeronave de manera eficaz.

**Regreso al punto de origen:** el modo de regreso al punto de origen (RTH) hace que la aeronave vuelva al último punto de origen registrado. El procedimiento de RTH se activará en tres casos: RTH inteligente, RTH por batería baja y RTH de seguridad. En esta sección se describen estos tres casos detalladamente.

**RTH inteligente:** si el punto de inicio se registró con éxito y la brújula está funcionando correctamente, la prueba de fallos RTH se activará automáticamente si la señal del control remoto se pierde durante más de tres segundos. El proceso de regreso a casa puede ser interrumpido y el operador puede recuperar el control de la aeronave, si se restablece la conexión de la señal del mando a distancia. Funcionamiento del sistema de prueba de fallos.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

Utilice el botón RTH del controlador remoto o toque el botón RTH de la aplicación DJI Pilot cuando el GPS esté disponible para iniciar el RTH inteligente. La aeronave regresará automáticamente al último punto de origen registrado. Puede utilizar las palancas del controlador remoto para controlar la posición de la aeronave con el fin de evitar colisiones durante el proceso de RTH inteligente. Mantenga pulsado el botón Smart RTH una vez para iniciar el proceso y vuelva a pulsarlo para finalizar el procedimiento y recuperar el control total de la aeronave.

RTH por batería baja: el mecanismo de seguridad por nivel de batería bajo se activa cuando la batería de vuelo inteligente de DJI se agota hasta un punto que pueda afectar al regreso seguro de la aeronave. Los usuarios deben hacer regresar la aeronave al punto de origen o hacerla aterrizar inmediatamente cuando aparezcan estas advertencias. La aplicación DJI GO indicará al usuario que haga regresar la aeronave al punto de origen cuando se active la advertencia de batería baja. La aeronave regresará automáticamente al punto de origen si no se realiza ninguna acción después de 10 segundos. El usuario puede cancelar el RTH pulsando una vez el botón RTH. Los umbrales para estas advertencias se determinan automáticamente en función de la altitud actual de la aeronave y de su distancia al punto de origen. La aeronave aterrizará automáticamente si el nivel actual de la batería solo permite que la aeronave aterrice desde la altitud actual. El usuario puede utilizar el controlador remoto para controlar la orientación de la aeronave durante el proceso de aterrizaje.


Encendido y apagado del controlador remoto; el control remoto de Phantom 4 tiene incluida una batería recargable 2S que tiene una capacidad de 6000 mAh. El nivel de la batería se indica mediante los LED de nivel de batería en el panel frontal. Siga los pasos a continuación para encender el mando a distancia:

- Cuando el control remoto está apagado, pulse el botón de encendido una vez. Los LEDs de nivel de batería te mostrarán el nivel actual de la batería.
- Mantenga pulsado el botón de encendido para encender el mando a distancia.
- El controlador remoto emitirá un pitido cuando se encienda. El LED de estado parpadea rápidamente en verde, lo que indica que se está estableciendo el vínculo entre el controlador remoto y la aeronave, y se quedarán fijos en ese color cuando la vinculación se haya completado.
- Repita el paso 2 para apagar el control remoto.

### **12.5.3 Software para el planeamiento y control del vuelo.**

PNNC cumpliendo los postulados y principios del artículo 209 de la Constitución Política de Colombia y del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, a través de un proceso de contratación, adquiere los sistemas de aeronaves no tripuladas, el Software, las licencias y los servicios de mantenimiento de la aeronavegabilidad requeridos para garantizar que la operación UAS se realice de forma segura, empleando la última versión del software dispuesto por el fabricante con la debida licencia que permite el uso del sistema, mientras se encuentran al servicio de PNNC.



 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

La aplicación DJI Go es una herramienta móvil avanzada diseñada específicamente para optimizar el control y la operación de los productos DJI, incluyendo aeronaves no tripuladas. A través de esta aplicación, los usuarios tienen acceso a una amplia gama de funcionalidades que permiten una gestión integral del gimbal, la cámara y diversos sistemas de navegación.

Entre sus características más destacadas se encuentra la capacidad de proporcionar datos en tiempo real sobre el estado de la aeronave, como niveles de batería, condiciones del entorno y parámetros de vuelo. También cuenta con una interfaz intuitiva que facilita el acceso rápido a las opciones de configuración avanzadas, permitiendo ajustes precisos en el comportamiento de la aeronave y personalización según las necesidades del operador.

Además, esta aplicación integra herramientas como el mapa dinámico para seguimiento de rutas, una academia interactiva que ofrece formación y tutoriales para maximizar el uso del equipo, y un centro de usuarios para compartir contenido multimedia como fotos y vídeos. Estas funciones están diseñadas para mejorar la experiencia del usuario, fomentar la colaboración entre operadores, y garantizar una operación más segura y eficiente.


Por último, DJI Go se actualiza regularmente para asegurar su compatibilidad con los últimos modelos de aeronaves y garantizar que las licencias sean plenamente funcionales. Esta actualización continua refuerza la seguridad y confiabilidad durante la operación, posicionando a DJI Go como una solución indispensable para profesionales que buscan precisión y desempeño en sistemas de aeronaves no tripuladas.

Requisito del entorno de vuelo:

- No utilice la aeronave en condiciones climáticas adversas, como viento a una velocidad superior a 10 m/s, nieve, lluvia y bruma industrial.
- Vuele solo en espacios abiertos. Las estructuras altas y las grandes estructuras metálicas pueden afectar a la precisión de la brújula de a bordo y del sistema GPS.
- Evite obstáculos, multitudes, líneas de alta tensión, árboles y masas de agua.
- Reduzca al mínimo las interferencias evitando zonas con altos niveles de electromagnetismo, incluidos repetidores y torres de radio transmisión.
- El rendimiento de la aeronave y de la batería está sujeto a factores medioambientales, como la densidad del aire y la temperatura. Tenga mucho cuidado al volar a altitudes superiores a 6000 metros (19 685 pies) sobre el nivel del mar, ya que puede afectar al rendimiento de la batería y la aeronave.
- El Phantom 4 no se puede utilizar en zonas polares.

#### **12.5.4 Batería.**

La batería inteligente de DJI tiene una capacidad de 5350 mAh, una tensión de 15,2 V, y una funcionalidad de carga / descarga inteligente. Sólo se debe cargar con un cargador apropiado que ha sido aprobado por DJI.


