

TEMAS

Derecho de los drones

2.^a Edición

Director

Moisés Barrio Andrés

Edición
actualizada
y ampliada

Si quieres adquirir esta
obra haz click aquí



III LA LEY

© AAVV, 2026
© ARANZADI LA LEY, S.A.U.

ARANZADI LA LEY, S.A.U.

C/ Serrano Galvache 26

28033 Madrid

www.aranzadilaley.es

Atención al cliente: <https://areacliente.aranzadilaley.es/publicaciones>

Segunda edición: octubre 2026

Depósito Legal: M-23385-2026

ISBN versión impresa: 979-13-88078-58-3

ISBN versión electrónica: 979-13-88078-59-0

Diseño, Preimpresión e Impresión: ARANZADI LA LEY, S.A.U.

Printed in Spain

© **ARANZADI LA LEY, S.A.U.** Todos los derechos reservados. A los efectos del art. 32 del Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba la Ley de Propiedad Intelectual, ARANZADI LA LEY, S.A.U., se opone expresamente a cualquier utilización del contenido de esta publicación sin su expresa autorización, lo cual incluye especialmente cualquier reproducción, modificación, registro, copia, explotación, distribución, comunicación, transmisión, envío, reutilización, publicación, tratamiento o cualquier otra utilización total o parcial en cualquier modo, medio o formato de esta publicación.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la Ley. Diríjase a **Cedro** (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

El editor y los autores no asumirán ningún tipo de responsabilidad que pueda derivarse frente a terceros como consecuencia de la utilización total o parcial de cualquier modo y en cualquier medio o formato de esta publicación (reproducción, modificación, registro, copia, explotación, distribución, comunicación pública, transformación, publicación, reutilización, etc.) que no haya sido expresa y previamente autorizada.

El editor y los autores no aceptarán responsabilidades por las posibles consecuencias ocasionadas a las personas naturales o jurídicas que actúen o dejen de actuar como resultado de alguna información contenida en esta publicación.

ARANZADI LA LEY no será responsable de las opiniones vertidas por los autores de los contenidos, así como en foros, chats, o cualesquiera otras herramientas de participación. Igualmente, ARANZADI LA LEY se exime de las posibles vulneraciones de derechos de propiedad intelectual y que sean imputables a dichos autores.

ARANZADI LA LEY queda eximida de cualquier responsabilidad por los daños y perjuicios de toda naturaleza que puedan deberse a la falta de veracidad, exactitud, exhaustividad y/o actualidad de los contenidos transmitidos, difundidos, almacenados, puestos a disposición o recibidos, obtenidos o a los que se haya accedido a través de sus PRODUCTOS. Ni tampoco por los Contenidos prestados u ofertados por terceras personas o entidades.

ARANZADI LA LEY se reserva el derecho de eliminación de aquellos contenidos que resulten inveraces, inexactos y contrarios a la ley, la moral, el orden público y las buenas costumbres.

Nota de la Editorial: El texto de las resoluciones judiciales contenido en las publicaciones y productos de **ARANZADI LA LEY, S.A.U.**, es suministrado por el Centro de Documentación Judicial del Consejo General del Poder Judicial (Cendoj), excepto aquellas que puntualmente nos han sido proporcionadas por parte de los gabinetes de comunicación de los órganos judiciales colegiados. El Cendoj es el único organismo legalmente facultado para la recopilación de dichas resoluciones. El tratamiento de los datos de carácter personal contenidos en dichas resoluciones es realizado directamente por el citado organismo, desde julio de 2003, con sus propios criterios en cumplimiento de la normativa vigente sobre el particular, siendo por tanto de su exclusiva responsabilidad cualquier error o incidencia en esta materia.

Si quieres adquirir esta
obra haz click aquí



ÍNDICE SISTEMÁTICO

ABREVIATURAS.	25
PRÓLOGO, Moisés BARRIO ANDRÉS	29
NOTA A LA SEGUNDA EDICIÓN, Moisés BARRIO ANDRÉS	35
CAPÍTULO I. DRONES. CONCEPTO, CLASES E HISTORIA. USOS ACTUALES. EL DERECHO DE LOS DRONES. Moisés BARRIO ANDRÉS . .	37
1. ¿QUÉ ES UN DRON?	39
1.1. Concepto y denominaciones	40
1.2. Elementos	45
2. CLASIFICACIÓN.	46
2.1. Clasificaciones técnicas	47
2.1.1. Por su tipo de sustentación	47
2.1.2. Por su método de control.	48
2.1.3. Por su masa máxima al despegue (MTOW o MTOM)	48
2.1.4. Por su grado de complejidad	49
2.1.5. Por su tamaño, alcance y altitud	49
2.2. Clasificaciones por su uso	50
3. HISTORIA DE LOS DRONES	51
4. USOS ACTUALES.	53
5. DERECHO INTERNACIONAL, EUROPEO Y COMPARADO	54
5.1. Marco internacional.	54
5.1.1. Convenio de Chicago y OACI	54
5.1.2. Tratados internacionales aplicables a los drones.	55
5.2. Derecho de la Unión Europea	56
5.3. Incidencia del Reglamento europeo de inteligencia artificial.	60
5.4. Derecho comparado	61



5.4.1.	Australia	62
5.4.2.	Reino Unido	62
5.4.3.	Estados Unidos	63
6.	DERECHO ESPAÑOL	63
6.1.	Régimen general	64
6.2.	Vehículos automatizados	65
7.	RETOS JURÍDICOS	66
8.	PERSPECTIVAS DE FUTURO	70

CAPÍTULO II. EL MERCADO DE LOS DRONES Y SUS SERVICIOS EN EUROPA. Blanca DE MIGUEL-MOLINA y María DE MIGUEL-MOLINA 71

1.	EL MERCADO DE LOS DRONES. DATOS AGREGADOS	73
2.	FABRICANTES DE DRONES EN EUROPA	76
2.1.	Segmentos de mercado	77
2.2.	Principales empresas y modelos de negocio	79
3.	EL MERCADO DE SOFTWARE PARA DRONES	86
4.	EL DRON COMO SERVICIO	88
5.	CONCLUSIONES	91

CAPÍTULO III. HACIA UNA GOBERNANZA SOSTENIBLE DEL ESPACIO AERO-DIGITAL EUROPEO: DRONES/UAS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y MOVILIDAD AÉREA AVANZADA. Virginia SANTAMARINA CAMPOS. 93

1.	INTRODUCCIÓN. DE LA AERONAVE NO TRIPULADA AL ECOSISTEMA UAS INTELIGENTE	95
2.	GENEALOGÍA DE LA REGULACIÓN EUROPEA DE DRONES	98
3.	MARCO JURÍDICO EUROPEO VIGENTE DE UAS	103
4.	SUJETOS DEL ECOSISTEMA UAS EUROPEO	109
5.	U-SPACE Y DIGITALIZACIÓN DEL ESPACIO AÉREO DE BAJA ALTITUD	115
6.	DRONES, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y AUTONOMÍA ALGORÍTMICA	118
7.	PROTECCIÓN DE DATOS, PRIVACIDAD Y DERECHOS FUNDAMENTALES	122
8.	CIBERSEGURIDAD Y RESILIENCIA DEL ECOSISTEMA UAS	127
9.	SOSTENIBILIDAD, MOVILIDAD AÉREA AVANZADA Y CIUDADES INTELIGENTES	132
10.	CONCLUSIONES PROSPECTIVAS	135



CAPÍTULO IV. RÉGIMEN JURÍDICO DE LOS DRONES EN ESPAÑA. DRONES CIVILES: USO PROFESIONAL, USO RECREATIVO Y USO DEPORTIVO. DRONES MILITARES. Elvira GALLARDO ROMERA

1.	INTRODUCCIÓN.	139
2.	DRONES CIVILES: MARCO NORMATIVO.	142
2.1.	Normativa europea. Sucesivas modificaciones de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea y de la Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea.	142
2.2.	El Real Decreto 1036/2017: una norma parcial y sin vocación de permanencia y el Real Decreto 517/2024, complementario del Reglamento (UE) 2018/1139	147
3.	DRONES CIVILES: USO PROFESIONAL, USO RECREATIVO Y DEPORTIVO.	149
3.1.	Inicial diferencia entre usos civiles de los drones. Antecedentes y regulación actual	149
3.2.	El uso de los drones civiles y la intervención de la Administración como manifestación de sus facultades de policía	151
3.3.	Medidas condicionantes para el uso de los drones civiles: la aeronave, los sujetos intervinientes y la actividad.	153
3.4.	Medidas concomitantes al uso de los drones civiles: la aeronave, la utilización del espacio aéreo y la realización de la operación	155
3.5.	Medidas de comprobación del cumplimiento de la normativa relativa al uso de los drones civiles: inspecciones y sanciones. La Ley 8/2025, de 29 de septiembre, por la que se modifican la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, y la Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea.	157
4.	DRONES MILITARES	160
5.	CONCLUSIONES	162

CAPÍTULO V. FORMACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE PILOTOS. Carlos FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

1.	INTRODUCCIÓN.	167
2.	LOS DRONES EN LA LEY DE NAVEGACIÓN AÉREA	169
3.	LOS NUEVOS REQUISITOS PARA LA OPERACIÓN DE LAS AERONAVES NO TRIPULADAS ESTABLECIDOS POR EL REGLAMENTO (UE) 2018/1139, SU NORMATIVA DE DESARROLLO Y EL RD 517/2024.	171
3.1.	Requisitos generales aplicables a los pilotos a distancia.	171



3.2.	Requisitos exigibles a los pilotos según las categorías de operaciones	174
3.2.1.	Requisitos exigibles en las operaciones abiertas	175
3.2.1.1.	Edad mínima de los pilotos a distancia	175
3.2.1.2.	Obligaciones de los pilotos a distancia en operaciones abiertas	176
3.2.1.3.	Operaciones de UAS de la subcategoría A1.	177
3.2.1.4.	Operaciones de UAS de la subcategoría A2.	178
3.2.1.5.	Operaciones de UAS de subcategoría A3	180
3.2.1.6.	Responsabilidades del piloto a distancia (UAS.OPEN.050)	181
A.	Antes de iniciar una operación de UAS	181
B.	Durante el vuelo	181
3.2.1.7.	Duración y validez de la competencia teórica adquirida en línea del piloto a distancia y de los certificados de competencia del piloto a distancia (UAS.OPEN.070)	182
3.2.2.	Requisitos exigibles en las operaciones de categoría específica.	182
3.2.2.1.	Edad mínima de los pilotos a distancia	183
3.2.2.2.	Requisitos de los pilotos a distancia.	183
3.2.2.3.	Responsabilidades del piloto a distancia	184
3.2.2.4.	Operaciones en el Escenario estándar nacional (STS-ES)	185
3.2.3.	Requisitos exigibles en las operaciones de categoría certificada	185
4.	OTROS REQUISITOS ESTABLECIDOS POR EL REAL DECRETO 517/2024	186
4.1.	Competencia en comunicaciones aeronáuticas	186
4.2.	Obligación de relacionarse electrónicamente con la AESA	187
4.3.	Participación de pilotos a distancia en demostraciones aéreas civiles	187
5.	RÉGIMEN TRANSITORIO DE LAS LICENCIAS OBTENIDAS CONFORME A LA NORMATIVA ANTERIOR	188
CAPÍTULO VI. USO DE DRONES POR LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. José Luis GAY MARTÍ		189
1.	INTRODUCCIÓN Y RÉGIMEN JURÍDICO	191
1.1.	Utilización de drones en la jurisdicción penal por la Administración Pública	196
1.1.1.	Delitos contra el Patrimonio Histórico.	196

1.1.2.	Medicina Forense	204
1.2.	Drones y procedimientos administrativos en el Sector Público	209
1.2.1.	Administración Hidráulica.	209
1.2.2.	Protección civil y medio ambiente.	214
2.	CONCLUSIONES	222

CAPÍTULO VII. EL USO DE DRONES POR LAS ENTIDADES LOCALES: RÉGIMEN JURÍDICO, COMPETENCIAS Y BUENAS PRÁCTICAS. Concepción CAMPOS ACUÑA

225

1.	INTRODUCCIÓN.	227
2.	MARCO CONCEPTUAL Y FUNCIONAL DE LOS DRONES EN LA ADMINISTRACIÓN LOCAL	228
2.1.	Definición y tipología	228
2.2.	Principales usos en el ámbito municipal	229
2.3.	Valor añadido en la gestión pública local	230
3.	TÍTULO COMPETENCIAL DE LAS ENTIDADES LOCALES PARA EL USO DE DRONES	230
3.1.	El principio de vinculación positiva y la exigencia de habilitación competencial	230
3.2.	Competencias municipales que habilitan el uso de drones	231
3.3.	Límites derivados del principio de legalidad y la reserva de ley.	232
4.	MARCO NORMATIVO APLICABLE	233
4.1.	Regulación aeronáutica: el marco europeo y su transposición estatal.	233
4.2.	La protección de datos personales: RGPD y LOPDGGD	233
4.3.	La normativa sobre seguridad pública y videovigilancia.	234
4.4.	La contratación pública como marco de adquisición	235
4.5.	Otras normas relevantes.	235
5.	PRINCIPALES RIESGOS JURÍDICOS Y GARANTÍAS	236
5.1.	La protección de los derechos fundamentales	236
5.2.	La Evaluación de Impacto relativa a la Protección de Datos (EIPD)	236
5.3.	Riesgos de uso indebido o desproporcionado	237
5.4.	Responsabilidad administrativa	237
6.	GOBERNANZA, CONTROL Y BUENAS PRÁCTICAS	237
6.1.	Protocolos internos y regulación organizativa	237
6.2.	Supervisión, trazabilidad y rendición de cuentas	238
6.3.	Formación del personal y especialización técnica	238



