



**World Academy of  
Safety & Health**

# RESCATE CON DRONES ACUÁTICOS MANUAL

versión 2024



# Rescate con drones acuáticos – Manual, v.2024

## Objetivo:

Este *Manual de rescate acuático con drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), versión 2024* tiene como único objetivo brindar orientación e información a los estudiantes inscritos en los cursos de capacitación para la certificación de rescate con drones acuáticos de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH). Toda la información contenida en este manual está sujeta a cambios en cualquier momento, por cualquier motivo y sin previo aviso. Todas las actualizaciones, cambios, alteraciones y nuevas ediciones se publicarán en [www.lifeguardcertifications.com](http://www.lifeguardcertifications.com).

## Notificación de derechos:

Ninguna persona o empresa podrá reproducir o transmitir total o parcialmente este documento. *Manual de rescate acuático con drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), versión 2024* y/o producir cualquier tipo de trabajo derivado de cualquier porción de este *Manual de rescate acuático con drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), versión 2024* sin el permiso expreso por escrito de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH).

Los terceros (incluidos los instructores autorizados de WASH y los ATC) no pueden colocar ni incrustar este *Manual de rescate con drones acuáticos, v.2024* en cualquier otro sitio web.

## Marcas comerciales, propiedad y derechos de autor:

El logotipo, las imágenes y fotografías, los gráficos y las tablas de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), y todo el resto del contenido de este *Manual de rescate con drones acuáticos, v.2024* es propiedad de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH). Algunos o todos los logotipos, imágenes y fotografías, gráficos y tablas pueden ser marcas comerciales y son propiedad de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH).

### Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH)

Apartado Postal 311

Riderwood, MD 21139 EE. UU.

1-800-484-0419

Correo electrónico: [admin@lifeguardcertifications.com](mailto:admin@lifeguardcertifications.com)

Web: [www.lifeguardcertifications.com](http://www.lifeguardcertifications.com)

ISBN: 979-8-88831-581-1

Derechos de autor ©2024 Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH)

Todos los derechos reservados. Impreso en EE. UU.

Publicado por [Grupo de marketing de Jefferson](#)



## Descargo de responsabilidad

Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) ha hecho todos los esfuerzos razonables para garantizar el contenido de este *Manual de rescate con drones acuáticos, v.2024* es precisa, actualizada y alineada con los estándares y recomendaciones de la industria más recientes al momento de su publicación. La información y los datos tecnológicos, científicos y médicos pueden cambiar con frecuencia. Las recomendaciones tecnológicas, científicas y médicas pueden, a su vez, actualizarse para reflejar esta ciencia y estos datos más recientes. Además del ciclo regular de revisión y actualización del programa y el plan de estudios de cinco años, el *Manual de rescate acuático con drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), versión 2024* se actualizará con la frecuencia necesaria en función de los cambios en las recomendaciones médicas y/o tecnológicas. Todas las actualizaciones se publicarán en: [www.lifeguardcertifications.com](http://www.lifeguardcertifications.com).

Cada situación de emergencia es única y, por lo tanto, amerita su propio conjunto de pautas, principios, recomendaciones, información y/o protocolos de respuesta a emergencias. Por lo tanto, no es posible Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) proporcionar recomendaciones generales de respuesta ante emergencias.

Este *Manual de rescate con drones acuáticos, v.2024* no debe reemplazar ni sustituir la atención médica avanzada ni la respuesta y el tratamiento de los servicios de emergencia. Además, ninguna información contenida en este *Manual de rescate con drones acuáticos, v.2024* debe reemplazar la necesidad de buscar atención y/o asesoramiento de un médico, miembro del personal del hospital u otro proveedor de atención médica autorizado. Es necesaria la cooperación con la dirección médica local al desarrollar un Plan de Acción de Emergencia (EAP) y las mejores prácticas de la institución. Siempre se debe contactar a los servicios de emergencia cuando haya una situación de emergencia.

La Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) utiliza un Comité Asesor y de Revisión en el desarrollo de todos los programas, cursos, manuales, recursos y otros materiales de instrucción.

### Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH)

Apartado Postal 311

Riderwood, MD 21139 EE. UU.

1-800-484-0419

Correo electrónico: [admin@lifeguardcertifications.com](mailto:admin@lifeguardcertifications.com)

Web: [www.lifeguardcertifications.com](http://www.lifeguardcertifications.com)

ISBN: 979-8-88831-581-1

Derechos de autor ©2024 Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH)

Todos los derechos reservados. Impreso en EE. UU.

Publicado por [Grupo de marketing de Jefferson](http://www.marketingofjefferson.com)



## Sobre nosotros

La Academia Mundial de Seguridad y Salud es un organismo certificador internacional para socorristas de piscinas, socorristas de parques acuáticos, socorristas de zonas costeras, socorristas de rescate en olas, instructores de socorristas y supervisores de socorristas. Además, WASH tiene divisiones que desarrollan e imparten formación en seguridad marítima, así como diversos cursos de formación en rescate acuático y rescate técnico a nivel de primeros intervinientes.

Ofrecemos cursos de alta calidad que son una opción asequible, flexible y accesible. Los cursos se imparten como clases presenciales completas en áreas seleccionadas de todo el mundo. Le recomendamos que utilice nuestro sitio web para obtener la lista de aprobaciones más actualizada: <http://lifeguardcertifications.com/2022/01/11/program-curriculum-approvals/>

Ofrecemos un programa de becas basado en las necesidades de las personas que desean participar en cursos de certificación de salvavidas. Dependemos del apoyo externo en forma de donaciones, subvenciones y voluntarios.

Le invitamos a unirse a nuestra misión para prevenir muertes por ahogamiento en todo el mundo.

Cursos de certificación disponibles en áreas seleccionadas en todo el mundo. ¡Esperamos poder servirle!

**El curso de certificación de salvavidas de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) fue Desarrollado para cumplir con los estándares descritos en la sección 6 del Modelo Acuático. Código de Salud (MAHC)**

[www.lifeguardcertifications.com](http://www.lifeguardcertifications.com)

1-800-484-0419

[admin@lifeguardcertifications.com](mailto:admin@lifeguardcertifications.com)

Lunes a viernes de 9:00 a. m. a 5:00 p. m., hora del Este de EE. UU.



<b>Información administrativa del curso</b> .....	<b>6</b>
Descripción general del curso .....	6
Público objetivo.....	6
Políticas y procedimientos de certificación .....	6
<b>Diseño del curso</b> .....	<b>6</b>
Modalidades de impartición de los cursos .....	7
<b>Descripción del curso</b> .....	<b>8</b>
<b>Evaluación de los participantes</b> .....	<b>11</b>
<b>Módulo 1: Introducción a los drones en operaciones de rescate acuático</b> .....	<b>12</b>
Descripción general de la tecnología de drones .....	11
Beneficios de los drones en el rescate acuático.....	11
Consideraciones legales y éticas .....	20
<b>Módulo 2: Fundamentos del rescate acuático</b> .....	<b>23</b>
Entorno de rescate acuático.....	23
Métodos tradicionales de rescate acuático .....	25
<b>Módulo 3: Selección y configuración de drones para rescate acuático</b> .....	<b>28</b>
Cómo seleccionar el dron adecuado para el rescate acuático .....	28
Configuración de drones para operaciones acuáticas.....	30
<b>Módulo 4: Habilidades de vuelo y navegación con drones</b> .....	<b>33</b>
Principios básicos de vuelo y navegación de drones .....	33
Operación de drones sobre el agua .....	35
Navegación con drones en operaciones de rescate .....	37
<b>Módulo 5: Técnicas de búsqueda y rescate con drones</b> .....	<b>39</b>
Patrones de búsqueda para rescate acuático.....	39
Localización y seguimiento de víctimas de rescate .....	41
Entrega de carga útil para rescate.....	43
<b>Módulo 6: Técnicas avanzadas de búsqueda y rescate</b> .....	<b>46</b>
Drones en condiciones extremas de agua .....	46
Operaciones con múltiples drones.....	48
<b>Módulo 7: Capacitación práctica basada en escenarios</b> .....	<b>51</b>
Habilidades prácticas de navegación y vuelo.....	51
Revisión del estudio de caso.....	54
<b>Módulo 8: Actividades posteriores a la misión</b> .....	<b>60</b>
Revisión de datos y vídeos .....	60
Mantenimiento y recuperación.....	62
<b>Módulo 9: Evaluación y Certificación</b> .....	<b>66</b>
Examen final escrito .....	(ver Apéndice A) 68 Pruebas
prácticas de navegación y vuelo .....	66
Retroalimentación y evaluación del curso.....	(ver Apéndice B) 75
<b>Apéndice A</b> .....	<b>68</b>
<b>Apéndice B</b> .....	<b>75</b>
<b>Apéndice C</b> .....	<b>78</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>81</b>



## ***Información administrativa del curso***

### **Plan de estudios del curso de rescate acuático con drones**

#### **Descripción del curso:**

El curso de rescate acuático con drones está diseñado para enseñar a los participantes a utilizar vehículos aéreos y acuáticos no tripulados (drones) para realizar operaciones de búsqueda y rescate acuáticos eficaces. Este curso cubrirá los aspectos básicos de la operación de drones en entornos acuáticos, las mejores prácticas para misiones de rescate acuático y situaciones reales en las que los drones pueden mejorar la eficiencia y la seguridad de los equipos de rescate.