 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Funcionalidades de la batería inteligente de DJI:

- Nivel de la batería: Los indicadores LED muestra el nivel actual de la batería.
- Duración de la batería: Los LED muestran el estado de energía de la batería.
- Función de Auto descarga: Para evitar que se hinchen, la batería se descarga automáticamente a menos de un 65% de la potencia total, cuando está inactiva durante más de diez días. Se tarda alrededor de dos días para descargue la batería hasta el 65%. Es normal, que se caliente la batería durante el proceso de descarga. Los umbrales de descarga se pueden establecer en la aplicación DJI GO.
- La carga equilibrada: equilibra automáticamente el voltaje de cada celda durante su carga.
- Protección de sobrecarga: La carga se detiene automáticamente cuando la batería está completamente cargada.
- Detección de temperatura: La batería sólo se carga cuando la temperatura está entre 5 ° C (41 ° F) y 40 ° C (104 ° F).
- Sobre la protección actual: la batería deja de cargarse cuando se detecta un alto amperaje (más de 8 A).
- Sobre la protección de descarga: Para evitar daños sobre la descarga, esta se detiene automáticamente cuando el voltaje de la batería llega a 12 V.
- Protección por cortocircuito: Corta automáticamente la fuente de alimentación cuando se detecta un cortocircuito. Batería con protección contra daños en la celda: La aplicación DJI GO muestra un mensaje de advertencia cuando se detecta una celda dañada. Batería con historial de errores: Puede explorar el historial de errores de la batería desde la aplicación DJI GO. Modo de suspensión: Para ahorrar energía, la batería entra en modo de suspensión después de 20 minutos de inactividad. Comunicación: La información relativa a la tensión de la batería, la capacidad, la corriente, etc. se transmite al controlador principal de la aeronave.

Aviso de temperatura baja:

- La capacidad de la batería se reduce significativamente cuando se vuela a baja temperatura (<0 ° C).
- No se recomienda utilizar la batería a temperatura extremadamente baja (<-10 ° C) El voltaje de la batería debe alcanzar el nivel adecuado cuando trabaje con temperaturas entre -10 ° C y 5 ° C.
- Terminar de volar cuando la aplicación DJI GO muestre la "advertencia de nivel de batería baja" en ambientes de temperatura baja.
- Mantenga la batería en sitios interiores para que se caliente antes de volar en sitios de baja temperatura.
- Para garantizar un rendimiento óptimo de la batería, mantenga la temperatura de la batería por encima de 20 ° C.
- El cargador dejará de cargar la batería si la temperatura de la celda no está dentro del rango de funcionamiento (0 ° C ~ 40 ° C).

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Comprobación del nivel de batería: los indicadores de nivel de batería muestran la carga restante. Cuando la batería esté apagada, pulse una vez el botón de encendido. Los indicadores de nivel de batería se encenderán para mostrar el nivel actual de la batería. Véase más abajo para más detalles.

Vida de la batería: la vida de la batería indica cuántas veces más puede descargarse y cargarse la batería antes de cambiarla. Cuando la batería esté apagada, mantenga pulsado el botón de encendido durante 5 segundos para comprobar la vida de la batería. Los indicadores de nivel de batería se iluminarán o parpadearán durante dos segundos, como se muestra a continuación:

Carga de la batería inteligente:


- Conecte el cargador de la batería a una fuente de alimentación (100-240 V 50/60 Hz).
- Abra la tapa protectora y conecte la batería de vuelo inteligente al cargador. Si el nivel de la batería está por encima del 95 %, encienda la batería antes de cargarla.
- El indicador de nivel de batería también mostrará el nivel de la batería durante la carga.
- Tenga en cuenta que todos los LED de la batería se apagan automáticamente cuando la batería está completamente cargada.
- Enfríe con aire la batería de vuelo inteligente después de cada vuelo.
- Deje que enfríe hasta temperatura ambiente antes de guardarla durante un periodo prolongado.
- Apagar siempre la batería antes de insertarla o retirarla de la Phantom 4.
- Nunca insertar o extraer una batería cuando está encendida.

Cómo descargar la batería de vuelo inteligente:

- Lento: Coloque la batería inteligente en el compartimiento de la batería del Phantom 4 y vuelva a encenderlo. Dejar actuar hasta que haya menos de 8% de energía, o hasta que la batería ya no se puede encender. Poner en marcha el DJI GO aplicación para comprobar los niveles de batería.
- Rapido : Volar el Phantom 4 hasta que haya menos de 8% de energía, o hasta que la batería ya no se puede encender.

#### **12.5.5 Seguridad de la batería.**

PNNC, en cumplimiento con la normativa vigente sobre la disposición responsable de las baterías de aeronaves no tripuladas que han llegado al final de su vida útil, implementa rigurosamente el “PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS”, desarrollado como parte del “SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)”. Dicho programa tiene como finalidad asegurar que el manejo, almacenamiento y disposición final de estos residuos se lleve a cabo de manera ambientalmente sostenible y conforme a las buenas prácticas internacionales. Además, este procedimiento es monitoreado y supervisado directamente por el Jefe de Pilotos UAS, quien garantiza el cumplimiento efectivo de los protocolos establecidos para minimizar el impacto ambiental y promover la

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

sostenibilidad dentro de las operaciones de PNNC. Además, se deben cumplir las siguientes normas de seguridad con las baterías:

- No cargue una batería de vuelo inteligente inmediatamente después del vuelo, ya que puede que esté demasiado caliente. Espere a que la batería se enfríe hasta alcanzar la temperatura de funcionamiento antes de volver a cargarla.
- El cargador deja de cargar la batería si la temperatura de la celda no se encuentra dentro del rango de funcionamiento de 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F). La temperatura ideal de carga es de 22 a 28 °C (de 71.6 a 82.4 °F).
- Cargue totalmente la batería al menos una vez cada tres meses para mantenerla en buenas condiciones.
- Por razones de seguridad, mantenga las baterías a un nivel de carga bajo durante su transporte. Esto se puede hacer volando la aeronave al aire libre hasta que quede menos del 30 % de carga.