6.4.	Ejemplos de buenas prácticas.	239
7.	PERSPECTIVAS DE FUTURO	239
7.1.	Evolución tecnológica y nuevos usos	239
7.2.	Integración con inteligencia artificial, <i>big data</i> y <i>smart cities</i>	239
7.3.	Retos regulatorios y necesidad de adaptación normativa .	240
8.	EXPERIENCIAS COMPARADAS EN LA REGIÓN DEL MAR BÁLTICO	241
8.1.	El proyecto CITYAM como marco de referencia para la integración de sistemas UAS en el gobierno local	241
8.2.	Instrumentos técnico-jurídicos desarrollados	241
8.3.	Pilotos operativos: casos de uso y resultados	242
8.4.	Dimensión social: aceptación ciudadana y gestión de la percepción pública	243
8.5.	Conclusiones: hacia una gobernanza municipal proactiva del espacio aéreo inferior.	243
8.6.	Otros casos de carácter internacional.	243
9.	CONCLUSIONES	244

CAPÍTULO VIII. DRONES AUTÓNOMOS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL. CUMPLIMIENTO PRÁCTICO PARA OPERADORES UAS. Pablo SÁEZ HURTADO

247

1.	PLANTEAMIENTO PRÁCTICO: DEL DRON CONVENCIONAL AL UAS AUTÓNOMO O CON IA.	249
2.	PRIMER FILTRO: CLASIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN UAS.	251
3.	SEGUNDO FILTRO: PRODUCTO, INTEGRACIÓN Y CADENA DE SUMINISTRO	252
4.	TERCER FILTRO: CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	254
5.	OBLIGACIONES INTEGRADAS UAS + REGLAMENTO DE IA	256
6.	HOJA DE RUTA PRÁCTICA PARA PILOTOS, OPERADORES E INTEGRADORES	259
7.	CASOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN	261
8.	CUMPLIMIENTO PROPORCIONAL: QUÉ HACER SIN VOLVERSE LOCO.	263
9.	LISTA DE COMPROBACIÓN FINAL ANTES DE OPERAR.	264

CAPÍTULO IX. DRONES, PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS. Miguel RECIO GAYO.

269

1.	INTRODUCCIÓN.	271
2.	DRONES Y EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA.	272



3.	DERECHOS A LA PRIVACIDAD Y A LA PROTECCIÓN DE DATOS	275
3.1.	A nivel europeo	275
3.1.1.	Derecho fundamental a la privacidad o a vida privada	275
3.1.2.	Derecho fundamental a la protección de datos personales	276
3.2.	A nivel nacional	278
4.	TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES	280
5.	NORMATIVA ESPECÍFICA SOBRE DRONES	283
6.	POSICIÓN DE LAS AUTORIDADES DE PROTECCIÓN DE DATOS	287
6.1.	Grupo de trabajo del artículo 29	287
6.2.	Supervisor Europeo de Protección de Datos	288
6.3.	Agencia Española de Protección de Datos	290
7.	NECESIDAD DE UN HORIZONTE CLARO	294
8.	CONCLUSIONES	295

CAPÍTULO X. DRONES Y RESPONSABILIDAD CIVIL. Yolanda BUS-TOS MORENO y Carmen MUÑOZ GARCÍA. 297

1.	CONSIDERACIONES GENERALES EN TORNO AL RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD EXTRA CONTRACTUAL	299
2.	NORMATIVA APLICABLE	300
3.	SUPUESTOS DAÑOSOS POR LA ACCIÓN DIRECTA DEL DRON. EL CASO PARTICULAR DE COLISIÓN ENTRE AERONAVES	303
3.1.	Casuística de perjuicios irrogados en la superficie por la acción directa del dron	303
3.2.	Las colisiones entre aeronaves	305
4.	CRITERIOS DE IMPUTACIÓN. DOBLE RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD Y ASEGURAMIENTO	307
4.1.	La responsabilidad objetiva con límites indemnizatorios y la aplicación de la doctrina del riesgo en la responsabilidad subjetiva	307
4.2.	El Seguro de daños a terceros para operaciones de UAS	311
5.	SUJETOS RESPONSABLES Y PROBLEMAS DE CAUSALIDAD	313
6.	APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA 2024/2853 AL DRON COMO PRODUCTO	316
6.1.	Posibles supuestos	316
6.2.	Ámbito de aplicación de la Directiva: ¿alcanza a las aeronaves y drones?	317



6.3.	Sujetos responsables: del «productor» en la Directiva 85/374 al «operador económico» en la Directiva 2024/2853	319
6.4.	Sujeto protegido: la persona física	320
6.5.	La responsabilidad objetiva y las causas de exoneración	320
6.6.	Daños indemnizables.	322
6.7.	Prescripción y caducidad.	322
7.	IRRUPCIÓN DE LA IA, ARMONIZACIÓN REGULATORIA E INCIDENCIA EN LA RESPONSABILIDAD POR DAÑOS CAUSADOS POR LOS DRONES.	323
7.1.	Problemática ante drones cada vez más autónomos.	323
7.2.	Ante los daños causados por la IA, ¿siempre objetivación de la responsabilidad?	324
7.3.	El RIA: reconocimiento implícito de la objetivación de la responsabilidad por daños causados por la IA	327
7.4.	Primera cuestión: si el daño se produce por un dron —producto defectuoso—. Los hitos de la Directiva 2024/2853	328
7.5.	Subsidiariamente, cuando el daño se produce por una prestación defectuosa valiéndose de la IA	330

CAPÍTULO XI. DRONES Y PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL. José CABRERA RODRÍGUEZ y Pablo SÁEZ HURTADO 333

1.	INTRODUCCIÓN.	335
2.	DRONES Y PROPIEDAD INTELECTUAL.	337
2.1.	Principio de personalidad y autoría no humana	337
2.2.	Información geo-espacial y cartografía.	340
2.3.	Espectáculos y competiciones deportivas	343
2.4.	Libertad de panorama	347
3.	DRONES Y PROPIEDAD INDUSTRIAL.	349
3.1.	Derechos de patente	349
3.2.	Derechos de marca	350
3.3.	Diseños industriales y secretos empresariales.	351
4.	PRINCIPIO DE TERRITORIALIDAD Y USO DE DRONES	352
4.1.	Derecho espacial	353
4.2.	Computación en la nube	355
5.	CONCLUSIONES	356



CAPÍTULO XII. EL DRON COMO DILIGENCIA DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y FUENTE DE PRUEBA ELECTRÓNICA. Federico BUE-
NO DE MATA.

359

1. RECONOCIMIENTO LEGAL DE LOS DRONES A NIVEL NACIO-
NAL Y EUROPEO. 361
2. LAS NUEVAS POSIBILIDADES DE USO DE DRONES EN EL PRO-
CESO TRAS EL REAL DECRETO 517/2024 Y EL REGLAMENTO
(UE) 2023/1543 SOBRE OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE
PRUEBAS ELECTRÓNICAS. 363
3. EL USO DE DRONES COMO DILIGENCIA PARA LA OBTENCIÓN
DE PRUEBAS ELECTRÓNICAS. 365
4. APORTACIÓN COMO PRUEBA DE LA PRUEBA ELECTRÓNICA
OBTENIDA POR UN DRON EN EL PROCESO. 372
5. A MODO DE CONCLUSIÓN. 376

**CAPÍTULO XIII. DRONES Y DERECHO DEL TRABAJO: TRANSFOR-
MACIÓN DIGITAL EN LOS CENTROS DE TRABAJO, RECURSOS HU-
MANOS Y RIESGOS LABORALES.** Enrique CECA GÓMEZ-AREVALI-
LLO.

379

1. INTRODUCCIÓN. 381
2. TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS CENTROS DE TRA-
BAJO: EFECTOS SOBRE EL EMPLEO. 382
 - 2.1. Nuevas profesiones de la mano de los drones. 383
 - 2.2. Los drones como causa de amortización de puestos de
trabajo. 385
3. OTRAS FORMAS DE SUSTITUCIÓN DE LOS TRABAJADORES: EL
ESQUIROLAJE TECNOLÓGICO MEDIANTE EL USO DE DRONES. 387
4. LOS DRONES COMO MECANISMO DE CONTROL EMPRESA-
RIAL. 389
 - 4.1. Control del tiempo de trabajo a través de los drones. 389
 - 4.2. La videovigilancia a los empleados a través de drones. 392
5. LOS DRONES EN EL ÁMBITO DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES. 394
6. CONCLUSIÓN. 397

CAPÍTULO XIV. DRONES Y CIBERSEGURIDAD. Carlos GALÁN
CORDERO y Carlos Manuel GALÁN PASCUAL.

399

1. INTRODUCCIÓN. 403



1.1.	La expansión del uso civil de los drones en la economía digital.	403
1.2.	Los drones como sistemas ciberfísicos complejos.	404
1.3.	Riesgos emergentes en materia de ciberseguridad	405
1.4.	La progresiva integración de la ciberseguridad en el derecho de la aviación	405
1.5.	Objeto y estructura del capítulo.	406
2.	CONCEPTO JURÍDICO Y ARQUITECTURA TECNOLÓGICA DE LOS DRONES.	406
2.1.	Concepto de sistema de aeronave no tripulada (UAS) ...	406
2.2.	Componentes tecnológicos de un sistema UAS	407
2.3.	Los drones como sistemas ciberfísicos	409
2.4.	Implicaciones jurídicas de la arquitectura tecnológica de los drones	409
3.	AMENAZAS Y RIESGOS DE CIBERSEGURIDAD EN SISTEMAS UAS	410
3.1.	Tipología de ciberamenazas en drones	410
3.2.	Ataques sobre los sistemas de comunicaciones	411
3.3.	Vulnerabilidades del software y del firmware.	411
3.4.	Ataques contra los sistemas de navegación y posicionamiento	412
3.5.	Riesgos derivados de la autonomía y de la inteligencia artificial.	412
3.6.	Impacto de los riesgos de ciberseguridad en la seguridad pública.	413
4.	DERECHO INTERNACIONAL Y GOBERNANZA GLOBAL DE LA CIBERSEGURIDAD AERONÁUTICA.	414
4.1.	La Organización de Aviación Civil Internacional y el marco jurídico internacional	414
4.2.	El reconocimiento internacional de la ciberseguridad en la aviación civil	414
4.3.	La estrategia de ciberseguridad de la OACI	415
4.4.	Normas y prácticas recomendadas sobre ciberseguridad aeronáutica	416
4.5.	Orientaciones técnicas internacionales sobre gestión del riesgo cibernético.	416
4.6.	Relevancia del marco internacional para la regulación de drones	417
5.	MARCO JURÍDICO EUROPEO DE LOS DRONES	417
5.1.	La política europea de aviación civil y el papel de la EASA	417
5.2.	El Reglamento (UE) 2018/1139 y la ampliación de las competencias de la Unión Europea	418



5.3.	El Reglamento Delegado (UE) 2019/945: requisitos técnicos de los drones	418
5.4.	El Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947: normas operacionales	419
5.5.	El enfoque regulatorio basado en riesgos	420
6.	LA CIBERSEGURIDAD EN EL DERECHO DE LA UNIÓN EUROPEA APLICABLE A DRONES	421
6.1.	La naturaleza transversal de la ciberseguridad en el ordenamiento jurídico europeo	421
6.2.	El Reglamento (UE) 2019/881 (Cybersecurity Act)	421
6.3.	La Directiva (UE) 2022/2555 (Directiva NIS2)	422
6.4.	El Reglamento (UE) 2024/2847 (Cyber Resilience Act)	423
6.5.	La Directiva 2014/53/UE sobre equipos radioeléctricos	424
6.6.	Protección de datos personales y drones	424
6.7.	Interacción entre la normativa aeronáutica y el derecho de la ciberseguridad	425
7.	MARCO JURÍDICO ESPAÑOL APLICABLE A LA CIBERSEGURIDAD DE DRONES	426
7.1.	La aplicación en España del marco regulatorio europeo de drones	426
7.2.	Autoridades españolas competentes en materia de ciberseguridad	426
7.3.	El Esquema Nacional de Seguridad	427
7.4.	Seguridad de redes y sistemas de información	428
7.5.	Protección de infraestructuras críticas	428
7.6.	Protección de datos personales y drones en el ordenamiento español	429
7.7.	Integración del marco jurídico español en el ecosistema europeo de ciberseguridad	430
8.	ESTÁNDARES TÉCNICOS INTERNACIONALES APLICABLES A LA CIBERSEGURIDAD DE DRONES	430
8.1.	La función de la normalización técnica en la regulación tecnológica	430
8.2.	Estándares ISO aplicables a sistemas de drones	431
8.3.	Estándares ASTM y regulación técnica de drones	432
8.4.	El papel del NIST en la ciberseguridad de sistemas UAS	432
8.5.	Estándares aeronáuticos europeos y cooperación internacional	433
8.6.	Valor jurídico de los estándares técnicos en la ciberseguridad de drones	433
9.	EXPERIENCIAS REGULATORIAS COMPARADAS EN MATERIA DE CIBERSEGURIDAD DE DRONES	434