#### **Duración del curso:**

**Duración total:** 2 días (16 horas)

#### **Público objetivo:**

- Personal de respuesta a emergencias
- Equipos de búsqueda y rescate
- socorristas
- Operadores de drones con habilidades básicas de vuelo.
- Personal encargado de hacer cumplir la ley y de seguridad pública

#### **Políticas y procedimientos de certificación**

##### **Requisitos previos del curso**

Antes del inicio del curso los participantes:

- Debe tener, como mínimo, dieciocho (18) años de edad antes de la fecha final del curso para ser elegible para inscribirse.
- Debe estar asociado con una organización que tenga contrato con World Academy of Safety & Health (WASH) y/o con uno de sus afiliados, socios, centros de capacitación autorizados, mayoristas u otra empresa con la que World Academy of Safety & Health (WASH) tenga una relación legal existente.

##### **Requisitos para completar con éxito el curso de nivel de proveedor de rescate acuático con drones**

Para obtener un certificado de rescate acuático con drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), los participantes:

- Debe estar presente en todas las reuniones de clase. Esto incluye, entre otras, sesiones en el aula, sesiones prácticas y cualquier otra sesión presencial.
- Debe cumplir el objetivo del curso para cada lección demostrando con éxito cada habilidad práctica requerida.
- Debe obtener una puntuación mínima del ochenta (80) por ciento en el examen escrito final supervisado.

##### **Periodo de validez de la certificación**

Cada certificado de rescate acuático con drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) tendrá un período de validez de un (1) año a partir de la fecha de finalización. Esta fecha, así como la fecha de vencimiento del certificado, se mostrarán en el propio certificado.

Cada certificado del American Safety & Health Institute (ASHI), una empresa de HSI, obtenido durante un curso de la World Academy of Safety & Health (WASH) tendrá un período de validez de un (1) año a partir de la fecha de finalización. El certificado de Primeros Auxilios Básicos tendrá un período de validez de dos (2) años a partir de la fecha de finalización. Estas fechas, así como la fecha de vencimiento del certificado, se mostrarán en el propio certificado.

La Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) se reserva el derecho de suspender, revocar o, de otro modo, cancelar de manera temporal o permanente la validez de cualquier certificado WASH en cualquier momento y por cualquier motivo. Esto queda a criterio exclusivo de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH).

## Requisitos de renovación de la certificación

Hay tres (3) opciones disponibles para los operadores de rescate acuático con drones certificados por la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) una vez que su certificado expire.

- Si el certificado no tiene más de 30 días de vencimiento, la persona puede optar por inscribirse y completar un curso de recertificación abreviado de certificación de rescate acuático con drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) para recuperar su certificado.
- Si el certificado no tiene más de 30 días de vencimiento, la persona puede optar por DESAFÍAR el curso. Al demostrar con éxito las habilidades físicas y aprobar el examen final escrito, el participante puede renovar su certificación de salvavidas de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH).
- Si el certificado ha vencido hace 31 días o más, la persona debe inscribirse y completar con éxito un curso completo de certificación de Rescate Acuático con Drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) para recuperar su certificado.

## Diseño del curso

### Descripción del curso:

El curso de capacitación de rescate acuático con drones WASH está destinado a personas que buscarán empleo como personal de respuesta a emergencias, miembros de equipos de búsqueda y rescate, salvavidas, operadores de drones con habilidades básicas de navegación con drones, personal de seguridad pública y de aplicación de la ley.

El objetivo de este curso es desarrollar y dotar a los estudiantes de los conocimientos, las habilidades y la confianza necesarios para responder ante una emergencia en el agua o en tierra firme mientras trabajan como socorristas de piscinas. WASH fomenta el diseño de la instrucción y la aplicación de habilidades que brinden flexibilidad en términos del mejor enfoque y respuesta ante una emergencia en función de las circunstancias y limitaciones de cada instalación individual. WASH cree que este enfoque permite abordar más escenarios del mundo real y enseñar y practicar la respuesta de emergencia más adecuada.

### Estructura del programa y currículo:

El curso de Rescate Acuático con Drones de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) está diseñado para brindar capacitación general para drones tanto acuáticos como aéreos con fines de rescate en aguas abiertas.

### Métodos de entrega:

Se ofrecerán clases de capacitación presenciales, dirigidas por un instructor y en formato combinado. El instructor proporcionará el contenido.

Clases magistrales, debates dirigidos por el instructor, trabajo en grupos pequeños, segmentos de vídeo y presentaciones de diapositivas. La proporción recomendada de alumnos por instructor es de 12:1.

## Día 1: Introducción a los drones y las operaciones de rescate acuático

### Módulo 1: Introducción a los drones en operaciones de rescate

- **1.1 Descripción general de la tecnología de los drones**
  - ¿Qué son los drones? (Tipos y modelos para rescate)
  - Componentes clave de los drones (motores, sensores, cámaras)
- **1.2 Beneficios de los drones en el rescate acuático**
  - Mayor conocimiento de la situación
  - Transmisión de datos en tiempo real Acceso a zonas difíciles o peligrosas
- **1.3 Consideraciones legales y éticas**
  - Normas del espacio aéreo
  - Preocupaciones sobre la privacidad
  - Protocolos de seguridad para operadores
  - Leyes y pautas locales para el uso de drones en rescates

### Módulo 2: Fundamentos del rescate acuático

- **2.1 Entorno de rescate acuático**
  - Tipos de cuerpos de agua (ríos, lagos, océanos)
  - Peligros en ambientes acuáticos (corrientes, escombros, obstáculos submarinos)
  - Principios básicos de los rescates acuáticos
- **2.2 Métodos tradicionales de rescate acuático**
  - Métodos manuales (embarcaciones, cuerdas, natación)
  - Helicópteros y otros medios aéreos
  - Coordinación con servicios de emergencia

### Módulo 3: Selección y configuración de drones para rescate acuático

- **3.1 Cómo seleccionar el dron adecuado para el rescate acuático**
  - Drones impermeables
  - Drones con cámaras térmicas, visuales e infrarrojas
  - Consideraciones de largo alcance y resistencia
- **3.2 Configuración de drones para operaciones acuáticas**
  - Comprobaciones previas al vuelo
  - Carga y configuración de cargas útiles de rescate (chalecos salvavidas, dispositivos de flotación)
  - Configuración de los ajustes de la cámara para rescates acuáticos (zoom, ángulo, térmica)

## Día 2: Operaciones de navegación y vuelo y técnicas de rescate y aplicación práctica

### Módulo 4: Navegación y habilidades de vuelo con drones

- **4.1 Principios básicos del vuelo de drones**
  - Revisión de los controles de vuelo Manejo y estabilidad del dron Planificación y lista de verificación previa al vuelo
- **4.2 Operación de drones sobre el agua**
  - Gestión de las condiciones del agua (viento, olas, niebla)
  - Consideraciones sobre la altitud y la distancia del vuelo Cómo evitar la interferencia del agua y el agotamiento de la batería



- **4.3 Navegación de drones en escenarios de rescate**

- o Vuelo visual y cartografía Identificación y
- o señalización de zonas de rescate Evitar
- o obstáculos e interferencias

## Módulo 5: Técnicas de búsqueda y rescate con drones

- **5.1 Patrones de búsqueda para rescate acuático**

- o Búsquedas en cuadrícula y cobertura sistemática Uso de
- o imágenes térmicas para localización de personas Optimización
- o del tiempo de búsqueda con tecnología de drones

- **5.2 Localización y seguimiento de víctimas de rescate**

- o Identificación de sujetos en peligro Seguimiento de
- o movimiento (GPS, seguimiento visual) Comunicación con
- o equipos de tierra para despliegue

- **5.3 Entrega de carga útil para rescate**

- o Lanzamiento de dispositivos salvavidas (balsas, chalecos salvavidas)
- o Coordinación con el personal de tierra para el rescate físico Sincronización y
- o precisión de la entrega de la carga útil

## Módulo 6: Técnicas avanzadas de búsqueda y rescate

- **6.1 Drones en condiciones extremas de agua**

- o Búsqueda en grandes masas de agua (lagos, océanos) Drones en
- o aguas de rápido movimiento o inundaciones Operación en
- o condiciones climáticas adversas (niebla, lluvia)