#### **12.5.6 Almacenamiento y transporte.**

Para garantizar un almacenamiento y transporte adecuado, es imprescindible que la aeronave se mantenga con todos sus accesorios en el estuche de transporte oficial proporcionado por el fabricante. Esto asegura la protección de los componentes durante su traslado y previene posibles daños derivados de condiciones externas. Además, es fundamental observar las siguientes directrices específicas para el almacenamiento:

- Utilizar una bodega diseñada exclusivamente para este propósito, que asegure una temperatura constante que no exceda los 25 °C.
- Colocar la aeronave en los estuches proporcionados por el fabricante, asegurándose de incluir todos los accesorios, excepto las baterías.

Para el adecuado almacenamiento de las baterías, es imprescindible observar ciertas condiciones específicas que aseguren su integridad y prolonguen su vida útil. Estas condiciones no solo garantizan la preservación de su funcionalidad, sino que también minimizan riesgos asociados al manejo incorrecto. A continuación, se detallan las recomendaciones fundamentales para el almacenamiento adecuado de las baterías:

- Mantenga la batería fuera del alcance de los niños y las mascotas.
- No deje la batería cerca de fuentes de calor como hornos o calentadores.
- Almacene siempre la batería a una temperatura no superior de 25 °C (77 °F).
- Mantenga siempre la batería seca. No exponga la batería al agua.
- Nunca intente viajar con una batería dañada o una batería con un nivel de potencia superior al 30 % o inferior al 20 %.
- Para almacenamiento de larga duración (>1 semana), se recomienda cargar / descargar la batería a un 75 % de capacidad. No almacene la batería completamente descargada.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

Estas medidas garantizan la preservación de la funcionalidad y la seguridad del equipo durante su tiempo fuera de operación o en traslado.

### **12.5.7 Programa de mantenimiento.**

PNNC, en cumplimiento de lo estipulado en el Manual de Control de Mantenimiento y de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, garantiza que todas las labores de reparación y mantenimiento de las aeronaves no tripuladas sean realizadas exclusivamente por distribuidores autorizados y certificados en procedimientos de reparación. Este enfoque asegura la integridad y confiabilidad operativa de las aeronaves.


En caso de que las aeronaves experimenten colisiones, impactos, o cualquier tipo de evento adverso que afecte su estructura o funcionalidad, se debe proceder con un mantenimiento correctivo especializado. Este tipo de mantenimiento comprende una serie de actividades técnicas destinadas a corregir daños estructurales, realizar procedimientos avanzados de mantenimiento, y efectuar pruebas exhaustivas tanto del hardware como del software de la aeronave. Todas estas acciones serán ejecutadas por personal técnico cualificado perteneciente al distribuidor autorizado, garantizando así que las aeronaves cumplan con los más altos estándares de seguridad y eficacia en sus operaciones futuras. El programa de mantenimiento incluye los siguientes procedimientos:

- Mantenimiento Mayor.
- Hard time (ht); tiempo límite de overhaul o vida límite de una parte.
- On-condition (oc).
- Condition monitoring (monitoreo por condición) (cm).

PNNC, alineándose con las especificaciones técnicas y recomendaciones proporcionadas por los fabricantes de las aeronaves DJI, establece que el mantenimiento mayor de estas se debe realizar siguiendo una periodicidad de 200 horas de vuelo acumuladas o cada seis meses, dependiendo de cuál de estas condiciones se cumpla primero. Este enfoque asegura que las aeronaves no tripuladas mantengan un estado óptimo de funcionamiento y cumplan con los más altos estándares de seguridad y operatividad, garantizando así su confiabilidad en misiones críticas y su longevidad en el tiempo.

Con el propósito de garantizar el cumplimiento riguroso de las especificaciones técnicas y las recomendaciones establecidas por los fabricantes, la persona natural o jurídica contratada por PNNC para la ejecución del mantenimiento mayor o correctivo de las aeronaves no tripuladas debe, al momento de suscribir el contrato, debe informar por escrito tanto al supervisor del contrato como al Jefe de Pilotos UAS sobre los cronogramas y tiempos proyectados para la realización de estos mantenimientos.

Dicha información deberá incluir de manera detallada la programación para cada aeronave, basada en las especificaciones proporcionadas por el fabricante, y será objeto de verificación por parte de la Aerocivil. Este proceso busca constatar que el contratista esté ejecutando los mantenimientos

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	---	---

mayores conforme a las recomendaciones técnicas, asegurando, de esta forma, que las aeronaves se mantengan en condiciones óptimas de aeronavegabilidad durante todas las operaciones de vuelo y cumplan con los estándares más altos de seguridad y eficiencia.

Esta gestión minuciosa no solo fortalece la confiabilidad operativa de las aeronaves, sino que también contribuye a la longevidad y sostenibilidad de los equipos en sus diversas misiones críticas, asegurando un desempeño superior en cada una de sus aplicaciones.

## 12.6 Aeronave AUTEL EVO II


El EVO II no solo ofrece características avanzadas como la evitación de obstáculos y modos de vuelo inteligentes, sino también un rendimiento de alta tecnología que alcanza una velocidad máxima de 70 km/h, un tiempo de vuelo estacionario de hasta 35 minutos, 40 minutos en vuelo continuo, y un alcance operativo de 10 km (6.2 millas). Sin embargo, el rendimiento en vuelo es solo el comienzo. La cámara estabilizada de 3 ejes del EVO II permite visualizar la transmisión en vivo con una calidad de hasta 1080p en tu dispositivo móvil o 720p en la pantalla OLED integrada del control remoto.

### 12.6.1 Especificaciones técnicas.

Para la interpretación de las especificaciones técnicas se debe tener en cuenta que el tiempo de vuelo es reducido con el incremento de la altitud de vuelo y dependiendo las condiciones meteorológicas. Las aeronaves no tripuladas han sido probadas en condiciones de atmósfera estándar internacional.


Tabla 7. Especificaciones técnicas aeronave Autel EVO II.