9.1.	El modelo regulatorio de Estados Unidos	434
9.2.	El enfoque del Reino Unido	435
9.3.	Experiencias regulatorias en Asia	435
9.4.	Convergencia internacional y desafíos regulatorios	436
10.	GESTIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE CIBERSEGURIDAD APLICABLES A DRONES	437
10.1.	El enfoque basado en la gestión del riesgo	437
10.2.	Seguridad desde el diseño (<i>security by design</i>)	437
10.3.	Seguridad por defecto (<i>security by default</i>)	438
10.4.	Protección de las comunicaciones y cifrado	438
10.5.	Gestión de vulnerabilidades y actualizaciones de seguridad	439
10.6.	Certificación y auditoría de ciberseguridad	439
10.7.	Seguridad de la cadena de suministro	440
10.8.	Integración de las medidas de ciberseguridad en la gobernanza de los sistemas UAS	440
11.	RETOS REGULATORIOS Y PERSPECTIVAS DE EVOLUCIÓN	441
11.1.	La creciente integración de los drones en el ecosistema digital	441
11.2.	U-Space y la gestión del tráfico de drones	441
11.3.	Autonomía, inteligencia artificial y ciberseguridad	442
11.4.	La seguridad de la cadena de suministro tecnológica	443
11.5.	Hacia un marco regulatorio específico de ciberseguridad para drones	443
11.6.	Cooperación internacional y gobernanza global	444
12.	CONCLUSIONES	445
CAPÍTULO XV. DRONES EN EL ÁMBITO DE LA DEFENSA. Ángel GÓMEZ DE ÁGRED A		449
1.	INTRODUCCIÓN	451
2.	PAPEL DE LOS DRONES EN EL ÁMBITO MILITAR	452
3.	TIPOS DE DRONES Y MISIONES	454
4.	CONDICIONANTES DEL ESCENARIO MILITAR	458
5.	AUTONOMÍA VS. LETALIDAD	459
6.	DIFERENCIA DE AFECTACIÓN LEGAL ENTRE CIVILES Y MILITARES	460
7.	APLICACIONES DUALES	461
8.	CONCLUSIONES	462
EPÍLOGO. ACTUALES RETOS PARA LA REGULACIÓN DE LOS DRONES EN LA ERA DIGITAL. Joaquín SARRIÓN ESTEVE		463



CAPÍTULO I

DRONES. CONCEPTO, CLASES E HISTORIA. USOS ACTUALES. EL DERECHO DE LOS DRONES

Moisés BARRIO ANDRÉS

Letrado del Consejo de Estado

Profesor de Derecho digital. Consultor y Abogado

1. ¿QUÉ ES UN DRON?
 - 1.1. Concepto y denominaciones
 - 1.2. Elementos
2. CLASIFICACIÓN
 - 2.1. Clasificaciones técnicas
 - 2.2. Clasificaciones por su uso
3. HISTORIA DE LOS DRONES
4. USOS ACTUALES
5. DERECHO INTERNACIONAL, EUROPEO Y COMPARADO
 - 5.1. Marco internacional
 - 5.2. Derecho de la Unión Europea
 - 5.3. Incidencia del Reglamento europeo de inteligencia artificial
 - 5.4. Derecho comparado
6. DERECHO ESPAÑOL
 - 6.1. Régimen general
 - 6.2. Vehículos automatizados
7. RETOS JURÍDICOS
8. PERSPECTIVAS DE FUTURO



1. ¿QUÉ ES UN DRON?

Las aeronaves⁽¹⁾ aéreas no tripuladas son aviones pilotados *a distancia* que pueden albergar componentes auxiliares como cámaras, sensores e incluso armamento. Todas las operaciones de vuelo, incluyendo el despegue y el aterrizaje, se realizan sin un piloto humano a bordo.

Este tipo de vehículos aéreos se está convirtiendo en una herramienta cada vez cada presente en la vida privada y pública, tanto en entornos recreativos, de negocios o de servicios públicos. También son un tema recurrente en los medios de comunicación, ya que cada vez se venden más drones pequeños en jugueterías, tiendas de electrónica y hasta en grandes superficies. Estos aviones no tripulados, los drones, son ahora productos de consumo y los clientes ya no tienen que buscarlos en tiendas especializadas.

Aunque el dirigible existe desde el siglo XIX, las mejoras técnicas y la reducción de los costes de producción en los últimos años han dado lugar al aumento gradual de las aeronaves aéreas no tripuladas en nuestro tiempo⁽²⁾. Este capítulo ofrece una visión general introductoria de la terminología, las clasificaciones, la historia, el Derecho internacional, europeo y comparado y los retos jurídicos que presenta esta

(1) El artículo 11 de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea (LNA en lo sucesivo) define «aeronave» como: a) toda construcción apta para el transporte de personas o cosas capaz de moverse en la atmósfera merced a las reacciones del aire, sea o no más ligera que éste y tenga o no órganos motopropulsores; y b) cualquier máquina no tripulada que pueda sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones de la misma contra la superficie de la tierra y opere o esté diseñada para operar de forma autónoma o para ser pilotada a distancia sin un piloto a bordo.

(2) HASSANALIAN, Mustafa, «Classifications, applications, and design challenges of drones: a review», en *Progress in Aerospace Sciences*, Vol. 91, 2017, pág. 99 y ss.; BRAUN, Sven, «Civilizing drones: military discourses going civil», en *Science & Technology Studies*, Vol. 28, N.º 2, 2015; ULLAH, Imdad, *Drone age and the law: issues and challenges*, Editorial Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 2011; o BÜRKLE, Axel, «Towards autonomous micro UAV swarms», en *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Vol. 61, N.º 1, 2011, pág. 339 y ss.

Vid., entre nosotros, por ejemplo SARRIÓN ESTEVE, Joaquín, «Rights and science in the drone era: actual challenges in the civil use of drone technology», en *Rights and Science: R&S*, N.º 0, 2017, pág. 117 y ss.; GUERRERO LEBRÓN, María Jesús (dir.), *El Derecho aéreo entre lo público y lo privado: aeropuertos, acceso al mercado, drones y responsabilidad*, Editorial Universidad Internacional de Andalucía, Sevilla, 2017; y ESCLAPÉS MEMBRIVES, Sara, «Los drones y su uso generalizado: un nuevo reto para el Derecho», en BUENO DE MATA, Federico (coord.), *FODERTICS 5.0: estudios sobre nuevas tecnologías y justicia*, Editorial Comares, Granada, 2016. De forma más reciente, *vid.* VIDA



tecnología verdaderamente *disruptiva*⁽³⁾. Los drones son, además, pieza clave del «Derecho de los Robots» (*Robot Law*), y este libro pertenece a la *parte especial* de esta nueva disciplina.

1.1. Concepto y denominaciones

La primera dificultad a la hora de aproximarnos al régimen jurídico de los drones aparece con la propia terminología del objeto de nuestro estudio, que es referido con distintas denominaciones⁽⁴⁾.

Desde un punto de vista coloquial, una aeronave no tripulada se designa habitualmente como «dron» (o *drone* en inglés) —abejorro—, y así lo ha reconocido el propio Diccionario de la lengua española de la RAE, que desde 2014 ha incorporado este vocablo para hacer referencia a «*toda aeronave no tripulada*».

Existen diversas explicaciones sobre la procedencia de esta palabra y no hay unanimidad a la hora de esclarecer su origen. Pero sí hay consenso en destacar que los drones se aplicaron por primera vez con propósitos militares. Así aparece documentado en un informe de 1936 por el Teniente Comandante Delmer Fahrney de la Marina de los Estados Unidos, a la sazón director de un proyecto de aeronave no tripulada controlada por radio. Y aunque la primera patente para un «método y aparato para controlar el mecanismo de movimiento de embarcaciones o vehículos» por radiofrecuencia fue presentada por Nikola Tesla en 1898, no fue hasta 1951 cuando se probaron los iniciales prototipos del avión sin piloto Q-2C Firebee® de Ryan Aeronautical como desarrollo de un encargo de la Administración militar norteamericana.

En todo caso, como se desprende de lo anterior, los drones han sido asociados con los de tipo militar en la cultura popular, y tienen en parte una connotación negativa porque se han utilizado para matar a distancia. Sin embargo, esta visión

CARRIÓN, María del Carmen, *Responsabilidad civil de aeronaves no tripuladas o guiadas por IA (Drones)*, Editorial Reus, Madrid, 2024; RAMÓN FERNÁNDEZ, Francisca, *Régimen jurídico de los drones. Inteligencia artificial, responsabilidad, usos y conflictos*, Editorial Aranzadi, Pamplona, 2024; SARRIÓN ESTEVE, Joaquín (dir.), *Miradas y reflexiones sobre los retos actuales en la regulación de los drones*, Editorial Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, Madrid, 2021; BUJOSA VADELL, Lorenzo y BUENO DE LA MATA, Federico (dirs.), *Daños ambientales y tecnologías digitales: los drones en la investigación y enjuiciamiento de delitos de incendio*, Editorial Tirant lo Blanch, Valencia, 2021; BUJOSA VADELL, Lorenzo (dir.), *Drones, investigación y medio ambiente*, Editorial Atelier, Barcelona, 2021; CERVELL HORTAL, María José (dir.), *Nuevas tecnologías en el uso de la fuerza: drones, armas autónomas y ciberespacio*, Editorial Aranzadi, Pamplona, 2020; y GONZÁLEZ BOTIJA, Fernando, *Los drones y el derecho de la Unión Europea: Reglamento (UE) nº 2018/1139 y propuestas de EASA*, Editorial Atelier, Barcelona, 2019, entre otros.

- (3) Fue CHRISTENSEN quien primero acuñó la expresión *disruptive technologies* en 1997 para referirse a aquellas tecnologías que exigen un cambio radical respecto al pasado para comenzar una nueva etapa casi desde cero. Se trata de tecnologías de evolución no gradual, sino «rupturista», donde se incluyen el *blockchain*, la robótica y la inteligencia artificial, el *cloud computing*, el *big data*, las ciudades inteligentes, la impresión 3D, los coches autónomos o las redes sociales. Cfr. CHRISTENSEN, Clayton, *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*, Editorial Harvard Business Review Press, Boston, 1997.
- (4) Vid., por todos, BENJAMYN, Scott, «Terminology, definitions and classifications», en BENJAMYN, Scott (coord.), *The Law of Unmanned Aircraft Systems: an introduction to the current and future regulation under National, Regional and International Law*, Editorial Wolters Kluwer, La Haya, 2016.



está cambiando progresivamente a medida que los drones son cada vez más incorporados en múltiples entornos civiles y privados.

De este modo, si bien el término dron es hoy de uso popular, este tipo de vehículos aéreos se designaban anteriormente como «aeronaves sin piloto» (*pilotless aircraft*). Ésta es la denominación utilizada en el artículo 8 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional de 7 de diciembre de 1944 (el CACI), también conocido como el Convenio de Chicago. En la década de 1960 se empleaba el término «vehículo teledirigido» (*Remotely Piloted Vehicle* o RPV, por sus siglas en inglés), que fue sustituido por el de «vehículo aéreo no tripulado» (*Unmanned Aerial Vehicle*, UAV por sus siglas en inglés) en la década de 1980.

Otros términos que también se han utilizado son el de «sistema aéreo no tripulado» (*Unmanned Aerial System* o UAS, por sus siglas en inglés), el de «aeronave no tripulada» (*Unmanned Aircraft*, UA por sus siglas inglesas), el de «aeronave pilotada por control remoto» (*Remotely-Piloted Aircraft* o RPA, por sus siglas en inglés), o incluso el de «drones autónomos» (*Autonomous Drones*).

Como bien han precisado DE MIGUEL MOLINA y SEGARRA OÑA⁽⁵⁾, las denominaciones de dron y UAV/UAS se emplean habitualmente para aludir a los usos militares, y las de RPA/RPAS se reservan para drones con usos civiles.

Técnicamente, existen matices sutiles entre estos términos. Un «vehículo aéreo no tripulado» (**UAV**) puede definirse como todo vehículo reutilizable no tripulado y, como tal, la noción excluiría los misiles y los blancos aéreos. Es decir, es una aeronave que no tiene cabina, por lo que se trata de una aeronave no pilotada (autónoma) o pilotada de forma remota. La definición de THEILMANN⁽⁶⁾ introduce una precisión adicional, en el sentido de que la aeronave «*también es capaz de ser operada a distancia o con software a bordo, y tiene la capacidad de transportar una carga útil [payload en inglés] que no es esencial para su vuelo*». De este modo, el UAV puede incorporar cámaras y sensores, así como todos los equipos de comunicación o control remoto de la aeronave.

Los vehículos aéreos no tripulados también se han definido de manera que la categoría excluya a planeadores y globos. Otros autores⁽⁷⁾, sin embargo, proporcionan una definición mucho más amplia de vehículo aéreo no tripulado cuando propugnan que un UAV es, esencialmente, una aeronave sin piloto humano (SMITH y HASSANALIAN). El término UAV no es muy conocido entre el público en general, sino que se utiliza preferentemente en los medios especializados, informes y artículos científicos anglosajones.