- **6.2 Operaciones con múltiples drones**

- o Coordinación de flotas de drones para una cobertura de áreas extensas
- o Intercambio de datos en tiempo real entre drones
- o Despliegue simultáneo y comunicación con equipos de tierra

## Módulo 7: Capacitación práctica basada en escenarios

- **7.1 Sesiones prácticas de navegación y vuelo**

- o Simulación de escenarios de rescate acuático (personas desaparecidas, embarcaciones volcadas)
- o Realización de una operación de búsqueda en varios tipos de agua
- o Despliegue de cargas útiles de rescate
- o Comunicarse y coordinarse con los equipos de rescate

- **7.2 Revisión del estudio de caso**

- o Casos prácticos de rescate asistido por drones en la vida
- o real Lecciones aprendidas y mejores prácticas

## Módulo 8: Actividades posteriores a la misión

- **8.1 Revisión de datos y vídeos**

- o Análisis de imágenes (térmicas y visuales)
- o Utilizando datos para ayudar en el rescate y la investigación

- **8.2 Mantenimiento y recuperación**

- o Limpieza y secado de drones después de la exposición al agua.
- o Comprobaciones de baterías y equipos.
- o Mantenimiento periódico de drones resistentes al agua

## Módulo 9: Evaluación y Certificación

- **9.1 Examen escrito**

- Poner a prueba los conocimientos teóricos sobre la tecnología de drones, técnicas de rescate y consideraciones legales.

- **9.2 Prueba práctica de vuelo**

- Demostración de habilidades de vuelo, técnicas de búsqueda y operaciones de rescate.

- **9.3 Retroalimentación y evaluación del curso**

- Recopilar comentarios de los participantes para mejorar futuros programas de capacitación.

---

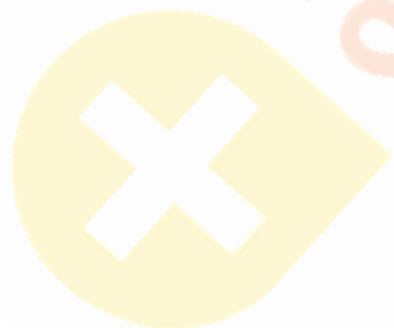
### Resultados del curso:

Al completar con éxito este curso, los participantes:

- Comprender el papel de los drones en las operaciones de rescate acuático.
- Ser competente en el vuelo de drones sobre entornos acuáticos.
- Ser capaz de desplegar drones para búsqueda y rescate, incluida la localización de víctimas y la entrega de dispositivos de rescate.
- Familiarizarse con las consideraciones legales, éticas y de seguridad relacionadas con el uso de drones en misiones de rescate.
- Ser capaz de operar drones en condiciones de agua difíciles, incluidos grandes cuerpos de agua, corrientes de rápido movimiento y clima adverso.

---

Este plan de estudios proporciona una combinación integral de conocimientos teóricos y experiencia práctica, garantizando que los participantes estén bien equipados para utilizar drones en situaciones de rescate acuático.



## ***Evaluación de los participantes del curso***

### **Evaluación formal de las habilidades prácticas requeridas:**

Cada participante será evaluado en base a un aprobado o reprobado en todas las habilidades prácticas requeridas. Cada participante debe demostrar con éxito cada habilidad práctica requerida.

### **Evaluación formal del conocimiento del contenido:**

El examen final escrito es un elemento obligatorio para obtener la certificación. Este examen debe ser supervisado por un instructor autorizado de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) y no tiene límite de tiempo: el instructor o los instructores deben proporcionar a cada participante el tiempo adecuado para completar el examen.

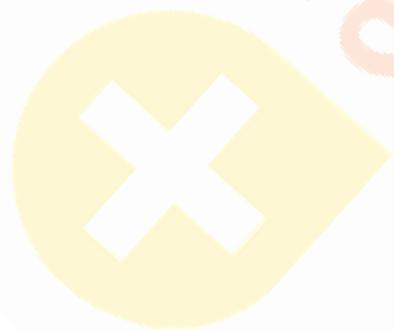
El participante debe obtener una puntuación mínima del ochenta (80) por ciento en el examen escrito final. Si el participante no logra alcanzar esta puntuación mínima, no se le podrá emitir un certificado y deberá volver a realizar el curso.

### **Proceso de dar un título:**

Cuando se emite un certificado de la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), significa que el participante, en la fecha de finalización que figura en el certificado, cumplió con todos los objetivos del curso al demostrar con éxito para el Instructor de WASH que figura en el certificado:

- una comprensión del conocimiento del contenido en función de su puntuación en el examen escrito final
- Cada habilidad física requerida que se detalla en el Formulario de evaluación de habilidades (SAF)

*Tenga en cuenta:* Una tarjeta de certificación WASH válida no garantiza el desempeño actual o futuro del titular de la tarjeta. Es responsabilidad del empleador verificar la capacidad del titular de la tarjeta para desempeñar con éxito todas las funciones y responsabilidades del trabajo.



## ***Módulo 1: Introducción a los drones en operaciones de rescate***

### **Sección 1.1 Descripción general de la tecnología de drones**

#### **¿Qué son los drones?**

Los drones, también conocidos como vehículos aéreos no tripulados (UAV), están transformando rápidamente las capacidades de respuesta ante emergencias. Con los avances tecnológicos, los drones se han convertido en herramientas invaluableles en las operaciones de búsqueda y rescate, especialmente en entornos desafiantes como el agua. Este capítulo cubrirá los fundamentos de la tecnología de drones, los tipos de drones utilizados en operaciones de rescate y las características y componentes clave necesarios para rescates acuáticos exitosos.

#### **Componentes clave de los drones para operaciones de rescate acuático**

- **Motores y hélices**

- **Motores:** Proporcionan el empuje necesario para que el dron despegue y permanezca en el aire. La cantidad y la potencia de los motores afectan la estabilidad y la duración del vuelo.
- **Hélices:** Crucial para proporcionar elevación y estabilidad, especialmente en condiciones climáticas y de viento difíciles, comunes en entornos acuáticos.

- **Controladores de vuelo**

- Los controladores de vuelo, que son el cerebro del dron, determinan la respuesta del dron a las órdenes. En el rescate acuático, la precisión del controlador de vuelo y su capacidad para compensar los fuertes vientos o el agua en movimiento son fundamentales.

- **Gestión de la batería y la energía**

- Los drones que se utilizan en rescates acuáticos necesitan baterías de alta capacidad para garantizar un tiempo de vuelo adecuado. Los entornos acuáticos pueden ser un desafío porque los drones están expuestos al viento, la humedad y la lluvia, lo que puede afectar la duración de la batería.
- Los sistemas de administración de energía ayudan a monitorear el estado de la batería y prevenir fallas en pleno vuelo.

- **Sistemas de navegación y GPS**

- **GPS (Sistema de posicionamiento global)** Es esencial para el seguimiento de la ubicación en tiempo real, los puntos de referencia y la planificación de rutas. En los rescates acuáticos, el GPS permite una navegación precisa de los drones sobre grandes masas de agua y garantiza la ubicación precisa del objetivo.
- **GPS RTK (cinemática en tiempo real)** Ofrece una precisión centimétrica, lo que puede resultar invaluable en operaciones de búsqueda y rescate.

- **Sensores y cámaras**

- **Cámaras térmicas:** Son fundamentales para detectar personas en peligro en el agua, ya que pueden identificar señales de calor incluso en condiciones de poca visibilidad o de noche. Las imágenes térmicas ayudan a localizar a las víctimas incluso si están sumergidas o parcialmente ocultas.
- **Cámaras ópticas:** Las cámaras de alta resolución proporcionan información visual clara para que los equipos de rescate evalúen situaciones y localicen a las víctimas.
- **LiDAR (detección y medición de distancia por luz):** Se utiliza en algunos drones para mapear y escanear grandes cuerpos de agua o áreas costeras.
- **Sensores resistentes al agua:** Los drones utilizados en el rescate acuático deben estar equipados con sensores que puedan controlar la humedad y brindar lecturas confiables en condiciones ambientales difíciles.

- **Sistemas de carga útil**
  - Los sistemas de carga útil son esenciales para realizar rescates. Las cargas útiles más comunes incluyen:
    - **Chalecos salvavidas:** Los drones pueden transportar dispositivos de flotación que salvan vidas a personas en peligro.
    - **Dispositivos de comunicación:** Algunos drones pueden estar equipados con altavoces o radios para comunicarse con las víctimas.
    - **Cestas de rescate:** Para ayudar a evacuar personas del agua.
    - **Bengalas de humo o de señales:** Los drones pueden lanzar dispositivos de señalización para alertar a los equipos de tierra sobre la ubicación de la víctima.