<b>AERONAVE AUTEL EVO II</b>	
Peso de despegue	1127 g
Dimensiones	Plegado: 228×133×110 mm (largo×ancho×alto) Desplegado: 424×354×110 mm (largo×ancho×alto)
Distancia diagonal	397 mm
Velocidad máxima de ascenso	Modo estándar: 5 m/s Modo extremo: 8 m/s
Velocidad Máxima de Descenso	Modo estándar: 3 m/s Modo extremo: 4 m/s
Velocidad máxima	Modo estándar: 15 m/s Modo extremo: 20 m/s
Altitud máxima de servicio sobre el nivel del mar	7000 m
Tiempo máximo de vuelo	40 minutos
Tiempo máximo en suspensión	45 minutos
Distancia máxima de vuelo	25 km
Ángulo máximo de inclinación	Modo estándar: 28° Modo extremo: 33°
Velocidad angular máxima	120°/s
Rango de temperatura de funcionamiento	-10°C to 40°C
Frecuencia de funcionamiento	2.4~2.4835GHz; 5.725~5.850GHz
Potencia de transmisión (EIRP)	2.4~2.4835GHz FCC/ISED : ≤27dBm

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---


	SRRC/CE/MIC/RCM : ≤20dBm 5.725~5.850GHz FCC/ISED/SRRC/MIC : ≤27dBm CE/RCM : ≤14dBm
GNSS	GPS/GLONASS/VIO/ATTI
Precisión de rango de flotación	Precisión vertical: ± 0.02 m (con posicionamiento por visión activa) o ± 0.2 m (con posicionamiento GPS). Precisión horizontal: ± 0.02 m (con posicionamiento por visión activa) o ± 0.5 m (con posicionamiento GPS y sin viento).
Almacenamiento interno	8 GB
Almacenamiento SD.	Capacidad estándar: 32 GB, con soporte máximo de hasta 256 GB.
<b>ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN</b>	
Sistema de detección	Detección de obstáculos omnidireccional
Adelante	Rango de medición de precisión: 0.5 - 20 m Rango detectable: 0.5 - 40 m Velocidad efectiva de detección: < 15 m/s Campo de visión (FOV): Horizontal: 60°, Vertical: 80°
Hacia atrás.	Rango de medición de precisión: 0.5 - 16 m Rango detectable: 0.5 - 32 m Velocidad efectiva de detección: < 12 m/s Campo de visión (FOV): Horizontal: 60°, Vertical: 80°
Hacia arriba	Rango de medición de precisión: 0.5 - 12 m Rango detectable: 0.5 - 24 m Velocidad efectiva de detección: < 6 m/s Campo de visión (FOV): Horizontal: 60°, Vertical: 50°
Hacia abajo	Rango de medición de precisión: 0.5 - 11 m Rango detectable: 0.5 - 22 m Velocidad efectiva de detección: < 6 m/s Campo de visión (FOV): Horizontal: 90°, Vertical: 70°
Lados	Rango de medición de precisión: 0.5 - 12 m Rango detectable: 0.5 - 24 m Velocidad efectiva de detección: < 10 m/s Campo de visión (FOV): Horizontal: 60°, Vertical: 50°
Entorno de operación.	Delante, Atrás, Arriba y Lados: Superficie con patrón claro y una iluminación adecuada (lux > 20). Abajo: Superficie con patrón claro y una iluminación adecuada (lux > 20). Detecta superficies reflectantes difusas (>20%) como paredes, árboles y personas.
<b>ESPECIFICACIONES DE LA CÁMARA</b>	
Dispositivo sensor	Sensor CMOS de 1/2" Píxeles efectivos: 48 millones
Lens	Campo de visión (FOV): aproximadamente 79°; apertura: f/1.8.
Rango ISO	Video: ISO 100~3200 (Automático) Video: ISO 100~3200 (Manual) Foto: ISO 100~3200 (Automático) Foto: ISO 100~3200 (manual).
Velocidad de obturación	Obturador electrónico: de 8 segundos a 1/8000s.
Zoom Digital	1 ~ 8x (Max. 4x lossless zoom)
Resolución de imágenes estáticas	8000*6000 (4:3) 7680*4320 (16:9) 4000*3000 (4:3) 3840*2160 (16:9)
Formato de imagen fija	JPEG / DNG / JPEG+DNG
Modos de fotografía estática	Disparo único Ráfaga de disparos: 3/5 fotogramas



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

	Horquillado de exposición automática (AEB): 3/5 fotogramas con pasos de 0.7 EV Intervalos de disparo en Time Lapse: - JPG: 2s/5s/7s/10s/20s/30s/60s - DNG: 5s/7s/10s/20s/30s/60s HyperLight: Compatible (en formato JPEG 4K) Exposición prolongada: Máx. 8 segundos Imágenes HDR: Compatible (en formato JPEG 4K)
Formato video	MOV / MP4
Tasa de bits máxima de video	120Mbps
Grabación de video HDR	Soporta grabación de video HDR en resoluciones de 3840*2160, 2720*1528 y 1920*1080.
<b>ESPECIFICACIONES DEL GIMBAL</b>	
Peso	70 g
Rango mecánico	Inclinación: -135~45°, Balanceo: -45~45°, Guiñada: ±100°
Rango Controlable	Inclinación: -90~30°, Balanceo: /, Guiñada: -90~90°.
Estabilización	3-axis (tilt, roll, pan)
Velocidad máxima de control (inclinación)	200°/s
Rango de vibración angular	±0.003° @ 10m/s ±0.008° @ 15m/s ±0.013° @ 20m/s
<b>ESPECIFICACIONES DE LA BATERÍA DE LA AERONAVE.</b>	
Capacidad	7100 mAh
Voltaje	11.55 V
Voltaje máximo de carga	13.2 V
Tipo de batería	LiPo 3S
Energía	82 Wh
Peso neto	365 g
Rango de temperatura de carga	5°C to 40°C
Potencia máxima de carga.	82 W
<b>ESPECIFICACIONES DEL CONTROL REMOTO</b>	
Frecuencia de Operación	2.4~2.4835GHz; 5.725~5.850GHz
Distancia máxima de transmisión (sin obstrucciones, libre de interferencias)	FCC: 10km CE: 5km
Rango de temperatura operativa	-10°C - 40°C
Potencia de transmisión (EIRP)	2.4~2.4835GHz FCC/ISED : ≤27dBm SRRC/CE/MIC/RCM : ≤20dBm 5.725~5.850GHz FCC/ISED/SRRC/MIC : ≤27dBm CE/RCM : ≤14dBm
Batería	5000 mAh
Peso	370g
Corriente/Voltaje de Operación	1.7A@3.7V
Rango de temperatura de carga	0 - 40°C
Tamaño de dispositivo móvil compatible	Longitud máxima: 84 mm; grosor máximo: 13 mm.
Horas de operación	3 H
Pantalla OLED con alto brillo (NITS).	330
<b>ESPECIFICACIONES DEL CARGADOR</b>	
Entrada	100-240 V, 50/60 Hz, 1.5A
Salida	Main: 13.2 V = 5 A USB: 5V=3A 9V=2A 12V=1.5A
Voltaje	13.2 ± 0.1 V
Potencia nominal	66 W