Por su parte, el «sistema aéreo no tripulado» (**UAS**) incluye no solo la aeronave, sino *todos* los elementos asociados a la misma, como son la estación de pilotaje remoto, el sistema requerido de enlace de mando y control, así como otros elemen-

(5) DE MIGUEL MOLINA, Blanca y SEGARRA OÑA, Marival, «The drone sector in Europe», en DE MIGUEL MOLINA, María y SANTAMARÍA CAMPOS, Virginia (dirs.), *Ethics and Civil Drones. European Policies and Proposals for the Industry*, Editorial Springer, Berlín, 2018, pág. 8.

(6) THEILMANN, Connor, *Integrating autonomous drones into the national aerospace system*, Senior Capstone Thesis, University of Pennsylvania, 2015, pág. 8. Disponible en <https://www.cis.upenn.edu/current-students/undergraduate/courses/documents/EAS499Honor-ConnorTheilmann.pdf>

(7) SMITH, Michael, «Regulating law enforcement's use of drones: the need for state legislation», en *Harvard Journal on Legislation*, Vol. 52, 2015.



tos necesarios en cualquier punto durante la operación de vuelo. Por tanto, el término UAS *engloba* al vehículo UAV, si bien ambas denominaciones se utilizan a menudo como sinónimos de forma incorrecta. Es la terminología que se emplea de forma más frecuente, y así lo hacen organizaciones como la OACI o la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA, en sus siglas en inglés). La propia OACI ha definido⁽⁸⁾ un sistema UAS como:

«...una aeronave y sus elementos asociados que se utilizan sin piloto a bordo».

En cuanto a la noción de «aeronave no tripulada» (**UA**), solo designa la aeronave dentro del sistema UAS y es conceptuada por la OACI del modo siguiente:

«...cualquier aeronave destinada a ser pilotada sin piloto a bordo [...]. Puede controlarse a distancia y totalmente desde otro lugar (tierra, otra aeronave, espacio) o pre-programarse para realizar su vuelo sin intervención».

Asimismo, para la OACI una «aeronave pilotada por control remoto» (**RPA**) es una *subcategoría* dentro del sistema RPAS para designar únicamente a:

«...aquella aeronave no tripulada que se pilota desde una estación de pilotaje remota».

Finalmente, el «sistema de aeronave pilotada por control remoto» (*Remotely-Piloted Aircraft System* o **RPAS**, por sus siglas en inglés), responde a la misma lógica anterior del UAV y UAS, y la denominación de sistema RPAS *integra* la de aeronave RPA. La OACI define un sistema RPAS como:

«...el conjunto de elementos configurables integrado por una aeronave pilotada a distancia [un RPA], sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control y cualquier otro elemento del sistema que pueda requerirse en cualquier punto durante la operación de vuelo».

Por tanto, las aeronaves RPA y los sistemas RPAS son un *subtipo* de los UAV y los UAS, respectivamente, en la medida en que también existen vehículos o sistemas no tripulados que se programan y operan de forma completamente automática (las denominadas «aeronaves autónomas»).

Todos los sistemas RPAS son UAS, pero no todos los UAS son RPAS, ya que para ser RPAS deben estar siempre controlados por una persona. Así, dentro de los tipos de UAS existen, del mismo modo, sistemas aéreos no controlados en los que, una vez dada la orden de comenzar el vuelo (por ejemplo, en un dron-misil), el dron se convierte en un vehículo aéreo (UAV) no controlado, pues tiene las coordenadas de destino y su trayecto no se puede modificar (tan solo, a veces, ordenar su autodestrucción, pero nunca controlarlo con respecto a una nueva dirección o sentido).

La regulación tanto internacional como nacional, según veremos a continuación, se ha venido centrando en las RPA y los RPAS, excluyendo, en todo caso, las aeronaves autónomas. No obstante, la nueva regulación de la Unión Europea ya se refiere a estas últimas.

A pesar de las definiciones estándar de la OACI que acabamos de recoger, la misma reconoce que la aeronave no tripulada (UA) se conoce comúnmente como dron. Sin embargo, muchos tipos de aeronaves RPA también se llaman drones, por lo que la denominación de

(8) <https://www.icao.int/UA/UASToolkit/Frequently-Used-Terms>



dron abarca todos los aviones no tripulados en el lenguaje usual. El término dron se usa a lo largo de esta obra de modo omnicompreensivo, ya que es reconocido más ampliamente a nivel global y por el público en general.

Así, el artículo 3.30) del Reglamento (UE) 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2018, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea⁽⁹⁾ también contempla una «**aeronave no tripulada**» (*unmanned aircraft*), que define en los siguientes términos:

«...cualquier aeronave que opere o esté diseñada para operar de forma autónoma o para ser pilotada a distancia sin un piloto a bordo».

Esta definición deja claro que una aeronave no tripulada:

- es una «aeronave»⁽¹⁰⁾, tal y como se define en el artículo 3, apartado 28, del Reglamento (UE) 2018/1139;
- la aeronave no tiene un piloto a bordo, pero podría incluir a otras personas (por ejemplo, los llamados PATS)⁽¹¹⁾;
- incluye las aeronaves pilotadas a distancia y aquellas con todos los niveles de automatización; y
- engloba el componente aeronáutico, pero no incluye el sistema necesario para operar la propia aeronave.

En cuanto a este último punto, el artículo 2, apartado 1, del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, de 24 de mayo de 2019, relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas, aporta mayor claridad, ya que define el «**sistema de aeronave no tripulada**» (UAS) del modo siguiente:

«...aeronave no tripulada y el equipo para controlarla de forma remota».

Este último término es más amplio, ya que incluye, además de la propia aeronave, los equipos como los utilizados para el control, el mando y las comunicaciones.

(9) Reglamento (UE) 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2018, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.º 2111/2005, (CE) n.º 1008/2008, (UE) n.º 996/2010 y (UE) n.º 376/2014 y las Directivas 2014/30/UE y 2014/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan los Reglamentos (CE) n.º 552/2004 y (CE) n.º 216/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CEE) n.º 3922/91 del Consejo.

(10) El Reglamento (UE) 2018/1139 define «aeronave» como «la máquina que puede sostenerse en la atmósfera a partir de reacciones del aire distintas de las reacciones del aire contra la superficie de la tierra». Esta definición guarda una clara relación con la definición adoptada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en los numerosos anexos del Convenio de Chicago.

(11) Un sistema de transporte aéreo personal (PATS, *Personal Air Transportation System*) o sistema europeo de transporte aéreo personal (EPATS, *European Personal Air Transportation System*) es una red de transporte aéreo bajo demanda, impulsada por la tecnología, que utiliza aeronaves pequeñas, silenciosas y fáciles de manejar (a menudo eléctricas o híbridas) que operan desde aeropuertos locales. Ofrece una movilidad aérea asequible y puerta a puerta para particulares, constituyendo una alternativa flexible a las aerolíneas tradicionales con modelo de red radial.



Reviste especial importancia el uso del inciso «de forma autónoma» en la definición de aeronave no tripulada. La normativa de la Unión define una **operación autónoma** en un sentido específico para referirse a una «operación durante la cual una aeronave no tripulada funciona sin que el piloto a distancia pueda intervenir» (art. 2.17, Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947). Por lo tanto, se corresponde a un vuelo en el que el piloto remoto no tiene capacidad para intervenir en el curso del vuelo, toda vez que el dron toma decisiones inteligentes en tiempo real⁽¹²⁾. Este tipo de drones requiere necesariamente el uso de tecnologías de inteligencia artificial (IA) y sensores avanzados (así, LiDAR, cámaras estéreo, radar, etc.). Al igual que sucede con los vehículos autónomos, existen cinco niveles de automatización⁽¹³⁾. Y es en el nivel 5, de automatización completa, cuando el dron se controla a sí mismo en todas las circunstancias sin esperar intervención humana. Esto incluye la automatización a tiempo completo de todas las tareas de vuelo bajo cualquier condición.

Esta modalidad debe diferenciarse de una **operación automática**, mucho más limitada, ya que esta última se refiere a una operación que sigue instrucciones preprogramadas que el sistema UAS ejecuta mientras el piloto remoto sigue pudiendo intervenir en *cualquier* momento. El dron aquí no tiene capacidad de adaptación, toda vez que sólo ejecuta lo programado, con una ruta preprogramada. A diferencia de la modalidad anterior, aquí se emplean tecnologías menos sofisticadas, básicamente GPS y Autopilot básico (ej. ArduPilot o PX4 en modo *waypoint*).

La diferencia, por tanto, es que un dron automático sigue las órdenes preprogramadas sobre su destino y la ruta para llegar al mismo, pero no puede tomar decisiones. En cambio, un dron completamente autónomo decidirá sobre su destino y ruta, así como sobre el control una vez en el aire.

Esta distinción entre operaciones autónomas y automáticas tiene relevancia para la responsabilidad en el contexto de la inteligencia artificial, ya que implica un nivel distinto de automatización y de gestión de imprevistos. Será esencial que los dos regímenes jurídicos en materia de responsabilidad civil, a pesar de tener ámbitos de aplicación diferentes, se consideren conjuntamente debido a su solapamiento en cuanto al objeto (es decir, las señaladas aeronaves no tripuladas).

(12) Dentro del concepto de operación autónoma no se incluye al piloto automático tradicional, la gestión de sistemas de vuelo o sistemas similares donde el piloto al mando puede realizar cambios directa o indirectamente, o cuando el piloto debe confirmar los cambios en las operaciones antes de que se produzcan. Además, las acciones de contingencia pre-programadas en un sistema tampoco entrarían dentro de esta definición, por ejemplo, aquellas acciones que ocurren sólo cuando se producen fallos de alguna parte del sistema.

(13) La normativa en Estados Unidos está más desarrollada en este ámbito, mientras que en Europa los avances son más lentos, avanzando gradualmente hacia la autorización de vuelos de drones completamente autónomos —nivel 5— en un futuro cercano. Desde el punto de vista tecnológico, los procesadores de los drones son altamente sofisticados y las infraestructuras aéreas han progresado considerablemente para facilitar su integración en el espacio aéreo junto a otros operadores. Sin embargo, los desafíos principales provienen de la cantidad y frecuencia de datos, cuyo tamaño es tan grande que su transmisión en tiempo real resulta inviable y, en muchas ocasiones, también su procesamiento. Por ello, los esfuerzos actuales del I+D+i están centrados en superar estos obstáculos, ya que aún no está permitido su uso masivo, a diferencia de otros niveles de automatización que sí están aceptados en el mercado de drones. En realidad, la mayor parte de los drones corresponden a los niveles 0, 1, 2 y 3 de automatización, mientras que solo un pequeño porcentaje funciona en el nivel 4 de automatización en 2026.



Por lo demás, la UE también ha adoptado el término **«dron»** para referirse a «aeronaves no tripuladas» fuera de los documentos técnicos o jurídicos. Esto puede observarse, por ejemplo, en sitios web y en publicaciones no jurídicas de las instituciones europeas.

En definitiva, el término dron, en sentido estricto, se refiere a los UAV o UA, que son aeronaves o vehículos aéreos no tripulados; mientras que RPA se refiere a un tipo concreto de dron, UAV o UA, el cual, siendo un aparato o vehículo aéreo no tripulado, además cumple la característica de estar pilotado de forma remota. Finalmente, con UAS y RPAS se puede identificar el *sistema completo*, incluyendo el sistema de control de los drones o UAV o UA, y de las RPA, respectivamente.

A la postre, dentro del ámbito de este libro y a efectos funcionales, denominaremos a las aeronaves pilotadas por control remoto como «drones» a secas, que incluye también a los diversos acrónimos en inglés —UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), UA (*Unmanned Aircraft*) y RPA (*Remotely Piloted Aircraft*)— y sus sistemas de funcionamiento (UAS, RPAS), todo ello con independencia de su principio de vuelo o sistema de propulsión.

En todo caso, y como recuerda entre nosotros DE ALVEAR TRENOR⁽¹⁴⁾, existe una preocupación general por el riesgo que puede suponer tanto para la aviación comercial como para la aviación general que las aeronaves RPA utilicen espacios aéreos no segregados y aeródromos. Por ello, siempre tiene que existir un piloto responsable de la RPA y así lo han puesto de relieve, en diversas ocasiones, tanto la EASA como la OACI. Los pilotos remotos pueden utilizar cualquier tipo de tecnología a su alcance, pero en ningún caso es previsible que, en un futuro a corto plazo, la tecnología pueda reemplazar la responsabilidad del piloto, ni su presencia obligatoria. Sí es posible emplear distintos tipos de tecnología de pilotaje que permitan el control automático del vehículo, siempre y cuando en cualquier momento el piloto pueda intervenir en el manejo de la aeronave, tal y como sucede en las aeronaves convencionales.

1.2. Elementos

Cada dron tiene una composición técnica y mecánica diferente, si bien *por lo general* presentan una serie de «elementos estructurales comunes», que son los siguientes:

a) Chasis o carcasa: es el soporte de los demás componentes y constituye el armazón estructural del dron. Generalmente está fabricado con fibra de carbono, fibra de vidrio o incluso plástico.

b) Motores: se encargan de hacer funcionar el dron y pueden ser de distintos tamaños, velocidades y potencias, así como trifásicos o bifásicos. Habitualmente, un dron suele contar con varios y de distinto sentido de rotación en función del giro.

c) Hélices: es el componente que eleva la aeronave, y al igual que los motores, pueden disponer de hélices en ambos sentidos de giro.