### Tipos de drones para operaciones de rescate acuático

- **Drones de ala fija:**
  - **Descripción:** Estos drones tienen alas, similares a las de los aviones tradicionales, y pueden cubrir grandes áreas en un solo vuelo.
  - **Ventajas:** Larga resistencia, alta velocidad, excelente para grandes cuerpos de agua (lagos, ríos, océanos).
  - **Desventajas:** Maniobrabilidad limitada y baja capacidad para flotar en el mismo lugar.
  - **Aplicaciones:** Se utiliza para búsquedas en áreas amplias donde la distancia y la duración del vuelo son fundamentales, pero es menos eficaz para objetivos precisos o para vuelos estacionarios.
- **Drones multirrotor:**
  - **Descripción:** Son el tipo de drones más común utilizado en operaciones de rescate, normalmente con 4 a 6 rotores (cuadricópteros, hexacópteros).
  - **Ventajas:** Alta maniobrabilidad, puede flotar en el mismo lugar, capaz de apuntar con precisión a una ubicación.
  - **Desventajas:** Resistencia (tiempo de vuelo) y alcance limitados en comparación con los drones de ala fija.
  - **Aplicaciones:** Se utiliza para búsquedas detalladas, despliegue de carga útil (chalecos salvavidas, dispositivos de flotación) y coordinación con equipos de tierra en misiones de rescate.
- **Drones híbridos:**
  - **Descripción:** Estos drones combinan las características de los drones de ala fija y multirrotor, ofreciendo la capacidad de despegar verticalmente y pasar al vuelo horizontal para una cobertura eficiente de largo alcance.
  - **Ventajas:** Lo mejor de ambos mundos: larga resistencia y maniobrabilidad.
  - **Desventajas:** Diseño más complejo y mayor coste.
  - **Aplicaciones:** Ideal para operaciones que requieren tanto cobertura de área como vuelo estacionario preciso, como la coordinación de grandes misiones de rescate acuático.

### Drones resistentes al agua y al agua

Los drones resistentes al agua están diseñados para ser totalmente sumergibles y pueden funcionar en entornos húmedos, incluso si reciben salpicaduras o están parcialmente sumergidos. Estos drones están equipados con:

- **Recubrimientos impermeables:** Capas protectoras para proteger los componentes internos de la exposición al agua.
- **Compartimentos sellados:** Asegúrese de que las baterías, los motores y los controladores de vuelo estén protegidos de la humedad.
- **Materiales resistentes a la corrosión:** Evita la degradación debida al agua salada o la humedad, especialmente en operaciones de rescate en el océano.

Además de los drones impermeables, **Drones resistentes al agua** están diseñados para soportar la exposición a la lluvia y al agua. Estos drones no suelen estar pensados para sumergirse por completo, pero pueden utilizarse para misiones en condiciones húmedas y mojadas.

### Rendimiento de vuelo en entornos de rescate acuático

- **Adaptabilidad al viento y al clima:** Los drones deben poder mantener un vuelo estable en condiciones climáticas variables, como vientos fuertes, lluvia e incluso niebla, que son comunes durante los rescates acuáticos. La capacidad de un dron para soportar fuertes ráfagas de viento es crucial para mantener el control durante las misiones.
- **Descarga de la batería:** En entornos acuáticos, la batería del dron puede agotarse más rápido debido a factores como la humedad, las bajas temperaturas y el fuerte viento. Comprender cómo el clima afecta la duración de la batería es esencial para planificar misiones de larga duración y garantizar que los drones tengan suficiente energía para completar sus tareas.
- **Impermeabilidad y durabilidad:** Si bien los drones se construyen cada vez más para soportar entornos hostiles, es importante comprender las limitaciones de los componentes resistentes al agua. La exposición prolongada al agua puede dañar los motores, sensores y baterías, lo que reduce la vida útil del dron.

- **Alcance y resistencia:** Las operaciones de rescate suelen tener lugar en masas de agua grandes o inaccesibles. Los drones seleccionados para estas misiones deben tener capacidades de largo alcance, normalmente de entre 2 y 10 kilómetros, y una autonomía que va de 30 minutos a más de una hora.

#### Mantenimiento y cuidados posteriores a la misión

Las operaciones con drones en el agua exigen un mayor nivel de cuidado posterior a la misión debido a la exposición a la humedad y al agua salada (en rescates marinos). Los operadores deben:

- **Limpiar los drones a fondo** después de cada misión para eliminar la sal, la suciedad y otros residuos que puedan causar corrosión o daños.
- **Inspeccionar motores, rotores y sensores** para detectar signos de daños por agua o desgaste.
- **Pruebe la batería** componentes de carga para garantizar la funcionalidad para futuros vuelos.
- **Guarde los drones en un lugar seco y seguro** para evitar daños a largo plazo causados por la humedad o condiciones de humedad.

#### El futuro de la tecnología de drones en el rescate acuático

Con los continuos avances en la tecnología de los drones, el futuro de las operaciones de rescate acuático parece prometedor:

- **Inteligencia artificial y aprendizaje automático:** Los futuros drones podrían incorporar IA para detectar y rastrear de forma autónoma a las víctimas en el agua, incluso en condiciones difíciles como baja visibilidad.
- **Tecnología de enjambre:** Varios drones trabajando en coordinación podrían proporcionar búsquedas en tiempo real en áreas extensas, mejorando enormemente la eficiencia de las operaciones de rescate acuático.
- **Sistemas de comunicación mejorados:** Los drones equipados con tecnologías de comunicación avanzadas pueden permitir la interacción directa con las víctimas en peligro, proporcionándoles orientación auditiva o visual hasta que llegue la ayuda.

## Sección 1.2 Beneficios de los drones en el rescate acuático

### Introducción

Las operaciones de rescate acuático son inherentemente complejas y peligrosas. Ya sea para responder a una persona atrapada en aguas abiertas, realizar una búsqueda de una persona desaparecida o ayudar durante una inundación, los métodos tradicionales, como los rescates en bote o el apoyo con helicópteros, pueden tener un alcance, un tiempo y unos recursos limitados. Los drones, con su versatilidad, eficiencia y tecnología avanzada, están revolucionando la forma en que se llevan a cabo las misiones de rescate acuático. Este capítulo explora los beneficios clave que aportan los drones a las operaciones de rescate acuático, mejorando la seguridad, la velocidad y la eficacia.

### Respuesta rápida y despliegue

- **Tiempo de lanzamiento rápido:** Una de las ventajas más importantes de los drones en el rescate acuático es su capacidad de desplegarse rápidamente. Los métodos de rescate tradicionales suelen requerir la movilización de personal, vehículos y equipos especializados, lo que puede llevar mucho tiempo. En cambio, los drones pueden lanzarse en cuestión de minutos, lo que los hace ideales para responder a emergencias en las que el tiempo es fundamental.
- **Conciencia situacional inmediata:** Los drones pueden estar en el aire y evaluar activamente la situación mientras los equipos de rescate siguen en camino. Esto proporciona un conocimiento inmediato de la situación, lo que ayuda a los socorristas a comprender el alcance del incidente, como identificar la cantidad de personas en peligro, la ubicación de las víctimas y cualquier peligro potencial (corrientes fuertes, obstáculos sumergidos, etc.).
- **Acceso a zonas remotas o difíciles:** Los drones son especialmente útiles para llegar a lugares a los que es difícil llegar en barco, a pie o en vehículo. En los casos en que las víctimas se encuentran lejos de la costa, en ríos de aguas rápidas o en zonas rodeadas de vegetación densa, los drones pueden volar directamente a la zona, lo que reduce significativamente el tiempo necesario para las operaciones de búsqueda.

### Capacidades mejoradas de búsqueda y rescate

- **Vigilancia aérea para grandes áreas:** En cuerpos de agua extensos o de difícil acceso, como océanos, lagos o zonas inundadas, los drones brindan la capacidad de explorar áreas extensas rápidamente. Pueden cubrir más terreno en menos tiempo en comparación con las técnicas de búsqueda tradicionales, que a menudo dependen de embarcaciones o buzos.
- **Imágenes térmicas e infrarrojas:** Los drones equipados con cámaras térmicas e infrarrojas son increíblemente valiosos para las operaciones de búsqueda y rescate, especialmente de noche o en condiciones de baja visibilidad. La termografía ayuda a los equipos de rescate a detectar el calor



Señales de personas en peligro, incluso si están sumergidas, parcialmente sumergidas u ocultas por las olas. Esta capacidad aumenta significativamente la probabilidad de localizar víctimas en condiciones difíciles, como agua fría o mal tiempo.