Fuente: Manual del usuario Autel EVO II.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	---	---

### 12.6.2 Condiciones de enlace C2.

La EVO II tiene un alcance de transmisión sin obstrucciones de hasta 9 km en condiciones óptimas. El control remoto admite la transmisión de vídeo en vivo y funciona tanto con un dispositivo móvil emparejado como sin él. El sistema de enlace de vídeo y el sistema de control remoto de la aeronave operan en 2.4 GHz. Una pantalla OLED de 3.3 pulgadas muestra la transmisión de vídeo en vivo, el nivel de la batería, la señal GPS, la velocidad de vuelo y otros datos relevantes.

Este diseño innovador está pensado para ofrecer una experiencia de vuelo más intuitiva y eficiente. La capacidad de transmisión en vivo garantiza que el piloto pueda tomar decisiones rápidas basadas en la información en tiempo real, mientras que la pantalla OLED proporciona una visualización clara incluso en condiciones de iluminación adversas. Además, el alcance de transmisión de 9 km permite explorar y capturar imágenes en áreas extensas, lo que amplía las posibilidades creativas y operativas del dispositivo. Gracias a su frecuencia de 2.4 GHz, el sistema asegura una conexión estable y confiable, reduciendo las interferencias que podrían afectar el desempeño del vuelo. Estas características hacen de la EVO II una herramienta esencial tanto para profesionales como para entusiastas que buscan maximizar el potencial de sus drones en diferentes escenarios. La siguiente tabla detalla las distintas alertas del zumbador junto con sus respectivos significados.


Tabla 8. Alertas del control remoto.

<b>ALERTAS DEL ZUMBADOR DEL CONTROL REMOTO</b>	
Advertencia de batería baja de la aeronave (predeterminado al 25%).	Un pitido rápido cada segundo durante 5 segundos, acompañado de dos vibraciones en el control remoto.
Advertencia de batería críticamente baja de la aeronave (predeterminado al 15%).	5 pitidos rápidos cada segundo durante 5 segundos, con 5 vibraciones en el control remoto.
Advertencia de batería baja del control remoto (10%).	1 pitido rápido cada segundo durante 5 segundos
Advertencia de batería críticamente baja del control remoto (5%).	5 pitidos rápidos por segundo durante 3 segundos, acompañados de dos vibraciones en el control remoto
Pérdida de comunicación entre la aeronave y el control remoto	2 pitidos rápidos cada segundo durante 5 segundos, con 1 vibración en el control remoto.
Desconexión del enlace de video.	3 pitidos rápidos en 1 segundo
Interferencia de la brújula	3 pitidos con 3 vibraciones en el control remoto
Notificación en espera	3 pitidos cada 15 minutos de inactividad.

Fuente: Manual del usuario Autel EVO II.

### 12.6.3 Software para el planeamiento y control del vuelo.

PNNC cumpliendo los postulados y principios del artículo 209 de la Constitución Política de Colombia y del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, a través de un proceso de contratación, adquiere los sistemas de aeronaves no tripuladas, el Software, las licencias y los servicios de mantenimiento de la aeronavegabilidad requeridos para garantizar que la operación UAS se realice de forma segura, empleando la última versión del software dispuesto por el fabricante con la debida licencia que permite el uso del sistema, mientras se encuentran al servicio de PNNC.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

**Funcionamiento de Autel Explorer:** el sistema Autel Explorer es una solución avanzada e integral diseñada específicamente para la gestión, planeamiento y control de vuelos de drones. Este software combina funcionalidades intuitivas con características técnicas de alta precisión, ofreciendo un conjunto robusto de herramientas adaptadas tanto para principiantes como para usuarios profesionales.

**Interfaz de usuario intuitiva y funcional:** el Autel Explorer ofrece una interfaz de usuario moderna y accesible, diseñada para simplificar operaciones complejas. El diseño optimizado permite a los usuarios personalizar la disposición de los controles y visualizar en tiempo real datos críticos del vuelo, como altitud, velocidad, posición y estado de la batería. Además, integra configuraciones rápidas para ajustar parámetros esenciales según las necesidades del piloto o la misión.


**Planificación de misiones automatizada:** este sistema incluye herramientas de planeamiento avanzadas que permiten diseñar rutas de vuelo automatizadas con precisión milimétrica. Los usuarios pueden establecer puntos de referencia (waypoints), altitudes específicas y patrones de vuelo personalizados directamente desde la aplicación. Estas funciones son ideales para tareas como cartografía, inspección de infraestructuras y monitoreo ambiental.

**Integración con cámaras y sensores:** el Autel Explorer se sincroniza de manera eficiente con los sistemas de cámaras y sensores de los drones compatibles. Esto incluye cámaras térmicas, multiespectrales y de alta resolución, lo que facilita la captura de datos detallados en tiempo real. La aplicación permite realizar ajustes en las configuraciones de las cámaras directamente desde el dispositivo de control, optimizando la calidad de las imágenes y videos generados.

**Sistema de seguridad proactivo:** el sistema cuenta con alertas de seguridad integradas que notifican al usuario sobre posibles riesgos durante el vuelo, como interferencias de señal, obstáculos cercanos y niveles bajos de batería. Además, el Autel Explorer incluye zonas de exclusión aérea (Zonas GEO) preconfiguradas, que garantizan el cumplimiento de las normativas locales y previenen vuelos no autorizados en áreas restringidas.

**Compatibilidad y conectividad:** el Autel Explorer es compatible con múltiples plataformas, incluyendo dispositivos móviles iOS y Android. Su capacidad de conectividad avanzada asegura una comunicación fluida entre el dron, el controlador y la aplicación, incluso en entornos con poca cobertura de señal. Además, soporta actualizaciones automáticas de firmware para garantizar que el sistema siempre funcione con su máximo rendimiento.