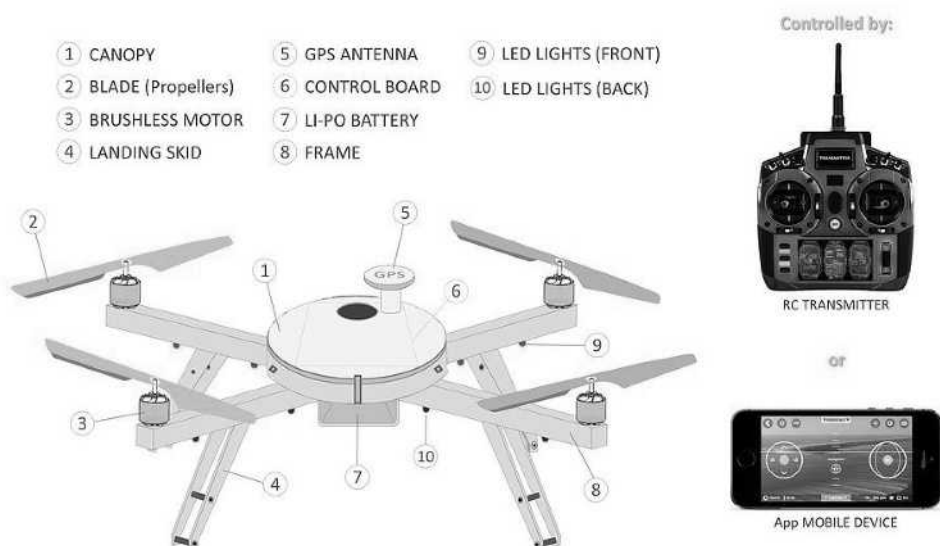
(14) DE ALVEAR TRENOR, Inés, «Drones, UAS y RPAS: aproximación al marco normativo futuro para la operación de aeronaves pilotadas por control remoto», en MENÉNDEZ MENÉNDEZ, Adolfo (dir.), *La regulación de la industria aeronáutica*, Editorial Aranzadi, Pamplona, 2016, 2.ª edición, pág. 648 y ss.



d) Placa controladora de vuelo: es el sistema electrónico encargado de realizar todos los movimientos del dron: así, recoge datos de todo su sistema y la posición de GPS, y supervisa los parámetros de los motores, los giroscopios y los acelerómetros. También recibe y procesa las órdenes que envía el piloto desde la estación de pilotaje.

e) Sensores: son los sistemas que permiten ejecutar el plan de vuelo y los usos específicos del dron (es decir, captan datos para que posteriormente puedan ser procesados y analizados con la ayuda de la placa controladora de vuelo y el sistema de pilotaje). Se incluyen también cámaras de todo tipo, GPS, acelerómetros, altímetros o barómetros, brújulas o giroscopios, termómetros, detectores de partículas o sustancias químicas, etc.

f) Sistema de alimentación: se encarga de aportar energía eléctrica al dron para el funcionamiento de sus sistemas.



2. CLASIFICACIÓN

Al igual que sucede con las denominaciones, existen múltiples clasificaciones según se atienda a sus características técnicas, o bien en función de los usos o actividades que los drones pueden llevar a cabo⁽¹⁵⁾.

(15) Vid., en detalle, VERGOUW, Bas, «Drone technology: types, payloads, applications, frequency spectrum issues and future developments», en CUSTERS, Bart (dir.), *The future of drone use: opportunities and threats from ethical and legal perspectives*, Editorial T.M.C. Asser Press, La Haya, 2016, pág. 21 y ss.



2.1. Clasificaciones técnicas

Bajo esta categoría, los drones pueden sistematizarse atendiendo al tipo de sustentación, al método de control, la masa máxima de despegue (MTOW), su grado de complejidad, y por su tamaño, alcance y altitud (ALONSO LECUIT).

2.1.1. Por su tipo de sustentación

Según el tipo de sustentación, se distingue entre:

a) Dron de ala *fija*, cuyo aspecto es similar a un avión, destacando de todos ellos el modelo de «ala volante», que es la configuración más usada en drones comerciales, ya que su superficie es proporcionalmente mayor a la de un avión convencional. Requieren de una pista de aterrizaje o de una catapulta para aterrizar, y por lo general son equipos de gran autonomía que pueden volar a velocidades de crucero altas.



b) Dron de ala *rotatoria*, que son los drones más comunes por su versatilidad y sencillez en el manejo, consiguen la sustentación gracias a la rotación del ala o hélice (cada una dispone de 2 a 4 palas por lo general), equipados con un motor (helicópteros) o varios motores y hélices o multirrotores (tricópteros, quadrópteros, hexacópteros u octocópteros). Poseen una gran maniobrabilidad y pueden volar por lugares intrincados, por lo que son útiles para muchos propósitos.

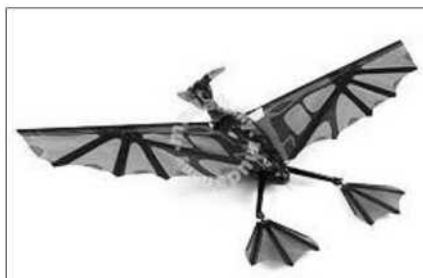


c) Dron de tipo VTOL (*Vertical Take-Off and Landing*), aeronave que es capaz de despegar y aterrizar en vertical como un dron de ala rotatoria y volar como un dron de ala fija.





d) Dron de *aleteo*, con pequeñas alas flexibles o «morphing» (morfología cambiante), inspirados en los pájaros o en los insectos voladores.



2.1.2. Por su método de control

En cuanto al método de control, existen las siguientes modalidades:

a) Dron *autónomo*: el dron se guía por sus propios sistemas y sensores integrados y no necesita de un piloto humano que lo controle desde tierra al estar el vuelo completamente programado.

b) Dron *monitorizado*: aquí el piloto proporciona información al sistema de control y supervisa el vuelo. El dron ejecuta el plan de vuelo y el piloto decide qué acción llevará a cabo la aeronave, además de poder tomar los mandos del dron en todo momento o cancelar la operación.

c) Dron *supervisado*: un operador pilota el dron por control remoto, aunque la aeronave puede realizar algunas tareas de manera autónoma.

d) Dron *controlado remotamente*: el dron es pilotado por un piloto mediante una consola que envía la señal de radio directamente al controlador del motor sin pasar por ningún programador ni procesador a bordo.

2.1.3. Por su masa máxima al despegue (MTOW o MTOM)

Otro criterio atiende a la masa máxima al despegue (*Maximum Take-Off Weight*, MTOW por sus siglas en inglés —y MTOM⁽¹⁶⁾ en nuestra lengua—), que

(16) MTOM es la masa máxima de despegue, que corresponde a una cantidad certificada específica para todos los tipos de aeronaves, como figura en el certificado de aeronavegabilidad de la aeronave.



incluye la carga del dron, las baterías en caso de motores eléctricos o la cantidad de combustible que haya establecido el fabricante para que la aeronave pueda realizar la maniobra de despegue con seguridad, teniendo en cuenta la resistencia estructural de la aeronave u otras limitaciones. Esta clasificación suele seguirse por algunos derechos comparados, si bien la Unión Europea actualmente engloba a todos los drones sin distinción por la masa máxima en el despegue (como antes ocurrió con el derogado Reglamento (CE) n.º 216/2008). En este caso, cabe diferenciar:

- a) Drones de *hasta 250 gr* de MTOW (aeronaves de juguete).
- b) Drones de *hasta 2 kg* (operaciones más allá del alcance visual del piloto que requieren autorización administrativa).
- c) Drones con una MTOW *superior a 25 kg* de uso civil (requieren autorización administrativa).
- d) Drones cuya MTOW *excede los 150 kg* (con requisitos adicionales).

Es importante también vincular el MTOW con la energía de impacto y los potenciales daños que pueden ser causados en caso de accidente del dron, siendo el valor de 66 julios de energía cinética el umbral a partir del cual existe alta probabilidad de causar daños letales a las personas.

2.1.4. Por su grado de complejidad

Atendiendo al grado de complejidad creciente de los vehículos aéreos y medios de control, se pueden establecer cuatro categorías de dron:

- a) Drones *teledirigidos* a distancia visual sin ruta pre-programada.
- b) Drones equipados con un *ordenador a bordo pre-programado* que no cuenta con funciones de inteligencia o sistemas autónomos.
- c) Drones equipados con *ciertas funciones autónomas*.
- d) Sistemas UAS o RPAS y estaciones de control para la navegación aérea.

2.1.5. Por su tamaño, alcance y altitud

Finalmente, otros autores como DOMÍNGUEZ VILCHES⁽¹⁷⁾ clasifican a los drones por su tamaño, alcance y altitud a la que vuelan:

- a) *Gran altitud y largo alcance*, como el Northtop-Grumman RQ-4 Global Hawk®, capaz de alcanzar 25.000 metros y con un tiempo de vuelo de más de treinta y cinco horas, y transportar una carga útil de casi una tonelada.
- b) *Media altitud y largo alcance*, como el General Atomics Predator® o el General Atomics Reaper® (9.000 metros de altitud, treinta y cinco horas de vuelo y 225 kg de carga útil).
- c) *Tácticos*, como el AAI Shadow 20036® y el AA1 Pioneer® (5.000 metros de altitud y cinco o seis horas de vuelo, con una carga útil de 25 kg).

(17) DOMÍNGUEZ VILCHES, Eugenio, «Historia de las aeronaves pilotadas por control remoto», en GUERRERO LEBRÓN, María Jesús (dir.), *La regulación civil y militar de las aeronaves pilotadas por control remoto*, Editorial Marcial Pons, Madrid, 2018, pág. 36.



d) *Pequeños y minis*, transportables por una persona, como el Rayen® de AeroVironment.

e) *Micro-drones*, con dimensiones menores de 15 centímetros, como el Black Widow® de AeroVironment o el MicroStar® de BAE y muchos otros en forma de diseños y prototipos realizados por varias universidades, como el Entomopter® del Georgia Institute of Technology, el MicroBat® del California Institute of Technology y la Universidad de Berkeley, y similares.

Actualmente, la investigación y el desarrollo de drones y plataformas RPAS en todo el mundo tienen como objetivo principal ampliar los límites de la envolvente de vuelo y también aumentar o disminuir el tamaño de los vehículos.

2.2. Clasificaciones por su uso

Por lo general, la primera gran distinción bajo este epígrafe obedece al uso civil o militar del dron.

En cuanto a los usos civiles de este tipo de aeronaves, se suelen apuntar las siguientes grandes categorías:

a) *Seguridad nacional*: que incluye las tareas de control fronterizo, vigilancia costera, vigilancia de grandes eventos públicos, seguridad privada y búsqueda y salvamento marítimo.

b) *Protección de infraestructuras críticas*: comprendiendo la inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas, control e inspección de oleoductos y gaseoductos, observación de los flujos del tráfico y control de carreteras.

c) *Prevención y gestión de desastres*: donde se incluyen las tareas de prevención y detección de incendios e inundaciones, evaluación de daños en desastres naturales (p. e. terremotos y huracanes), medición de contaminación o la búsqueda de supervivientes en accidentes y zonas de desastre.

d) *Investigación científica*: englobando la investigación atmosférica, geológica y ecológica, el estudio de huracanes, la observación de volcanes, agricultura y silvicultura.

e) *Protección del medio ambiente*: que abarca el control de la pesca ilegal o no declarada, el control de emisiones y contaminación, la observación de campos petrolíferos, la protección de recursos hídricos y el control de reforestaciones.

f) *Comunicaciones y audiovisual*: donde se incluyen el vídeo y la fotografía aérea, la observación de la tierra, e incluso la sustitución o soporte de satélites, comunicaciones de banda ancha y redes de telecomunicaciones (o de comunicaciones electrónicas, como ahora las denomina el Derecho de la Unión Europea).

Naturalmente, la recién estrenada regulación española del Real Decreto 517/2024, de 4 de junio, por el que se desarrolla el régimen jurídico para la utilización civil de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), y se modifican diversas normas reglamentarias en materia de control a la importación de determinados productos respecto a las normas aplicables en materia de seguridad de los productos;



demostraciones aéreas civiles; lucha contra incendios y búsqueda y salvamento y requisitos en materia de aeronavegabilidad y licencias para otras actividades aeronáuticas; matriculación de aeronaves civiles; compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos; Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea; y notificación de sucesos de la aviación civil, ha supuesto el catalizador para nuevos usos y aplicaciones que serán expuestos detenidamente a lo largo de esta obra.

3. HISTORIA DE LOS DRONES

Sin remontarnos a precedentes de la antigüedad⁽¹⁸⁾, como es el caso por ejemplo de la «paloma», un pájaro mecánico fabricado en madera y accionado por el aire comprimido almacenado en su estómago que construyó en el año 425 a.C. el filósofo y matemático griego Archytas de Tarento, y dejando asimismo fuera de este capítulo la historia de los drones militares, la eclosión actual de los drones tiene su origen inmediato en los juguetes de radiocontrol.

Así, ya durante la Segunda Guerra Mundial se construyeron más de 9.400 unidades del Radioplane OQ-3® que era pilotado por radiocontrol. Y uno de los primeros prototipos de drones civiles teledirigidos fue el Northrop P-61 Black Widow®, reconvertido para volar durante tormentas eléctricas y recopilar datos meteorológicos para la Oficina Meteorológica de los Estados Unidos en abril de 1946.