- **Cámaras de alta resolución para identificación visual:** Además de los sensores térmicos, los drones equipados con cámaras ópticas de alta definición proporcionan imágenes claras y en tiempo real de la escena. Esto permite una mejor evaluación de la situación, incluida la identificación de víctimas en peligro, la observación de corrientes de agua u obstáculos y la evaluación de peligros ambientales. Estos datos visuales también pueden ayudar a coordinar las posteriores tareas de rescate de manera más eficaz.

#### Mayor seguridad para los equipos de rescate

- **Minimizar el riesgo para la vida humana:** Las operaciones de rescate acuático suelen implicar condiciones peligrosas, como corrientes de agua impredecibles, riesgos de ahogamiento y el desafío de llegar a las víctimas en situaciones precarias. Los drones reducen significativamente la necesidad de que los rescatistas humanos entren físicamente en estos entornos peligrosos, lo que reduce el riesgo para los rescatistas y les permite permanecer en una posición segura mientras dirigen la operación a distancia.
- **Reducción de la exposición a condiciones climáticas adversas:** Los rescates acuáticos se producen con frecuencia en condiciones climáticas adversas (tormentas, vientos fuertes, lluvias intensas y niebla), que pueden dificultar la visibilidad y ralentizar las tareas de respuesta. Los drones están diseñados para operar en muchas de estas condiciones y proporcionar vigilancia aérea constante a pesar de las condiciones climáticas adversas. También son capaces de volar a altitudes que evitan obstáculos, como olas, árboles o edificios, lo que ofrece un punto de observación más seguro para supervisar y dirigir las actividades de rescate.
- **Coordinación con equipos de tierra y agua:** Los drones facilitan una mejor comunicación y coordinación entre los equipos de rescate aéreos y terrestres. El uso de drones para explorar el lugar, evaluar el número de víctimas e identificar los puntos de acceso óptimos permite a los equipos en tierra o en el agua ajustar su enfoque en función de los datos en tiempo real. Esto no solo mejora la eficiencia de la operación, sino que también garantiza que los equipos no se expongan a riesgos innecesarios.

#### Rentabilidad

- **Costos operativos más bajos:** En comparación con los métodos de rescate tradicionales, los drones son significativamente más rentables. Los rescates con helicópteros y las operaciones con embarcaciones suelen requerir costos sustanciales de combustible, mantenimiento y personal, mientras que los drones ofrecen una alternativa más asequible. Con menores gastos operativos, se pueden asignar más recursos a otros aspectos de la misión de rescate, como la atención médica a las víctimas o el apoyo posterior al rescate.
- **Necesidades reducidas de equipo y personal:** En muchos casos, los drones pueden realizar tareas que tradicionalmente requerirían de múltiples personas y equipos especializados. Por ejemplo, los drones pueden utilizarse para reconocimientos aéreos, localización de víctimas e incluso entrega de carga útil (como dispositivos de flotación) sin necesidad de múltiples embarcaciones, helicópteros o buzos. Esta reducción de equipos y personal no solo reduce los costos, sino que también agiliza la operación.

#### Intercambio de datos y colaboración mejorados en tiempo real

- **Transmisiones de video en vivo para centros de comando remotos:** Los drones pueden transmitir videos y datos en vivo a centros de comando remotos, lo que permite a los comandantes de incidentes tomar decisiones más informadas durante la operación. Esto puede ayudar a una mejor asignación de recursos, planificación de misiones y ajuste de estrategias en tiempo real, especialmente cuando hay varios equipos involucrados.
- **Integración de datos para la coordinación de rescates:** Los datos recopilados por los drones (incluida la información térmica, visual y GPS) se pueden integrar en herramientas de mapeo y SIG (sistemas de información geográfica), lo que proporciona actualizaciones en tiempo real a todos los equipos de rescate. Esta información compartida ayuda a los equipos de tierra, los operadores de embarcaciones e incluso los servicios de rescate aéreo a mantenerse sincronizados, lo que mejora la eficiencia general de la misión.
- **Seguimiento y monitoreo de víctimas:** Los drones pueden rastrear los movimientos de las víctimas en el agua, incluso si están a la deriva o se mueven con las corrientes. Al proporcionar información visual o térmica continua, los drones garantizan que los rescatistas sepan exactamente dónde están las víctimas, incluso cuando cambian las condiciones, como cuando cambian las mareas o las aguas se mueven rápidamente.

#### Entrega de carga útil para asistencia inmediata

- **Chalecos salvavidas y dispositivos de flotación:** Una de las formas más directas en que los drones ayudan en el rescate acuático es entregando equipos salvavidas a las víctimas. Los drones equipados con sistemas de liberación de carga pueden dejar caer chalecos salvavidas, dispositivos de flotación o suministros de emergencia a las víctimas en peligro. Esto es particularmente crucial cuando el acceso es difícil o los equipos de rescate aún están en camino. Un dron puede brindar alivio inmediato, ofreciendo a las víctimas un dispositivo de flotación o un medio de supervivencia hasta que llegue el rescate físico.
- **Suministros de primeros auxilios:** En algunos casos, los drones pueden entregar suministros médicos, como vendajes, agua o botiquines médicos de emergencia, a personas atrapadas en el agua. Esto puede ser esencial en situaciones en las que las víctimas están heridas o necesitan asistencia inmediata antes de que los rescatistas puedan llegar físicamente hasta ellas.

## Flexibilidad en diversos escenarios de rescate acuático

- **Rescate en caso de inundaciones y aguas rápidas:** Los drones son de gran utilidad durante las inundaciones, en las que se ven afectadas grandes extensiones de tierra y agua. Pueden sobrevolar zonas inundadas, ofrecer vistas aéreas de las zonas afectadas, localizar a las víctimas y evaluar los daños. Los drones también se pueden utilizar en rescates en aguas rápidas, en las que la fuerza de las corrientes supone un reto importante para las operaciones de rescate tradicionales.
- **Operaciones marinas y costeras:** En los rescates marítimos o costeros, donde las víctimas pueden estar lejos de la costa o en alta mar, los drones equipados con capacidades de largo alcance pueden buscar en grandes extensiones de agua. Estos drones también pueden rastrear a las víctimas a la deriva y monitorear el tráfico marítimo, lo que garantiza que se pueda enviar ayuda de manera rápida y eficaz.

## Impacto ambiental

- **Operaciones ecológicas:** Los drones, en comparación con los vehículos de rescate aéreos o acuáticos tradicionales (como helicópteros o barcos), tienen una huella ambiental menor. Producen menos contaminación acústica, reducen el uso de combustibles fósiles y pueden operarse con una alteración mínima del medio ambiente circundante. Este aspecto ecológico hace que los drones sean una opción cada vez más atractiva para operaciones en áreas ambientales sensibles, como costas protegidas o santuarios de vida silvestre.

Los drones han revolucionado las operaciones de rescate acuático al ofrecer herramientas rápidas, rentables y altamente eficientes para los equipos de respuesta a emergencias. Desde su rápido despliegue en áreas remotas hasta la provisión de conocimiento de la situación en tiempo real y la entrega de cargas útiles que salvan vidas, los drones mejoran la seguridad, la eficacia y el alcance de las tareas de rescate acuático. Al minimizar los riesgos para las vidas humanas, optimizar los recursos y mejorar la velocidad de los rescates, los drones están a punto de convertirse en una parte indispensable de las operaciones modernas de rescate acuático. A medida que la tecnología de los drones siga avanzando, su potencial para salvar vidas en emergencias acuáticas no hará más que crecer, lo que los convierte en un recurso esencial para los equipos de respuesta de todo el mundo.

La transmisión de datos en tiempo real es una de las ventajas más importantes que aportan los drones a las operaciones de rescate acuático. La capacidad de transmitir datos en directo desde el dron al equipo de tierra o al centro de mando remoto ofrece una multitud de ventajas, mejorando la eficiencia, la eficacia y la seguridad de las labores de rescate. En situaciones de rescate acuático, donde el tiempo suele ser crítico y las condiciones pueden cambiar rápidamente, el flujo continuo de datos resulta inestimable para tomar decisiones informadas y coordinar acciones. En esta sección se analizan las ventajas específicas de la transmisión de datos en tiempo real en las operaciones de rescate acuático asistidas por drones.