**Registro de datos y análisis de vuelos:** una de las características más destacadas del sistema es su capacidad para registrar y almacenar datos del vuelo. Esto incluye información detallada sobre rutas, tiempos, consumo de batería y métricas de rendimiento. El análisis posterior de estos datos permite a los usuarios identificar áreas de mejora y garantizar operaciones más seguras y eficientes en el futuro.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

Aplicaciones profesionales: el Autel Explorer está diseñado para satisfacer demandas tanto recreativas como comerciales. Sus aplicaciones abarcan áreas como agricultura de precisión, búsqueda y rescate, vigilancia de infraestructuras críticas, inspección industrial y cinematografía aérea. En resumen, el sistema Autel Explorer es una herramienta imprescindible para pilotos de drones que buscan combinar eficiencia, seguridad y precisión en sus operaciones. Su diseño avanzado y sus amplias funcionalidades técnicas lo convierten en una solución líder en el mercado de sistemas de control de vuelo.


#### **12.6.4 Batería.**

La batería recargable de polímero de litio (Li-Po) de EVO II, diseñada exclusivamente, presenta una alta densidad de energía y gran capacidad. Este modelo innovador garantiza un rendimiento superior y una mayor duración en comparación con las baterías convencionales. Es fundamental cargar la batería utilizando únicamente el cargador suministrado, ya que esto asegura la protección de los componentes internos y optimiza su ciclo de vida útil. Además, incorpora tecnologías avanzadas para la regulación de la temperatura durante los procesos de carga y descarga, lo que minimiza riesgos y maximiza la eficiencia energética. Su diseño ergonómico facilita la instalación y extracción rápida, adaptándose perfectamente a las exigencias de los usuarios profesionales y aficionados. Este enfoque en la confiabilidad y la seguridad hace de la batería del EVO II un componente esencial para asegurar un rendimiento óptimo en entornos exigentes.

Encender la batería: antes de conectar la batería al dron, asegúrese de que esté apagada. Esto no solo garantiza la seguridad durante la instalación, sino también la correcta conexión de los componentes internos del dispositivo. Una vez acoplada la batería, presione y mantenga el Botón de Encendido durante 3 segundos para activarla. Al encenderse, los indicadores del nivel de batería mostrarán la cantidad de carga disponible, lo que permite a los usuarios verificar rápidamente si es suficiente para el vuelo planificado. Además, es recomendable realizar una revisión visual de la batería y del dron antes de cada uso para identificar cualquier señal de daño físico o desgaste excesivo. Estas precauciones son esenciales para garantizar un rendimiento óptimo y evitar problemas durante el vuelo. Si se detecta alguna anomalía, se recomienda consultar el manual de mantenimiento o contactar al servicio técnico oficial.

Apagar la batería: para apagar la batería, mantenga presionado el Botón de Encendido durante 3 segundos. Si la batería está conectada al dron, los indicadores LED 1 y LED 4 parpadearán 5 veces para señalar que la batería se está apagando. Una vez que todos los Indicadores de Nivel de Batería se hayan apagado, retire la batería del dron con cuidado.

Es importante destacar que desconectar la batería correctamente evita daños potenciales tanto en el dispositivo como en la batería misma. Además, se recomienda almacenar la batería en un lugar seco y fresco, alejado de fuentes de calor, humedad excesiva o materiales inflamables, para preservar su integridad y prolongar su vida útil. Estas prácticas de manejo seguro aseguran un rendimiento óptimo y minimizan riesgos en futuras operaciones.

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	---	---

Verificación del nivel de batería: para verificar el nivel de batería sin encenderla, presione el Botón de Encendido durante 1 segundo y luego suéltelo rápidamente. Los indicadores LED mostrarán el nivel actual de carga de la batería de la siguiente manera:


- Si todos los LED están encendidos, la batería está completamente cargada.
- Tres LED encendidos indican que la batería está al 75 % de su capacidad.
- Dos LED encendidos representan una carga del 50 %.
- Un LED encendido indica que la batería tiene un 25 % de carga o menos.

Es importante realizar estas verificaciones antes de cada vuelo para asegurarse de que la batería tiene suficiente energía para cumplir con los requisitos operativos. Además, se recomienda realizar inspecciones regulares para garantizar que los indicadores LED funcionen correctamente y no presenten fallos. Estas prácticas forman parte de un protocolo de mantenimiento que contribuye a la seguridad y a la eficiencia del equipo.

#### **12.6.5 Seguridad de la batería.**

PNNC, en cumplimiento con la normativa vigente sobre la disposición responsable de las baterías de aeronaves no tripuladas que han llegado al final de su vida útil, implementa rigurosamente el “PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS”, desarrollado como parte del “SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)”. Dicho programa tiene como finalidad asegurar que el manejo, almacenamiento y disposición final de estos residuos se lleve a cabo de manera ambientalmente sostenible y conforme a las buenas prácticas internacionales. Además, este procedimiento es monitoreado y supervisado directamente por el Jefe de Pilotos UAS, quien garantiza el cumplimiento efectivo de los protocolos establecidos para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad dentro de las operaciones de PNNC. Además, se deben cumplir las siguientes normas de seguridad con las baterías:

- Protección de autodescarga durante el almacenamiento: Cuando la batería se almacena en un ambiente con alta temperatura o permanece inactiva por más de seis días con un nivel de carga elevado, se activa automáticamente la protección de autodescarga. Este mecanismo reduce de manera segura el nivel de carga de la batería para evitar daños potenciales y preservar su vida útil. Este ajuste está configurado por defecto, y el proceso de descarga toma aproximadamente de dos a tres días. Aunque no hay una indicación directa de que la batería está realizando un ciclo de autodescarga, puede notarse un leve aumento de temperatura en la batería, lo cual es completamente normal.
- Es importante destacar que el umbral de descarga puede personalizarse a través de la aplicación Autel Explorer™. Al ajustar este parámetro según las condiciones y necesidades específicas, se puede optimizar tanto la protección de la batería como la eficiencia operativa del equipo.
- Protección en modo de suspensión: Si el nivel de energía de la batería es bajo, esta entrará automáticamente en modo de suspensión para evitar daños. En este modo, la batería no

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

responderá cuando se presione el Botón de Encendido. Para reactivar la batería, conéctela al cargador.