El uso no militar de drones aumentó significativamente en la década de 1990 cuando, según observa GUSTERSON⁽¹⁹⁾, «*proyectos científicos tales como la monitorización ambiental permanente, fueron vistos como [una] función ideal para los vehículos aéreos no tripulados*». Así, por ejemplo, los drones Helios® y Pathfinder® propulsados por energía solar y desarrollados por la NASA y Aerovironment Corporation a finales de la década de 1990, representaron una innovación en la investigación. En 1998, AAI, una compañía australiana, fabricó la aerosonda Laima®, que cruzó el Océano Atlántico de forma autónoma con sólo 1,5 galones de gasolina. También en la década de 1990, Japón promocionó la producción a gran escala y el uso de drones para fumigar cultivos con fertilizantes y pesticidas.

De este modo, además de los drones militares empleados por las fuerzas armadas más avanzadas, los aviones de aeromodelismo y los aviones teledirigidos han desempeñado un papel importante en la expansión de los usos civiles de los drones. Por ejemplo, PERRITT⁽²⁰⁾ distingue entre macro-drones y micro-drones, siendo los micro-drones los que pesan menos de 55 libras y están impulsados por 4 u 8 rotores eléctricos, mientras que los macro-drones serían aquellos cuya masa excede de 55 libras y están propulsados por motores de combustión interna que mueven hélices o chorros de ventiladores convencionales (*fan jets*). El autor destaca que los micro-

(18) VALVANIS, Kimon (dir.), *Advances in Unmanned Aerial Vehicles*, Editorial Springer, Berlín, 2007, pág. 16. Vid., también, SATIA, Priya, «Drones: a history from the British Middle East», en *Humanity: An International Journal of Human Rights, Humanitarianism, and Development*, Vol. 5, N.º 1, 2014.

(19) GUSTERSON, Hugh, *Drone: Remote Control Warfare*, Editorial MIT Press, Cambridge, 2016, pág. 6 y ss.

(20) PERRITT, Henry, *Domesticating Drones: The Technology, Law, and Economics of Unmanned Aircraft*, Editorial Routledge, Nueva York, 2017, pág. 39 y ss.



CAPÍTULO X

DRONES Y RESPONSABILIDAD CIVIL ⁽¹⁾

Yolanda BUSTOS MORENO

*Catedrática de Derecho Civil de la Universidad de Alicante
Vicepresidenta Aeronáutica Asociación Española de Derecho Aeronáutico y Espacial*

Carmen MUÑOZ GARCÍA

*Catedrática (acr.) de Derecho Civil de la Universidad Complutense de Madrid
Directora GI UCM «Derecho de Daños, Derecho de la Contratación y Tecnologías
Disruptivas»*

1. CONSIDERACIONES GENERALES EN TORNO AL RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD EXTRA CONTRACTUAL
2. NORMATIVA APLICABLE
3. SUPUESTOS DAÑOSOS POR LA ACCIÓN DIRECTA DEL DRON. EL CASO PARTICULAR DE COLISIÓN ENTRE AERONAVES
 - 3.1. Casuística de perjuicios irrogados en la superficie por la acción directa del dron
 - 3.2. Las colisiones entre aeronaves
4. CRITERIOS DE IMPUTACIÓN. DOBLE RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD Y ASEGURAMIENTO

(1) El trabajo se enmarca en la Cátedra Internacional ENIA de «IA Generativa: retos y riesgos», Cátedra ENIA de Inteligencia Artificial (TSI-100927-2023-6), financiadas por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, con fondos de la Unión Europea —Next Generation EU— a través del Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública; el Proyecto Excelencia Prometeo «La nueva era de los algoritmos y la inteligencia artificial y su tutela jurídico-privada en el marco de la Unión Europea», Referencia: CIPROM/2022/40 y en los Grupos de Investigación de la UCM 971680 «Derecho de Daños, Derecho de la contratación y tecnologías disruptivas» y de la UA «Responsabilidad Civil».



- 4.1. La responsabilidad objetiva con límites indemnizatorios y la aplicación de la doctrina del riesgo en la responsabilidad subjetiva
- 4.2. El Seguro de daños a terceros para operaciones de UAS
- 5. SUJETOS RESPONSABLES Y PROBLEMAS DE CAUSALIDAD
- 6. APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA 2024/2853 AL DRON COMO PRODUCTO
 - 6.1. Posibles supuestos
 - 6.2. Ámbito de aplicación de la Directiva: ¿alcanza a las aeronaves y drones?
 - 6.3. Sujetos responsables: del «productor» en la Directiva 85/374 al «operador económico» en la Directiva 2024/2853
 - 6.4. Sujeto protegido: la persona física
 - 6.5. La responsabilidad objetiva y las causas de exoneración
 - 6.6. Daños indemnizables
 - 6.7. Prescripción y caducidad
- 7. IRRUPCIÓN DE LA IA, ARMONIZACIÓN REGULATORIA E INCIDENCIA EN LA RESPONSABILIDAD POR DAÑOS CAUSADOS POR LOS DRONES
 - 7.1. Problemática ante drones cada vez más autónomos
 - 7.2. Ante los daños causados por la IA, ¿siempre objetivación de la responsabilidad?
 - 7.3. El RIA: reconocimiento implícito de la objetivación de la responsabilidad por daños causados por la IA
 - 7.4. Primera cuestión: si el daño se produce por un dron —producto defectuoso—. Los hitos de la Directiva 2024/2853
 - 7.5. Subsidiariamente, cuando el daño se produce por una prestación defectuosa valiéndose de la IA



1. CONSIDERACIONES GENERALES EN TORNO AL RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD EXTRACONTRACTUAL

El potencial crecimiento de los drones va a provocar que irruman en gran volumen en el espacio aéreo, tradicionalmente dominado por las aeronaves tripuladas. En los capítulos que nos preceden se ha expuesto la versatilidad y escalabilidad que ofrecen los drones merced al empleo de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, que viene posibilitando la progresiva automatización de los UAS⁽²⁾.

Este panorama implica un gran desafío para el derecho de daños, en la medida en que irremediamente se van a producir perjuicios de diferente índole, y todo ello a pesar del sometimiento de los drones a un riguroso marco jurídico comunitario (y nacional) sobre fabricación y operatividad, descrito a lo largo de esta obra colectiva. Nos ocupamos en este apartado de la *liability*, es decir, una vez irrogados los daños, y todo ello con independencia de que se hayan cumplido las diferentes *responsibilities* a las que han de someterse las partes implicadas, como el operador aéreo y el productor de los elementos integrantes de los UAS, a fin de dotar de la máxima seguridad a los vuelos mediante drones. En efecto, la posible intervención de una pluralidad de agentes en la producción de un suceso indemnizable dificultará la atribución de responsabilidad civil, incluso en escenarios en los que los drones todavía no operan con plena autonomía, aunque ya alcanzan elevados niveles de automatización, entre otros factores, gracias al empleo de tecnologías de inteligencia artificial⁽³⁾. Estas cuestiones serán objeto de análisis en el presente capítulo, que concluirá con el estudio de la objetivación de la responsabilidad por daños causados por sistemas de inteligencia artificial.

(2) En este capítulo empleamos indistintamente la abreviatura técnica de UAS así como el término comúnmente aceptado de drones. UAS significa *Unmanned Aircraft System*, en español: sistema de aeronave no tripulada. El UAS incluye no solo la aeronave —el dron—, sino también los elementos asociados a su operación, como la estación de control, enlaces de mando y control, comunicaciones y demás componentes necesarios.

(3) Sobre la diferencia entre *Automation* vs. *Autonomy*, nos remitimos al primer capítulo de esta obra: BARRIO ANDRÉS, Moisés, «Capítulo I. Drones. Concepto, clases e historia. Usos actuales. El Derecho de los drones», en BARRIO ANDRÉS, Moisés (dir.), *El Derecho de los drones*, Editorial La Ley, Madrid, 2026, 2.ª edición; BUSTOS MORENO, Yolanda, «Automatización vs. Autonomía. *Automation* vs. *Autonomy*», en GUERRERO LEBRÓN, M.ª Jesús y GONZÁLEZ FERREIRO, Elisa Celia (dir.), *Diccionario Jurídico-Técnico de Términos Aéreos y Espaciales*, Aranzadi-La Ley y Asociación Española de Derecho Aeronáutico y Espacial, 2026.



En cualquier caso, el análisis de la responsabilidad civil en el ámbito de los drones parte de dos premisas fundamentales⁽⁴⁾. En primer término, cabe señalar que en el ámbito de los UAS, la responsabilidad por daños a terceros suscita mayor atención que la contractual, a diferencia de lo que tradicionalmente ocurre en la aviación tripulada, donde los daños suelen vincularse a los pasajeros y mercancías transportadas. En función de las utilidades que se vienen implementando, y potencialmente de mayor desarrollo económico a corto plazo, los siniestros más habituales previsibles vendrán derivados del impacto en superficie o por colisiones con otras aeronaves, generalmente tripuladas. También en supuestos de *near collision* y *Airprox* en las proximidades de aeródromos o aeropuertos, generando perjuicios a terceros ajenos a la operación. En cambio, la dimensión contractual resulta actualmente menos relevante, habida cuenta del todavía limitado desarrollo del transporte de mercancías y de la incipiente implantación de la movilidad aérea innovadora (IAM), especialmente en lo que respecta al traslado de pasajeros en aeronaves eVTOL (*electric Vertical Take-Off and Landing*) sin piloto a bordo.

Como segunda circunstancia reseñable, es constatable la inexistencia de un deseable régimen *ad hoc* en materia de resarcimiento por daños a terceros para los drones. Esta situación implica que se ha de aplicar, con los matices que pasamos a exponer, la regulación vigente para la aviación tripulada.

2. NORMATIVA APLICABLE

La *lex specialis* que debe ser aplicada ante los perjuicios que pueden causar los drones es la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea (en adelante, LNA). Sin embargo, cabe constatar que la Ley de Navegación Aérea no es reciente — a pesar de las distintas reformas operadas —, su capítulo XIII: «De la responsabilidad en caso de accidente» no está adaptado a este tipo de sistemas de aeronaves no tripuladas⁽⁵⁾, ni mucho menos, cuenta con una regulación deseable para los altamente automatizados y pretendidamente de vuelo *full* autónomo⁽⁶⁾, pese a la reforma llevada a cabo del concepto de «aeronave» en su art. 11 para incorporar a este tipo de drones⁽⁷⁾.

(4) Además, pueden surgir otros tipos de responsabilidad, como la responsabilidad administrativa sancionadora, la responsabilidad patrimonial de la Administración, la responsabilidad penal o la derivada del tratamiento de datos personales, que no son objeto de análisis en este capítulo.

(5) El capítulo XIII de la LNA, diseñado para la aviación tripulada, tanto en su redacción original como en las sucesivas reformas, se refiere al «transporte de viajeros», «transportista», «empresario», aeronaves con un máximo de «peso bruto» hasta «500 kilogramos» (RD 37/2001), cuando la media de los drones ronda entre 250 g y 25 kg MTOM en categoría abierta. MTOM es la abreviatura de *Maximum Take-Off Mass*, es decir, masa máxima al despegue del dron, incluyendo batería, carga útil, sensores, accesorios.

(6) La LNA tras la reforma operada en los art. 11 y 150 por parte del RDL 26/2020, de 7 de julio, ha pasado a regular desde los aeromodelos hasta las aeronaves operadas de forma autónoma. El art. 150.2 LNA dispone que: «Las aeronaves civiles no tripuladas, cualesquiera que sean las finalidades a las que se destinen, quedarán sujetas asimismo a lo establecido en esta ley y en sus normas de desarrollo, en cuanto les sean aplicables. Estas aeronaves no estarán obligadas a utilizar infraestructuras aeroportuarias autorizadas, salvo en los supuestos en los que así se determine expresamente en su normativa específica».

(7) Y todo ello, pese a la habilitación dada al Gobierno para actualizar la cuantía de las indemnizaciones, que por última vez realizó en 2001, y adaptar la obligación de aseguramiento a las aeronaves no tripuladas de menor riesgo, lo que sí ha realizado a través del RD 517/2024, en los términos que explicamos *infra*. Disposición final segunda LNA, reformada por el RDL 26/2020: «Régimen de responsabilidad en caso de accidentes y exención de la obligación de aseguramiento».



El legislador europeo tampoco se ha ocupado de regular la responsabilidad civil de los UAS, y ello a pesar del potencial de las operaciones de drones entre Estados⁽⁸⁾ y, en consecuencia, el incremento previsible de litigios de carácter transfronterizo⁽⁹⁾. Cabe reconocer el interés inicial de la Comisión Europea al efecto. Efectivamente, en 2013, este organismo comunitario encargó estudios, desde su planteamiento inicial en la Hoja de ruta, con la intención de valorar la necesidad de un texto armonizador. Finalmente, se terminó desistiendo ante la falta de voluntad por parte de las autoridades reguladoras nacionales⁽¹⁰⁾.