## Mayor conciencia situacional

- **Vista general inmediata de la escena del rescate:** Los drones equipados con cámaras (tanto ópticas como térmicas) pueden proporcionar transmisiones de video en vivo a los operadores y equipos de rescate, ofreciendo una vista aérea de la escena del rescate acuático en tiempo real. Esto permite a los rescatistas evaluar la ubicación, el movimiento y el estado de las víctimas, así como identificar peligros ambientales como corrientes fuertes, escombros u obstáculos cercanos que pueden afectar la operación de rescate. Los datos en tiempo real permiten a los equipos ajustar su estrategia de inmediato en función de lo que sucede en el campo.
- **Seguimiento de víctimas en tiempo real:** Las operaciones de rescate acuático a menudo implican la búsqueda en grandes áreas o la localización de víctimas que pueden estar a la deriva en el agua. Los drones con cámaras termográficas son especialmente eficaces para localizar a personas en peligro, incluso si están parcialmente sumergidas o tapadas por las olas. La transmisión en vivo de datos térmicos permite a los rescatistas determinar la ubicación exacta de una víctima, rastrear su movimiento y ajustar la operación en consecuencia para maximizar las posibilidades de un rescate exitoso.
- **Monitoreo de cambios ambientales:** Las condiciones del agua pueden cambiar rápidamente debido a factores como mareas cambiantes, condiciones climáticas o corrientes de agua. Los datos en tiempo real de los drones ayudan a los equipos a monitorear continuamente estos factores ambientales. Por ejemplo, si una víctima se desplaza hacia una zona peligrosa debido a fuertes corrientes o si las condiciones climáticas empeoran, los datos permiten realizar cambios rápidos en el plan de rescate, lo que garantiza que la operación siga siendo segura y eficaz.

## Mejor coordinación entre los equipos de rescate

- **Comunicación unificada entre equipos aéreos y terrestres:** En las operaciones de rescate acuático, los drones actúan como un puente entre los equipos aéreos y terrestres. La transmisión de datos en tiempo real permite una comunicación fluida entre los operadores de drones, los barcos de rescate, los equipos de respuesta a emergencias y los centros de mando. Las transmisiones de vídeo en directo, el seguimiento por GPS y otros flujos de datos se pueden compartir al instante, lo que garantiza que todos los equipos trabajen con la misma información y puedan tomar decisiones coordinadas rápidamente.

- **Asignación de recursos:** Los datos en tiempo real permiten a los comandantes asignar recursos de manera más eficaz. Por ejemplo, si el dron identifica varias víctimas en una zona específica o ubica a una persona en un lugar de difícil acceso, el centro de mando puede priorizar el despliegue de personal de rescate o embarcaciones. Esta toma de decisiones basada en datos garantiza que los recursos se utilicen de manera eficiente, sin perder tiempo ni esfuerzo en áreas menos críticas.
- **Coordinación de múltiples equipos:** En operaciones de rescate acuático de mayor envergadura que involucran a varios equipos (por ejemplo, aéreos, terrestres y acuáticos), los drones desempeñan un papel fundamental para mantener a todas las partes informadas en tiempo real. La capacidad de supervisar toda la operación desde un centro de comando central y dirigir los recursos en función de los datos en vivo garantiza que no se pase por alto ninguna parte de la operación, lo que mejora la eficacia general de la misión.

### Toma de decisiones más rápida y mejores resultados

- **Análisis en tiempo real de las condiciones de rescate:** La velocidad con la que se transmiten los datos desde el dron a los equipos en tierra permite una evaluación y una toma de decisiones rápidas. Por ejemplo, cuando el dron captura imágenes de la ubicación de una víctima, los rescatistas pueden determinar de inmediato la forma más segura y eficaz de llegar hasta ella. Ya sea que se trate de ajustar la posición de un bote de rescate o enviar un dron con un dispositivo de flotación, tener datos en vivo garantiza que las decisiones se basen en la información más actualizada.
- **Respuesta adaptativa a condiciones cambiantes:** Las operaciones de rescate en el agua pueden ser impredecibles y las condiciones pueden cambiar repentinamente. Ya sea un cambio repentino en la dirección del viento, la aparición de nuevos peligros o el cambio de posición de una víctima, la transmisión de datos en tiempo real garantiza que los equipos de rescate puedan adaptar sus planes sobre la marcha. Por ejemplo, si el dron identifica que una víctima se está alejando de un punto de rescate, la respuesta se puede ajustar enviando rápidamente un equipo o desplegando un dron con recursos adicionales (como una balsa o un dispositivo de comunicación) a la nueva ubicación.

### Seguimiento e identificación mejorados de víctimas

- **Localización y seguimiento de víctimas a lo largo del tiempo:** Uno de los aspectos más desafiantes del rescate acuático es rastrear a las víctimas que pueden estar a la deriva o moviéndose con las corrientes. Los drones pueden monitorear continuamente a las víctimas, transmitir sus coordenadas GPS y actualizar su posición en tiempo real. Esta capacidad de seguimiento permite a los rescatistas estar al tanto de la ubicación de la víctima, evitando que se pierda o se desvíe hacia áreas más peligrosas.
- **Identificación de víctimas múltiples y sus necesidades:** En los rescates acuáticos a gran escala, puede haber varias personas en peligro, lo que dificulta la priorización y la asignación de recursos. Los drones pueden ayudar a identificar a todas las víctimas en una zona determinada, lo que permite una mejor organización y distribución de los recursos. Por ejemplo, los datos térmicos y de vídeo en directo pueden destacar qué víctimas necesitan atención inmediata y cuáles pueden estar en condiciones más estables, lo que garantiza que los rescatistas aborden primero los casos más urgentes.

### Integración con el centro de comando y los sistemas de mapeo

- **Acceso centralizado a datos:** La transmisión de datos en tiempo real permite que todos los datos de los drones (video, imágenes térmicas, coordenadas GPS y telemetría de vuelo) se transmitan directamente a un centro de comando centralizado. Esto crea una vista unificada de la operación de rescate, lo que permite un rápido análisis, toma de decisiones y colaboración. Los comandantes pueden ver exactamente lo que ve el dron y el equipo puede tomar decisiones en función del estado de la situación en tiempo real.
- **Mapeo geoespacial para la coordinación:** Los drones equipados con GPS y software de mapeo pueden proporcionar un mapeo preciso y en vivo del área de búsqueda. Esto es particularmente útil en cuerpos de agua grandes o difíciles de navegar, donde es importante asegurarse de que toda el área esté cubierta. El mapeo en tiempo real ayuda a los rescatistas a visualizar la ubicación de las víctimas, definir el perímetro de búsqueda e identificar las áreas que se han pasado por alto o que requieren mayor atención. La capacidad de actualizar los mapas en tiempo real garantiza que los equipos siempre estén trabajando con los datos más actualizados.

### Mejorar la eficiencia del rescate y reducir el tiempo de rescate

- **Resultados de búsqueda más rápidos:** Al transmitir video en vivo y datos térmicos, los drones ayudan a los equipos de búsqueda a localizar a las víctimas más rápidamente. Los datos en tiempo real garantizan que los rescatistas puedan concentrarse en las áreas donde es más probable que se encuentren las víctimas, lo que minimiza el tiempo de búsqueda desperdiciado. Los drones son capaces de cubrir grandes áreas en una fracción del tiempo que tomaría con los métodos tradicionales (barcos o helicópteros), lo que acelera significativamente el proceso de búsqueda.
- **Despliegue más rápido de la carga útil:** Los drones pueden entregar rápidamente equipos para salvar vidas, como chalecos salvavidas, dispositivos de flotación o botiquines de primeros auxilios, basándose en información en tiempo real. Si se detecta a una víctima y se evalúa su estado (por ejemplo, si no puede mantenerse a flote), un dron puede dejar caer suministros críticos de inmediato, proporcionando un alivio inmediato mientras los rescatistas trabajan para llegar a la víctima.

## Transmisión de datos en tiempo real en condiciones adversas

- **Operando en situaciones de baja visibilidad:** En los rescates acuáticos, la visibilidad suele ser limitada debido a la niebla, la lluvia o las condiciones nocturnas. Los drones con cámaras térmicas pueden proporcionar datos en tiempo real en estos escenarios de baja visibilidad, lo que ayuda a localizar a las víctimas incluso cuando los rescatistas humanos no pueden ver con claridad. La transmisión en tiempo real de estos datos térmicos o infrarrojos es crucial para garantizar que la misión de rescate continúe de manera eficiente, incluso en condiciones adversas.
- **Manejo de entornos acuáticos dinámicos:** Los entornos acuáticos cambian constantemente: las corrientes, las olas, las mareas y las condiciones meteorológicas influyen en la operación de rescate. Los datos en tiempo real permiten que los drones se adapten y rastreen las condiciones a medida que evolucionan, lo que proporciona actualizaciones continuas sobre la dinámica cambiante del agua. Esto facilita que los rescatistas ajusten sus tácticas y respondan de manera efectiva al escenario cambiante.