- Detección de temperatura de carga. Si la temperatura de carga alcanza menos de 5°C (41°F) o más de 45°C (113°F), la batería dejará de cargarse.
- Protección contra sobre corriente: Si la corriente de carga supera los 8A, la batería dejará de cargarse.
- Protección contra sobrecarga: La carga se detendrá automáticamente cuando la batería esté completamente cargada.
- Protección de Balance: El voltaje de cada celda de la batería se equilibra para evitar la sobrecarga o la descarga excesiva.
- Protección contra descarga excesiva: Cuando la batería no está en uso, desconectará automáticamente la función de salida de energía una vez que se complete el ciclo de autodescarga. Esta función está desactivada durante el vuelo.
- Protección contra cortocircuitos: El suministro de energía se cortará automáticamente si se detecta un cortocircuito.
- Modo de ahorro de energía: Después de 30 minutos de inactividad, la batería se apagará.
- Comunicación: Cuando está en uso, la aeronave se sincroniza continuamente con la batería para proporcionar información en tiempo real, incluyendo el voltaje, la capacidad, la corriente y la temperatura.
- Modo de consumo ultra bajo de energía: Para conservar energía, este modo se activará si la batería permanece inactiva durante 6 días con un voltaje inferior a 11.6 V. La batería retomará su funcionamiento normal después de conectarse al cargador.

#### **Recomendaciones adicionales:**

- Almacene la batería en un lugar fresco y seco, alejado de fuentes de calor y humedad excesiva.
- Evite exponer la batería a temperaturas extremas, ya que esto puede afectar su capacidad y rendimiento.
- Realice inspecciones periódicas para detectar daños visibles o anomalías en los indicadores LED.
- Controle regularmente el estado de carga de la batería para evitar periodos prolongados de almacenamiento con niveles de carga altos.
- Estas prácticas no solo aseguran la durabilidad de la batería, sino que también contribuyen a la seguridad general de las operaciones, minimizando riesgos y potenciando el rendimiento de los dispositivos asociados.

#### **Instrucciones de seguridad de la batería:**

- Siempre apague la aeronave antes de instalar o retirar la batería.
- Utilice únicamente baterías y dispositivos de carga que vengan con la aeronave o que sean vendidos o autorizados por Autel Robotics para uso con el EVO II. El uso de baterías o dispositivos de carga no aprobados puede resultar en incendios, explosiones, fugas u otros

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---

peligros. Autel Robotics no se hace responsable de las consecuencias derivadas del uso de baterías o dispositivos de carga de terceros.

- No desmonte, abra, aplaste, doble, deforme, perforo, triture ni cause daños intencionales a la batería. Hacerlo puede generar incendios, explosiones, fugas u otros peligros.
- Si la batería comienza a hincharse, humear, tener fugas o mostrar signos de daño, deje de usarla o cargarla de inmediato y sumérgala en un recipiente con agua salada.
- No exponga la batería a temperaturas inferiores a -10°C (14°F) o superiores a 40°C (104°F). Exponer la batería a temperaturas extremas reducirá su vida útil y puede causar incendios, explosiones u otros daños permanentes.
- Las temperaturas inferiores a 5°C (41°F) harán que la batería se descargue más rápido.
- No utilice la batería en entornos de fuerte electrostática o electromagnetismo.
- No exponga la batería al fuego, explosiones u otros peligros.
- Si la aeronave se sumerge, retire la batería inmediatamente después de recuperarla. Deje la batería en un área abierta, lejos de objetos inflamables, y mantenga una distancia segura hasta que esté completamente seca. No vuelva a utilizar la batería. Póngase en contacto con nuestro equipo de atención al cliente para obtener un reemplazo.

#### **12.6.6 Almacenamiento y transporte.**


Para garantizar un almacenamiento y transporte adecuado, es imprescindible que la aeronave se mantenga con todos sus accesorios en el estuche de transporte oficial proporcionado por el fabricante. Esto asegura la protección de los componentes durante su traslado y previene posibles daños derivados de condiciones externas. Además, es fundamental observar las siguientes directrices específicas para el almacenamiento:

- Utilizar una bodega diseñada exclusivamente para este propósito, que asegure una temperatura constante que no exceda los 25 °C.
- Colocar la aeronave en los estuches proporcionados por el fabricante, asegurándose de incluir todos los accesorios, excepto las baterías.

Para el adecuado almacenamiento de las baterías, es imprescindible observar ciertas condiciones específicas que aseguren su integridad y prolonguen su vida útil. Estas condiciones no solo garantizan la preservación de su funcionalidad, sino que también minimizan riesgos asociados al manejo incorrecto. A continuación, se detallan las recomendaciones fundamentales para el almacenamiento adecuado de las baterías:

- Mantenga la batería fuera del alcance de los niños y las mascotas.
- No deje la batería cerca de fuentes de calor como hornos o calentadores.
- Almacene siempre la batería a una temperatura no superior de 25 °C (77 °F).
- Mantenga siempre la batería seca. No exponga la batería al agua.
- Nunca intente viajar con una batería dañada o una batería con un nivel de potencia superior al 30 % o inferior al 20 %.



 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;">MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

- Para almacenamiento de larga duración (>1 semana), se recomienda cargar / descargar la batería a un 75 % de capacidad. No almacene la batería completamente descargada.

Estas medidas garantizan la preservación de la funcionalidad y la seguridad del equipo durante su tiempo fuera de operación o en traslado.

#### **12.6.7 Programa de mantenimiento.**


PNNC, en cumplimiento de lo estipulado en el Manual de Control de Mantenimiento y de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, garantiza que todas las labores de reparación y mantenimiento de las aeronaves no tripuladas sean realizadas exclusivamente por distribuidores autorizados y certificados en procedimientos de reparación. Este enfoque asegura la integridad y confiabilidad operativa de las aeronaves.

En caso de que las aeronaves experimenten colisiones, impactos, o cualquier tipo de evento adverso que afecte su estructura o funcionalidad, se debe proceder con un mantenimiento correctivo especializado. Este tipo de mantenimiento comprende una serie de actividades técnicas destinadas a corregir daños estructurales, realizar procedimientos avanzados de mantenimiento, y efectuar pruebas exhaustivas tanto del hardware como del software de la aeronave. Todas estas acciones serán ejecutadas por personal técnico cualificado perteneciente al distribuidor autorizado, garantizando así que las aeronaves cumplan con los más altos estándares de seguridad y eficacia en sus operaciones futuras. El programa de mantenimiento incluye los siguientes procedimientos:

- Mantenimiento Mayor.
- Mantenimiento correctivo.
- Hard time (ht); tiempo límite de overhaul o vida límite de una parte.
- On-condition (oc).
- Condition monitoring (monitoreo por condición) (cm).