Por lo tanto, volviendo la mirada a nuestro panorama nacional, debe partirse del artículo 4 de la LNA, en la redacción dada por la Ley 5/2010, de 17 de marzo. Dicho precepto contempla los perjuicios derivados del mero paso de las aeronaves por el espacio aéreo, sobre la base del deber jurídico de soportar los niveles sonoros, sobrevuelos, frecuencias e impactos ambientales que resulten de la navegación aérea, siempre dentro de los límites establecidos por la normativa aplicable. La citada disposición reconoce a estos perjudicados, genéricamente, el derecho a ser resarcidos conforme a los capítulos IX y XIII de la presente ley (arts. 115 a 125), la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, los tratados internacionales y el Derecho Comunitario⁽¹¹⁾. En este capítulo nos centramos en los daños causados a terceros *directamente* provenientes de la acción de la aeronave y no a otros perjuicios que, posiblemente, podrían ser indemnizados debido al «mero hecho del paso de la aeronave»⁽¹²⁾.

Cuando las circunstancias económicas así lo aconsejen, el Gobierno, por Decreto acordado en Consejo de Ministros, podrá modificar la cuantía de las indemnizaciones reguladas en el capítulo XIII de esta ley.

Asimismo, se habilita al Gobierno para que reglamentariamente pueda eximir o establecer diferentes modalidades en el cumplimiento de las obligaciones de aseguramiento establecidas en esta Ley para aquellas aeronaves no tripuladas que, por el bajo riesgo de sus operaciones, puedan resultar desproporcionadas».

- (8) Cabe señalar que la regulación europea sobre UAS no aborda propiamente cuestiones de *liability* —salvo referencias puntuales, como la obligación del operador de declarar el cumplimiento de las normas sobre responsabilidad y seguros en el art. 12.2.c) del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947—, centrándose esencialmente en las *responsibilities* vinculadas a la seguridad operacional (*safety*).
- (9) Así, acertadamente, lo advierte también NADAL GÓMEZ, Irene, «La litigiosidad que se nos viene encima: cuestiones procesales al hilo de la aparición de «drones» en nuestros cielos», *Diario La Ley*, Nº. 8507, 2015, nota 31 pp. 24-25.
- (10) Respecto a los argumentos aportados en contra de la armonización, STEER DAVIES GLEAVE, *Study on the Third-Party Liability and Insurance Requirements of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), Final Report prepared for the European Commission*, noviembre de 2014, apartados 4.60, 4.72 y 4.73; EUROPEAN RPAS STEERING GROUP (ERSG), *Roadmap for the Integration of Civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System*, Annex 3: *A Study on the Societal Impact*, Annex 3, p. 14 y Final Report, ap. 3.3., junio de 2013.
- (11) Aunque la norma se proyectó para molestias sonoras de los aviones tripulados en las poblaciones circundantes a los aeropuertos, no para los UAS, cabe entender que se realiza una remisión a la normativa sectorial, de carácter nacional y comunitario, respecto a los posibles atentados a la privacidad, molestias por emisiones sonoras, protección de datos y del medio ambiente.
- (12) Estos perjuicios son expresamente excluidos en los arts. 1.1. Convenio de Roma de 7 de octubre de 1952 sobre daños causados a terceros en la superficie por aeronaves extranjeras y art. 3 Convenio sobre indemnización por daños causados por aeronaves a terceros, conocido como *General Risks Convention* de 2009 que no ha entrado en vigor. Respecto a las molestias provocadas por el ruido de drones y otras molestias, nos remitimos a BUSTOS MORENO, Yolanda, «La extensión vertical del



Por lo tanto, el régimen legal especial aplicable a la responsabilidad civil extracontractual es el que se expone a continuación, sin perjuicio de la aplicación subsidiaria del Código Civil (arts. 1902 y ss.) en los términos que se describen en el apartado 4 de este capítulo⁽¹³⁾. Si la aeronave es nacional, resultan de aplicación los arts. 119 y ss. de la LNA, integrados en el capítulo XIII, rubricado «De la responsabilidad en caso de accidente»⁽¹⁴⁾. Asimismo, cabe el sobrevuelo del espacio aéreo español por parte de drones extranjeros. En tal supuesto, habrá de acudir al Convenio de Roma de 7 de octubre de 1952 sobre daños causados a terceros en la superficie por aeronaves extranjeras (en adelante, CR), cuando el daño haya sido causado por una aeronave no matriculada en España, sino en un Estado que lo haya ratificado⁽¹⁵⁾. Su aplicación será, no obstante, puntual en la medida en que solo 10 países europeos, entre ellos España, lo han ratificado⁽¹⁶⁾. En caso contrario, la cobertura normativa vendría dada por la LNA⁽¹⁷⁾. Es decir, cuando se trate de una aeronave extranjera matriculada en un Estado que no sea contratante del CR.

dominio ante nuevas realidades: límites y medios de protección de la propiedad. La evolución de la *trespass doctrine* y *nuisance law* en Estados Unidos», *Revista Española de Derecho Aeronáutico y Espacial*, Nº 3 (diciembre), 2023, págs. 81-118; BUSTOS MORENO, Yolanda, «Regulatory needs for the implementation of urban air mobility in Spain. Innovative air mobility noise impact in urban areas regulatory proposal», *Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial*, Nº. 12, 2023, págs. 143-165.

- (13) Con la salvedad de que también exista normativa particular, como en materia de protección de datos (art. 82 RGPD).
- (14) Con relación a la responsabilidad contractual aeronáutica, en el caso del transporte aéreo en el interior de un Estado miembro de la UE se aplica el Convenio de Montreal en virtud de lo dispuesto por el art. 1 del Reglamento (UE) 2027/1997 del Consejo, de 9 de octubre de 1997, modificado por el Reglamento (UE) 889/2002, como ocurrió en el accidente de Spanair.
- (15) La doctrina considera también aplicable el CR a los *small drones* pese a su falta de actualización, HODGKINSON, David, y JOHNSTON, Rebecca, «Guiding Principles for Drones: Starting Point for International Regulation», *Perth International Law Journal*, Nº 3, 2018, pág. 163, nota 28. Por su parte, el *Codice della Navigazione* los integra en su ordenamiento jurídico. Para consultar el listado de países que han ratificado el CR, véase: https://www.icao.int/sites/default/files/secretariat/legal/CurrentListOfParties/Rome1952_EN.pdf.
- (16) Y, desafortunadamente, ningún país europeo (ni España) ha ratificado el Protocolo de Montreal de 1978 que lo actualizaba, elevando las cuantías indemnizatorias y sustituyendo los francos oros por DEG. La OACI aprobó en Montreal, el 2 de mayo de 2009, dos convenios llamados a modernizar el régimen del Convenio de Roma de 1952 sobre daños a terceros causados por aeronaves. Ambos siguen sin entrar en vigor, según la lista oficial de tratados multilaterales de la OACI. El primero es el Convenio sobre indemnización por daños causados por aeronaves a terceros, conocido como *General Risks Convention* 2009 y que abreviamos como CRG, disponible en: https://www.icao.int/sites/default/files/secretariat/legal/Administrative%20Packages/grc_en.pdf. El segundo instrumento es el Convenio sobre indemnización por daños a terceros resultantes de actos de interferencia ilícita que involucren aeronaves, conocido como *Unlawful Interference Compensation Convention* 2009 y que abreviamos como CII, disponible en: https://www.icao.int/sites/default/files/secretariat/legal/Administrative%20Packages/uicc_en.pdf.
- (17) El art. 5 LNA dispone: «Sin perjuicio de lo estipulado en Tratados o Convenios internacionales, la presente Ley regulará la navegación aérea nacional, en todo caso, y la internacional sobre territorios de soberanía española. A falta de reglas propias en la materia, se estará a las Leyes o disposiciones vigentes de carácter común. Esta Ley se aplicará a la navegación aérea militar cuando se disponga expresamente».



3. SUPUESTOS DAÑOSOS POR LA ACCIÓN DIRECTA DEL DRON. EL CASO PARTICULAR DE COLISIÓN ENTRE AERONAVES⁽¹⁸⁾

3.1. Casuística de perjuicios irrogados en la superficie por la acción directa del dron

En atención a las singulares características de los drones, cabe prever que los siniestros de mayor trascendencia se produzcan, principalmente, por el impacto sobre personas situadas en la superficie⁽¹⁹⁾, edificaciones o tendidos eléctricos⁽²⁰⁾. Igualmente, la eventual colisión en vuelo entre UAS, o entre estos y otras aeronaves, adquiere especial relevancia y peligrosidad cuando se trata de aeronaves destinadas al transporte de personas a bordo⁽²¹⁾.

Como sucede en el ámbito de las aeronaves tripuladas, cuando tenga lugar cualquier acontecimiento, hecho o suceso en el que una aeronave no tripulada, durante el *vuelo* y por *acción directa* de esta, ocasione daños a terceros, tales perjuicios deberán ser indemnizados conforme a lo previsto en la normativa aeronáutica especial —arts. 1, 3, 11 y 19 C.R. y, principalmente, arts. 119 y 120 LNA—. No es necesario que la actuación causante del daño se subsuma en el concepto más estricto de accidente⁽²²⁾, bastando con que el perjuicio derive de la intervención (*acción*) del UAS, o incluso por varios de ellos en forma de «enjambre».

Asimismo, dado que el dron no constituye una mera aeronave aislada, sino que se trata de un sistema integrado por diversos elementos, cabe entender que el equipo de control remoto podría situarse sobre un vehículo terrestre, una embarcación o,

(18) Debemos señalar que la información recogida en los apartados 3, 4 y 5 de este capítulo se ha obtenido en su mayoría de BUSTOS MORENO, Yolanda, «La irrupción de los drones (sistemas de aeronaves no tripuladas, UAS) y la responsabilidad civil: el futuro de los UAS autónomos», en ATAZ LÓPEZ, Joaquín, y COBACHO GÓMEZ, José Antonio (coords.), *Cuestiones clásicas y actuales del Derecho de daños: Estudios en homenaje al profesor Dr. Roca Guzmán*, vol. 1, 2021, págs. 889-950, y BUSTOS MORENO, Yolanda, *La responsabilidad civil en la navegación aérea. Los daños a terceros*, Editorial Dykinson, 2003, a los que nos remitimos a fin de ampliar sobre esta materia.

(19) Valga citar como ejemplo el suceso ocurrido el 21 de diciembre de 2024, durante un espectáculo navideño de drones en Lake Eola Park, Orlando, varios drones colisionaron y cayeron hacia el público. Un niño de 7 años resultó gravemente herido y necesitó cirugía tras ser golpeado por un dron. La FAA abrió una investigación sobre el accidente. Noticia disponible en: <https://apnews.com/article/florida-drone-show-accident-christmas-d2979c6f86ffba83b60a973bf465b392>.

(20) En Australia, el 29 de septiembre de 2022, un dron de reparto de la empresa Wing —filial de Alphabet/Google— realizó un aterrizaje preventivo y acabó sobre una línea eléctrica aérea. Durante la retirada del dron se produjo un corte de electricidad que afectó a miles de usuarios. ABC News tituló la noticia: «Queensland's Browns Plains without electricity after drone food delivery crashes into powerlines». <https://www.abc.net.au/news/2022-09-30/food-delivery-drone-lands-on-power-lines-qld-browns-plains/101489670>. Y en Texas, el 18 de noviembre de 2025, un dron de Amazon colisionó con un cable de internet, que cortó tras una entrega. Amazon indicó que la hélice se enredó en el cable y activó un aterrizaje de contingencia. La FAA abrió una investigación; no se comunicaron lesiones ni interrupciones significativas del servicio. <https://www.reuters.com/business/retail-consumer/faa-probes-amazon-after-delivery-drone-snaps-internet-cable-texas-cnbc-reports-2025-11-26/>.

(21) Junto a las *mid-air collision*, se generan también otro tipo de perjuicios en las cercanías de los aeropuertos, como los *Airprox* y *near collision*, como exponemos *infra* en el apartado 3.2.

(22) El concepto de «accidente aéreo» se critica en el ámbito de la responsabilidad contractual del transportista, al respecto, GUERRERO LEBRÓN, María Jesús, «La visión del TJUE sobre el «accidente aéreo» como presupuesto de la responsabilidad por daños personales: ¿para cuándo su supresión?», *Revista Aranzadi de Derecho Patrimonial*, No. 52, 2020.



llegado el caso, un portaaviones⁽²³⁾. Ahora bien, debe precisarse que, si dicho equipo remoto fuera transportado sobre un vehículo —por ejemplo, una motocicleta— y este sufriera un siniestro que ocasionara daños a terceros, el hecho no quedaría comprendido en el ámbito de aplicación de la LNA, sino que habría de calificarse como accidente de circulación, sometido al Texto Refundido de la Ley sobre Responsabilidad Civil y Seguro en la Circulación de Vehículos a Motor⁽²⁴⁾.

Tampoco se integrarían bajo el paraguas de la regulación citada de la LNA los distintos perjuicios derivados de interferencias en las comunicaciones, a los que resultaría aplicable el régimen común de responsabilidad civil por daño por interferencia radioeléctrica. Habría que probar: la existencia de una interferencia, su origen, la infracción o uso indebido del espectro, el daño producido y el nexo causal⁽²⁵⁾. Conviene recordar que, en el caso de drones BVLOS —vuelos más allá de la línea visual—, las operaciones dependen de enlaces persistentes de mando y control C2 mediante 5G y satélites LEO, además de resiliencia frente a interferencias, *jamming* o denegación de señal GPS⁽²⁶⁾. Igualmente, pueden plantearse distintas posibilidades en cuanto al lugar en que se irroguen los perjuicios, que podría situarse en tierra, en el agua⁽²⁷⁾ o en pleno vuelo. En este último caso, se produciría una colisión entre aeronaves (*mid-air collision*), tradicionalmente denominada «abordaje aéreo», cuestión que será objeto de tratamiento específico más adelante.