La transmisión de datos en tiempo real es una ventaja esencial del uso de drones en operaciones de rescate acuático, ya que proporciona a los equipos de rescate un conocimiento continuo de la situación, capacidades de toma de decisiones más rápidas y una mejor coordinación. Al transmitir video en vivo, datos térmicos, coordenadas GPS e información cartográfica, los drones permiten a los equipos de rescate trabajar de manera más eficaz, minimizando los tiempos de respuesta y mejorando los resultados generales. En situaciones en las que unos segundos pueden marcar la diferencia entre la vida y la muerte, la transmisión de datos en tiempo real garantiza que se tomen las decisiones correctas en el momento adecuado, lo que aumenta las posibilidades de que la operación de rescate sea exitosa.

## El beneficio de acceder a áreas difíciles o peligrosas con el rescate acuático con drones

En las operaciones de rescate acuático, llegar a las víctimas y evaluar las zonas peligrosas o de difícil acceso suele ser uno de los aspectos más difíciles. Los métodos de rescate tradicionales, como los barcos, los helicópteros y los buzos, pueden verse limitados por las condiciones ambientales, como las fuertes corrientes, las aguas profundas o el terreno difícil. Los drones, con sus capacidades únicas, ofrecen una ventaja incomparable para acceder a zonas difíciles y peligrosas, lo que garantiza que los rescatistas puedan responder de forma rápida y segura, incluso en los entornos más desafiantes. Esta sección explora los beneficios específicos del uso de drones para acceder a estas zonas de difícil acceso o peligrosas durante las operaciones de rescate acuático.

### Llegando a zonas remotas y aisladas

- **Acceso a mar abierto y en alta mar:** En los rescates acuáticos, especialmente en grandes masas de agua como océanos, lagos o ríos, las víctimas pueden estar lejos de la costa, lo que dificulta que los barcos o helicópteros lleguen a ellas a tiempo. Los drones pueden cubrir grandes distancias con facilidad y rapidez y proporcionar cobertura aérea sobre grandes extensiones de agua. Con la capacidad de volar largas distancias (según el modelo del dron), los drones pueden acceder a lugares remotos, lo que proporciona conocimiento de la situación en tiempo real y permite operaciones de búsqueda y rescate más eficientes.
- **Ubicaciones aisladas:** Muchos escenarios de rescate ocurren en áreas a las que no se puede acceder fácilmente por tierra o por agua. Por ejemplo, una víctima puede quedar atrapada en un río rodeado de vegetación densa o en una pequeña isla. Los drones pueden acceder a estas áreas aisladas, sobrevolando obstáculos como árboles, rocas o edificios para localizar y evaluar a las víctimas en lugares a los que otros vehículos de rescate no pueden llegar. Esto garantiza que no quede ninguna zona sin explorar, incluso en lugares a los que los rescatistas pueden acceder físicamente.

### Navegar con seguridad en entornos peligrosos

- **Fuertes corrientes de agua y zonas inundadas:** Uno de los aspectos más peligrosos de los rescates acuáticos es lidiar con corrientes de agua rápidas, especialmente en ríos, inundaciones u otros cuerpos de agua con condiciones impredecibles. Estas corrientes pueden representar un peligro para los equipos de rescate y dificultar su capacidad para llegar de manera segura a las víctimas. Los drones, por otro lado, no se ven afectados por las corrientes de agua y pueden usarse para evaluar la situación de manera segura desde el aire. Pueden rastrear a las víctimas, proporcionar datos en tiempo real sobre el flujo de agua e incluso ayudar a guiar a los equipos terrestres a puntos de acceso más seguros.
- **Cómo evitar los peligros del agua:** Los peligros como escombros sumergidos, rocas o desniveles repentinos son comunes en los cuerpos de agua y pueden hacer que las tareas de rescate sean más peligrosas. En estas situaciones, los drones pueden proporcionar una vista aérea clara del entorno, lo que ayuda a los rescatistas a identificar estos peligros antes de intentar un rescate. Esto reduce el riesgo de lesiones o complicaciones para los equipos de tierra o los operadores de embarcaciones, lo que les permite planificar el curso de acción más seguro.
- **Rescates en hielo y agua fría:** En climas más fríos, los lagos o ríos cubiertos de hielo presentan desafíos adicionales para los equipos de rescate acuático. Los drones pueden inspeccionar rápidamente grandes áreas de hielo para localizar víctimas sin arriesgar vidas humanas en superficies potencialmente inestables. También pueden evaluar el espesor del hielo y detectar grietas o puntos débiles, que de otro modo pondrían a los rescatistas en gran riesgo. Al transmitir imágenes y datos en vivo, los drones garantizan que la operación de rescate pueda continuar sin comprometer la seguridad.



## Búsqueda en condiciones de baja visibilidad o nocturnas

- **Operaciones nocturnas:** Las operaciones de rescate acuático suelen realizarse de noche o durante períodos de baja visibilidad debido a la mala iluminación, la niebla o el clima tormentoso. En estas situaciones, los drones equipados con cámaras infrarrojas o termográficas pueden seguir funcionando de manera eficaz, proporcionando a los rescatistas información en tiempo real incluso cuando los ojos humanos no pueden ver. Los drones térmicos pueden detectar las señales de calor de las personas en peligro, incluso si están sumergidas o tapadas por las olas, lo que permite un seguimiento preciso de la ubicación y orientar las tareas de rescate.
- **Desafíos de visibilidad relacionados con el clima:** Las inclemencias del tiempo, como las fuertes lluvias, la niebla o los fuertes vientos, pueden limitar gravemente la visibilidad de los rescatistas en tierra o en el agua. Los drones están equipados con cámaras de alta resolución y sensores avanzados que pueden ayudar a mitigar estos desafíos. Por ejemplo, las imágenes térmicas o infrarrojas pueden mejorar la visibilidad en condiciones de niebla o lluvia, lo que permite a los rescatistas localizar a las víctimas en situaciones en las que de otro modo sería imposible.

## Reducción del riesgo para la vida humana en zonas peligrosas

- **Cómo evitar la exposición directa a los peligros:** Uno de los principales beneficios de los drones es su capacidad de acceder a zonas peligrosas sin exponer a los rescatistas a riesgos innecesarios. Por ejemplo, cuando una víctima se queda varada en un río de aguas rápidas o atrapada en un entorno tormentoso en alta mar, enviar un dron para inspeccionar la escena puede proporcionar información valiosa y, al mismo tiempo, mantener seguros a los rescatistas humanos. Los drones pueden evaluar la gravedad de la situación, guiar a los rescatistas hacia rutas más seguras e incluso proporcionar transmisiones de video en tiempo real de las condiciones del agua, todo mientras mantienen al personal a una distancia segura del peligro inmediato.
- **Drones en condiciones meteorológicas peligrosas:** En condiciones climáticas extremas, como durante una tormenta o cuando hay olas altas, los barcos o helicópteros pueden no poder navegar con seguridad por las aguas. Los drones pueden seguir funcionando en esas condiciones, lo que permite a los rescatistas continuar con la vigilancia y coordinar el rescate sin correr el riesgo de dañar más los costosos equipos o el personal. Los drones también pueden servir como herramienta de reconocimiento, lo que permite a los equipos terrestres prepararse mejor para las operaciones al saber exactamente a qué se enfrentan en términos de peligros ambientales.

## Entrega de suministros a lugares inaccesibles

- **Entrega de carga útil a zonas de difícil acceso:** En situaciones en las que las víctimas se encuentran en lugares remotos o peligrosos, los drones pueden transportar y entregar suministros vitales, como chalecos salvavidas, dispositivos de flotación, alimentos, agua o botiquines médicos de emergencia. Los drones pueden dejar caer rápidamente estos artículos desde el aire, brindando asistencia inmediata a las víctimas antes de que los rescatistas puedan llegar físicamente hasta ellas. Esto es especialmente útil en situaciones en las que las víctimas están atrapadas en lugares inaccesibles o peligrosos, como en una pequeña isla, un barco a la deriva lejos de la costa o rodeado de corrientes rápidas.
- **Despliegue de equipos de rescate:** Los drones se pueden utilizar para entregar herramientas o equipos a los equipos de rescate, como cuerdas, dispositivos de flotación o incluso equipos de comunicación. Esta capacidad permite que los drones respalden las tareas de rescate al facilitar el despliegue de herramientas esenciales sin poner en riesgo a los rescatistas. En situaciones en las que una embarcación no puede llegar a un lugar específico, los drones pueden transportar equipos por la zona para apoyar al equipo en tierra o en el agua.