PNNC, alineándose con las especificaciones técnicas y recomendaciones proporcionadas por los fabricantes de las aeronaves DJI, establece que el mantenimiento mayor de estas se debe realizar siguiendo una periodicidad de 200 horas de vuelo acumuladas o cada seis meses, dependiendo de cuál de estas condiciones se cumpla primero. Este enfoque asegura que las aeronaves no tripuladas mantengan un estado óptimo de funcionamiento y cumplan con los más altos estándares de seguridad y operatividad, garantizando así su confiabilidad en misiones críticas y su longevidad en el tiempo.

Con el propósito de garantizar el cumplimiento riguroso de las especificaciones técnicas y las recomendaciones establecidas por los fabricantes, la persona natural o jurídica contratada por PNNC para la ejecución del mantenimiento mayor o correctivo de las aeronaves no tripuladas debe, al momento de suscribir el contrato, debe informar por escrito tanto al supervisor del contrato como

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<b>MANUAL</b>  <b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	--	---

al Jefe de Pilotos UAS sobre los cronogramas y tiempos proyectados para la realización de estos mantenimientos.

Dicha información deberá incluir de manera detallada la programación para cada aeronave, basada en las especificaciones proporcionadas por el fabricante, y será objeto de verificación por parte de la Aerocivil. Este proceso busca constatar que el contratista esté ejecutando los mantenimientos mayores conforme a las recomendaciones técnicas, asegurando, de esta forma, que las aeronaves se mantengan en condiciones óptimas de aeronavegabilidad durante todas las operaciones de vuelo y cumplan con los estándares más altos de seguridad y eficiencia.

Esta gestión minuciosa no solo fortalece la confiabilidad operativa de las aeronaves, sino que también contribuye a la longevidad y sostenibilidad de los equipos en sus diversas misiones críticas, asegurando un desempeño superior en cada una de sus aplicaciones.

### 13 SOFTWARE DE PLANEACIÓN, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DEL VUELO

La PNNC emplea herramientas avanzadas de software específicamente diseñadas para la planificación, el seguimiento y la gestión integral de las operaciones de vuelo. Estas soluciones tecnológicas están orientadas a optimizar la eficiencia operativa, garantizar el cumplimiento de las normativas aeronáuticas y fortalecer la seguridad durante cada misión.

Tabla 9. Software para la planeación, seguimiento y gestión del vuelo.

MARCA	MODELO	SOFTWARE
DJI	MAVIC 2 Enterprise	DJI PILOT - MAP PILOT PRO
DJI	MAVIC AIR 3	DJI Fly
DJI	MAVIC 3	DJI Fly
DJI	MAVIC 3 Enterprise	DJI Pilot 2
DJI	PHANTOM 4	DJI GO - MAP PILOT PRO
AUTEL ROBOTICS	EVO II	Autel Explorer


Fuente: PNNC

### 14 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE ENLACE C2

PNNC mantiene el enlace de datos entre la aeronave no tripulada y la estación de pilotaje a distancia para fines de dirigir el vuelo a través del equipo de enlace de cada aeronave, como en cada caso se indica. Es importante tener en cuenta que PNNC realiza operaciones de vuelo UAS con tipo contacto visual VLOS, EVLOS y BVLOS de acuerdo con lo señalado en las especificaciones de operación.

Tabla 10. Equipos de enlace C2.

MARCA	MODELO	ENLACE C2
DJI	MAVIC 2 Enterprise	OcuSync 2.0
DJI	MAVIC AIR 3	OcuSync 4.0
DJI	MAVIC 3	OcuSync 03
DJI	MAVIC 3 Enterprise	OcuSync 03
DJI	PHANTOM 4	DJI Assistant 2

 <b>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>MANUAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</b></p>	Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025
--	---	---

AUTEL ROBOTICS	EVO II	EVO II
----------------	--------	--------

Fuente: PNNC

## 15 BIBLIOTECA TÉCNICA

PNNC debe garantizar la disponibilidad de una biblioteca técnica completamente actualizada, destinada a facilitar el acceso y la consulta de documentos relacionados con las aeronaves no tripuladas de su responsabilidad. Dicha biblioteca debe incluir una amplia gama de materiales técnicos que cubran diversos aspectos de operación, mantenimiento y seguridad para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes y las mejores prácticas de en la operación.

- Catálogo de partes y/o equivalente emitido por el fabricante de cada aeronave, ensamblador y/o solicitante.
- Manuales de usuario emitidos por el fabricante, ensamblador y/o solicitante.
- Pautas de seguridad operacional emitidas por el fabricante, ensamblador y/o solicitante.
- Manuales de mantenimiento emitidos por el fabricante, ensamblador y/o solicitante.
- Directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio, cuando correspondan.
- Guías de inicio rápido emitidas por el fabricante, ensamblador y/o solicitante.


Quien requiera realizar consulta de documentos, lo debe realizar a través del Jefe de Pilotos UAS, quien proporciona la información para consultar los manuales de usuario y documentos técnicos emitidos por la autoridad aeronáutica, el fabricante, ensamblador y/o solicitante en su última versión.

## 16 ANEXOS

- Manual del sistema de gestión integrado.
- Política institucional de gestión documental.
- Instructivo de gestión de documentos.
- Manual de contratación.
- Programa de gestión integral de residuos.

## 17 CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Versión	Elaboró	Revisó	Aprobó	Motivo de la actualización
30/12/2025	Original	JAVIER MAURICIO CONTRERAS GÓMEZ/ SMS PNNC/ Grupo Gestión del Conocimiento en Innovación.	DIANA CAROLINA RAMÍREZ GARCÍA/ Oficina Asesora de Planeación.	LUZ MILA SOTELO DELGADILLO/ Coordinadora Grupo Gestión del Conocimiento en Innovación.	Se adopta como versión original por corresponder a la creación del documento requerido dentro del proceso de certificación de PNNC como explotador UAS.

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p><b>MANUAL</b></p> <p>MANUAL CONTROL MANTENIMIENTO UAS</p>	<p>Código: XX-MN-XX Versión: Original Vigente desde: 31/12/2025</p>
---	--	---