En principio, la localización exacta del suceso no impide la apreciación de la responsabilidad objetiva del operador, ni condiciona por sí sola el encaje del vuelo en una u otra categoría operacional. No obstante, en el segundo estadio de responsabilidad subjetiva, dicha circunstancia sí podría resultar relevante para enjuiciar la

(23) El art. 2.3 del CRG y CII incluyen también los daños causados a un buque que se encuentre en alta mar o a una plataforma de perforación.

(24) Puede consultarse la noticia: <http://www.infodron.es/id/2020/10/16/noticia-australia-equipa-motocicletas-policia-drones.html>.

(25) La eventual reparación económica del perjudicado debería articularse mediante el recurso del art. 1902 C.c., si se tratara de responsabilidad extracontractual o mediante las reglas generales en el caso de responsabilidad contractual frente al operador. A su vez, cabría la responsabilidad patrimonial de la Administración cuando el daño fuera imputable al funcionamiento de un servicio público. Por su parte, Ley 11/2022, General de Telecomunicaciones prevé específicamente un régimen sancionador. Véase el art. 104 sobre responsabilidad por infracciones en materia de telecomunicaciones.

(26) El 26 de mayo de 2026, durante el festival Vivid Sydney, 89 drones cayeron en Darling Harbour tras problemas técnicos. El operador atribuyó el incidente a un cambio imprevisto en el entorno de radiofrecuencia, que activó protocolos de aterrizaje de seguridad, <https://www.theguardian.com/australia-news/2026/may/26/vivid-drone-show-cancelled-sydney-2026-darling-harbour>.

Sobre los distintos daños por interferir en las comunicaciones, al usar el espectro electromagnético, RAPP, Geoffrey Christopher, «Unmanned Aerial Exposure: Civil Liability Concerns Arising from Domestic Law Enforcement Employment of Unmanned Aerial Systems», *North Dakota Law Review*, vol. 85, núm. 3, 2009, págs. 640-641 y 630. La Normativa UE sobre UAS contempla diferentes exigencias en torno a la compatibilidad electromagnética y el espectro radioeléctrico, a fin de garantizar que no se causan interferencias perjudiciales por medios electrónicos y que se utiliza de manera eficaz el espectro radioeléctrico, considerandos 29 y 87, y anexo IX, aps. 2.1.7 y 2.5, del Reglamento 2018/1139. Si la interferencia de radiocomunicación se ha producido con otra aeronave tripulada, sin llegar a colisionar con ella, habría que notificar dicho suceso, a efectos de investigación de seguridad (anexo III, ap. 3.3, Reglamento 2018/1139). Respecto a la notificación obligatoria de sucesos en lo que respecta a UAS, debe consultarse también el reciente Reglamento de ejecución (UE) 2026/1821 de la Comisión de 27 de julio de 2026.

(27) Con el fin de evitar sobrevolar zonas pobladas, se buscarán alternativas en entornos de aguas fluviales o marítimas (GM1 Article), AMC GM, 2019/947, p. 122.



existencia de culpa o dolo, mediante la valoración del grado de diligencia exigible atendiendo al cumplimiento de los requisitos exigibles en función de la categoría operacional del dron, en los términos que se exponen en el apartado siguiente.

En este orden de consideraciones, cabría plantearse cuál sería el régimen aplicable cuando la causa directa del daño no proceda de la caída de un componente del UAS⁽²⁸⁾, sino de materiales expulsados, rociados o dispersados mediante este⁽²⁹⁾, o cuando la propia carga transportada se precipite sobre la superficie de forma descontrolada⁽³⁰⁾; especialmente si dicha mercancía reviste una especial peligrosidad, como ocurriría en el caso del vertido de sustancias tóxicas. El art. 119 LNA ampararía estos supuestos dañosos⁽³¹⁾. Debe tenerse en cuenta que la formulación del precepto es más amplia y completa, en la medida en que se refiere genéricamente a lo que «se desprenda o arroje»⁽³²⁾. En todo caso, entendemos que también tendrían cabida los daños derivados de una explosión en el ámbito del art. 119 LNA⁽³³⁾.

3.2. Las colisiones entre aeronaves

Como se ha anticipado, uno de los supuestos dañosos más preocupantes en el ámbito de actuación de los drones es la colisión en vuelo con otras aeronaves, especialmente con aquellas tripuladas y con pasajeros a bordo, dada la entidad de los perjuicios que podrían derivarse de tal circunstancia y ante el previsible incremento

- (28) Como ya hemos dado cuenta en la nota 26, el 26 de mayo de 2026, durante el festival Vivid Sydney, 89 drones cayeron en Darling Harbour tras una incidencia técnica. Aunque no hubo que lamentar heridos, se cancelaron varias actuaciones posteriores. Noticia disponible en: <https://www.theguardian.com/australia-news/2026/may/26/vivid-drone-show-cancelled-sydney-2026-darling-harbour>. En este otro caso, sí se produjeron daños personales y el caso se ha judicializado, como damos cuenta más adelante: <https://confilegal.com/20230330-condenado-el-dueno-de-un-dron-a-indemnizar-con-42-400-euros-a-un-modelo-por-provocarle-lesiones-en-un-oyo/>.
- (29) De otro modo, en el supuesto de acciones llevadas a cabo en el transcurso de labores de fumigación (o soporte para la desinfección), polinización o plantación con semillas, la aplicación quedaría excluida de los arts. 1.1 CR y 3.2 CRG, claramente restrictivos a este respecto. A pesar del distinto criterio de la delegación de Suecia del Comité jurídico de la OACI en 1951, la interpretación que se viene extendiendo sobre estos Convenios es que se restringen a daños que sean consecuencia directa del acontecimiento que los ha originado, cuya concreción queda en manos de los tribunales de cada Estado parte, como ha precisado DIEDERIKS-VERSCHOOR, Isabella Henrietta Philepina, *An Introduction to Air Law*, 8.ª ed., Kluwer Law International, Alphen aan den Rijn, 2006, págs. 218-219.
- (30) Respecto al incidente en el reparto de mensajería ocurrido bajo suelo suizo, puede consultarse: <https://www.xataka.com/vehiculos/dos-accidentes-drones-mensajeros-swiss-post-provocan-suspension-esas-pruebas>.
- (31) El art. 1.5 CRG remite al derecho nacional para su posible indemnización.
- (32) De igual modo, podría concluirse en el ámbito del derecho francés, a la vista del art. L6131-3 *Code des transports* que dispone: «Hors les cas de force majeure, il est interdit de jeter d'un aéronef en évolution des marchandises ou objets quelconques, à l'exception du lest réglementaire. En cas de jet par suite de force majeure ou de jet de lest réglementaire ayant causé un dommage aux personnes et biens à la surface, la responsabilité est régie conformément aux dispositions de l'article L. 6131-2. Al remitir al art. L. 6131-2, establece la responsabilidad objetiva del explotador de la aeronave.
- (33) Puede consultarse la SAP 28 de junio de 2019, donde la causa del siniestro fue un incendio provocado por un dron que descendió perpendicularmente sobre la zona donde se ubicaba el edificio (y se encontraba el vehículo afectado) y del que pendía un cable o cadena, y de ella un objeto que parecía contener una llama de fuego, describe la citada resolución.



de la ocupación del espacio aéreo por UAS⁽³⁴⁾. Por su parte, la aproximación no permitida de UAS en las inmediaciones de aeropuertos viene generando considerables perjuicios⁽³⁵⁾. Estos sucesos se denominan *Airprox* o *near collision*. El caso paradigmático es el incidente de Gatwick Airport, entre el 19 y el 21 de diciembre de 2018. La presencia denunciada de drones próximos a la pista determinó el cierre operativo del aeropuerto durante aproximadamente treinta y seis horas, con alrededor de mil vuelos cancelados o desviados y más de 140.000 pasajeros afectados. El impacto económico fue especialmente relevante para las compañías aéreas: easyJet cifró en unos 15 millones de libras el coste sufrido, con aproximadamente 82.000 clientes afectados y unos 400 vuelos cancelados. Estos supuestos muestran que el riesgo asociado a los UAS no se agota en la colisión efectiva, sino que comprende también los daños económicos derivados de la suspensión preventiva de operaciones, las cancelaciones, los desvíos, la asistencia a pasajeros y la pérdida de capacidad operativa del aeropuerto⁽³⁶⁾.

Conforme a las reglas de *right of way*, el dron no tendría preferencia de paso frente a una aeronave tripulada⁽³⁷⁾. A su vez, el marco jurídico europeo aplicable a los drones contempla determinadas obligaciones para el piloto en vuelos VLOS. En particular, este debe mantener un control visual riguroso del espacio aéreo, a fin de evitar cualquier riesgo de colisión con aeronaves tripuladas; además, debe inte-

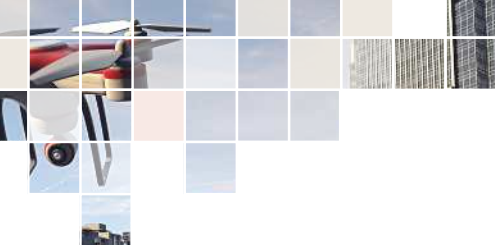
(34) Sirvan como ejemplos de colisiones entre drones con aeronaves tripuladas, el ocurrido el 12 de octubre de 2017 en Québec, Canadá. Un Beechcraft King Air A100 con 2 tripulantes y 6 pasajeros estaba aproximándose al aeropuerto Jean-Lesage de Québec cuando colisionó con un dron cerca del extremo del ala izquierda. La aeronave aterrizó sin víctimas, pero el caso fue investigado como «in-flight collision with drone» por el Transportation Safety Board of Canada. La investigación no logró identificar al operador del dron ni recuperar restos del aparato, referencia disponible en: <https://www.tsb.gc.ca/eng/enquetes-investigations/aviation/2017/a17q0162/a17q0162.html>. Asimismo, un dron impactó con un helicóptero militar en Nueva York el 21 de septiembre de 2017. La NTSB determinó que la causa probable fue que el piloto del dron no vio ni evitó el helicóptero, en parte porque volaba más allá de la línea visual y tenía conocimiento incompleto de las normas y prácticas seguras. El helicóptero sufrió daños en una pala del rotor principal, el marco de la ventana y la cubierta de transmisión, información disponible en <https://www.nts.gov/investigations/Pages/DCA171A202.aspx?>.

(35) Los aeropuertos españoles han registrado 412 incidentes relacionados con drones desde el año 2019 hasta el 26 de noviembre de 2023. De ellos, ocho afectaron a las operaciones aeroportuarias. Noticia consultada en *Newtral*, de fecha 7 de febrero de 2024: <https://www.newtral.es/incidentes-drones-aeropuertos/20240207/#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20en%20el%20mismo%20periodo%20de%20tiempo,desde%20el%20exterior%20de%20los%20recintos%20aeropuertos>.

(36) Noticia disponible en: <https://www.reuters.com/article/world/gatwick-drone-disruption-cost-easyjet-nearly-15-million-pounds-idUSKCN1PG0J0/>. También se han producido cierres o restricciones en otros aeropuertos como Madrid-Barajas, con desvío de 26 vuelos, así como interrupciones en Frankfurt y Riga por presencia de drones no autorizados en el espacio aéreo aeroportuario. Para más datos sobre estos incidentes, puede consultarse: <https://es.dedrone.com/blog/gatwick-airport-drone-incident-shut-down-from-deliberate-drone-disruption>.

(37) Véase la Circular 328-AN/190 de la OACI, que formula el principio general de integración segura de los RPA/UAS en las reglas del aire. Por su parte, el *Model UAS Regulations*, Part 101, regla 101.33 OACI, contiene expresamente la regla de *right-of-way* para aeronaves no tripuladas. Y en Estados Unidos, el *Code of Federal Regulations* (CFR), Title 14, Aeronautics and Space, Part 107, «Small Unmanned Aircraft Systems», Subpart B, Operating Rules, § 107.37, «Operation near aircraft; right-of-way rules».





Se estima que el número de operaciones con drones superará al de las operaciones de aeronaves tripuladas en el próximo decenio. El mundo está experimentando una revolución en la aviación. **Los drones son la última tecnología «disruptiva», y mientras que el mercado de consumo ha sido rápido en adoptar esta novedad, los marcos jurídicos de los Estados, de la Unión Europea e internacional están respondiendo mucho más lentamente a ella.** Y es que los drones representan la invención más significativa para la industria de la aviación desde la Segunda Guerra Mundial.

La obra, que fue la primera escrita en castellano en presentar **el Derecho de los drones de manera exhaustiva e interdisciplinar, brinda un enfoque integral que desarrolla las principales cuestiones jurídicas, comerciales, económicas, de seguridad y ciberseguridad, así como de políticas públicas asociadas con los drones.** Esta segunda edición supone no sólo la plena actualización de los capítulos de la anterior, sino que también aborda con profundidad los nuevos retos que esta tecnología ha venido planteando en los últimos años y que han motivado la incorporación de **tres nuevos capítulos, relativos a inteligencia artificial, entidades locales y defensa.**

Dado el interés casi universal en los drones, este libro es de utilidad para los lectores de todos los campos, no sólo del sector jurídico.

ISBN: 979-13-88078-58-3



Si quieres adquirir esta obra haz click aquí



LA LEY