## Acceso a estructuras o entornos urbanos peligrosos

- **Áreas urbanas inundadas:** En caso de inundaciones, como por ejemplo durante un huracán o una tormenta intensa, se pueden utilizar drones para acceder a entornos urbanos inundados donde las carreteras están sumergidas o son intransitables. Los drones pueden sobrevolar calles o edificios inundados, lo que permite realizar inspecciones aéreas de las zonas afectadas y que los equipos de rescate planifiquen su aproximación. Al utilizar drones en estas zonas, los rescatistas pueden identificar a las víctimas atrapadas en edificios altos o en zonas inaccesibles en barco o vehículo, lo que aumenta significativamente la eficiencia de la búsqueda.
- **Evaluación de daños e identificación de puntos de entrada:** Los drones también se pueden utilizar para evaluar estructuras a las que puede resultar peligroso acercarse, como edificios derrumbados o estructuras debilitadas por inundaciones. Al sobrevolar o rodear estas estructuras, los drones pueden identificar puntos de entrada seguros, localizar a personas atrapadas en el interior y evaluar si el edificio es lo suficientemente estable como para que entren los rescatistas. Esto garantiza que las operaciones de rescate puedan comenzar lo antes posible, con un riesgo mínimo para el personal.

La capacidad de acceder a zonas difíciles o peligrosas es una de las características más valiosas de los drones en las operaciones de rescate acuático. Ya sea para llegar a las víctimas en alta mar, navegar por aguas rápidas, operar en condiciones de baja visibilidad o entregar suministros esenciales, los drones brindan a los rescatistas una capacidad inigualable para operar en entornos que de otro modo serían inaccesibles o peligrosos. Al reducir los riesgos para la vida humana, mejorar la eficiencia operativa y garantizar que no quede ninguna zona sin registrar, los drones están revolucionando la forma en que se llevan a cabo las operaciones de rescate acuático, haciéndolas más seguras, rápidas y efectivas.

## Creciente popularidad y éxito del uso de drones para rescate acuático

El uso de drones en situaciones de rescate en aguas abiertas es cada vez más popular en todo el mundo. El uso de un UAV durante las operaciones de rescate puede mejorar la velocidad de la atención de emergencia, así como mantener a los rescatistas acuáticos (es decir, socorristas, nadadores de rescate y otros socorristas) fuera de situaciones potencialmente peligrosas.

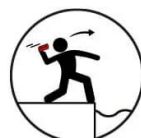
Según un estudio de simulación realizado por Celia Seguin, Gilles Blaquiere, Anderson Loundou, Pierre Michelet y Thibaut Markarian, cuyos resultados se publicaron en *Resucitación* en junio de 2018. Estos hallazgos indicaron que el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) "... se asoció con una reducción del tiempo que tomó proporcionar un dispositivo de flotación a la víctima simulada en comparación con las operaciones de rescate estándar y el tiempo se redujo aún más en condiciones de mar moderadas y agitadas". Además, su estudio de simulación concluyó que es posible que un UAV entregue de manera segura y rápida un dispositivo de flotación a un nadador en dificultades.

El número de agencias que implementan el uso de drones para ayudar a los nadadores en dificultades continúa aumentando. La forma en que se utilizan estos drones varía de una agencia a otra y depende en gran medida de una serie de factores que pueden incluir: las condiciones climáticas predominantes; el nivel de capacitación de los rescatistas; la presencia de salvavidas capacitados, nadadores de rescate, embarcaciones de rescate; y el tiempo de respuesta promedio de los primeros en responder, con especial atención al tiempo hasta el contacto y control de la(s) víctima(s). El Departamento de Policía de la Ciudad de Nueva York ahora despliega drones en sus playas para brindar asistencia tanto en la seguridad pública general como en emergencias relacionadas con el agua. Por ejemplo, estos drones tienen la capacidad de identificar a los nadadores en dificultades y dejar caer un dispositivo de flotación a la(s) persona(s) y/o también pueden alertar a los salvavidas sobre el problema. Es posible que estos dispositivos de flotación que se dejan caer desde el dron se inflen cuando tocan el agua como el *RESTUBE* ((véase **FIGURA WRS.44.7**)).

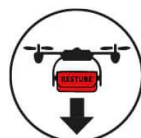
This *RESTUBE* is designed to be attached to a drone and, therefore, can be dropped from the drone to a distressed swimmer in open water drastically reducing the time until victim is afloat. These are available from The Lifeguard Outlet ([www.lifeguard-outlet.com](http://www.lifeguard-outlet.com)). **FIGURE WRS.44.7**



Inflates with water contact



Light enough to be thrown far distance



Carriable by drones



These figures are examples of drones that might be used by first responders to patrol open water and/or respond to incidents of distressed swimmers. Additionally, figures 88 and 89 illustrate the ability to attach the RESTUBE (automatic model) so that it may be dropped to a distressed swimmer and will inflate upon contact with the water.

**FIGURES WRS.44.87 & WRS.44.88**





En el estado de Carolina del Norte (EE.UU.) también hay municipios locales que utilizan vehículos no tripulados. Sin embargo, no se trata de drones aéreos, sino de vehículos flotantes no tripulados ((ver FIGURA WRS.46.218 y WRS.44.219) con propulsión que, al igual que los drones aéreos más tradicionales, se controlan de forma remota desde la costa por personal capacitado. Este tipo de dispositivos se conocen universalmente como vehículos salvavidas no tripulados (ULV) y el modelo que se muestra a continuación de Hero Life Care puede transportar a un rescatador humano hasta la(s) víctima(s) o puede desplegarse sin ningún rescatador humano; en este último caso, el dron navegaría de forma remota hasta la(s) persona(s) en peligro, proporcionándoles flotación y transporte a un lugar seguro.



This unmanned type of water rescue drone is specifically referred to as an ULV (Unmanned Lifeguard Vehicle). As the illustration shows, this is not an aerial drone but instead it floats and has propulsion ability across the water and is controlled with a remote control by a trained rescuer on the shoreline or vessel. These are manufactured by *Hero Life Care* and are available from The Lifeguard Outlet ([www.lifeguard-outlet.com](http://www.lifeguard-outlet.com)).

**FIGURES WRS.46.218 & WRS.44.219**



## Ventajas de utilizar tecnología de drones para rescates acuáticos

Categoría	Ventajas
Velocidad	Despliegue rápido en emergencias, reduciendo el tiempo de respuesta
Seguridad	Minimiza los riesgos para los rescatistas en condiciones peligrosas (es decir, mares agitados, corrientes, viento).
Accesibilidad	Llega a zonas difíciles para los rescatistas humanos, como costas rocosas o espacios estrechos.
Integración de tecnología	Equipado con cámaras y sensores para monitoreo en tiempo real y seguimiento preciso de la ubicación.
Versatilidad	Capaz de entregar dispositivos de flotación, botiquines médicos y/o remolcar víctimas a un lugar seguro.
Rentabilidad	Reduce los costos a largo plazo en comparación con el despliegue de barcos o helicópteros para rescates más pequeños.
Sostenibilidad	Respetuoso del medio ambiente, especialmente cuando funciona con energía eléctrica o renovable.
Disponibilidad 24/7	Listo para operar día y noche, con imágenes térmicas para rescates nocturnos.
Multitarea	Se puede utilizar para vigilancia, búsqueda y rescate, y para monitorear la seguridad del agua simultáneamente.
Escalabilidad	Fácilmente desplegable en grandes cantidades para operaciones de rescate masivo.

## Desventajas del uso de tecnología de drones para rescates acuáticos

Categoría	Desventajas
Limitaciones técnicas	Duración limitada de la batería, lo que reduce el tiempo de funcionamiento
Dependencia del clima	Susceptible a fuertes vientos, fuertes corrientes, fuertes lluvias y mares agitados, lo que puede obstaculizar la eficacia y la eficiencia.
Capacidad de carga útil	Incapaz de transportar cargas pesadas, lo que restringe su uso para víctimas más grandes o múltiples.
Rango	Alcance operativo limitado en comparación con los barcos o helicópteros tradicionales.
Costo	Alta inversión inicial para modelos avanzados con características especializadas
Requisitos de formación	Los operadores requieren habilidades técnicas y certificaciones para un uso efectivo
Mantenimiento	Se necesita un mantenimiento regular para garantizar la funcionalidad, lo que aumenta los costos operativos generales.
Problemas de comunicación	Posibilidad de interferencia o pérdida de señal en ubicaciones remotas o submarinas
Limitaciones del rescate	Menos eficaz en rescates complejos que requieren presencia/intervención física humana.
Restricciones regulatorias	Sujeto a regulaciones locales sobre el uso de drones, lo que puede retrasar el despliegue.

Comparación de velocidad: rescate humano vs. tecnología de drones para rescates acuáticos

Factor	Rescate humano	Rescate con drones
Tiempo de implementación	Requiere tiempo de preparación (es decir, entrada del salvavidas, preparación del bote de rescate) <b>5-10 minutos en promedio</b>	Despliegue inmediato; a menudo operativo en <b>3-5 minutos en promedio</b>
Velocidad de viaje	Depende de la velocidad de la natación o del barco. <b>Nadador: ~2-4 mph</b> <b>Barco: ~20-40 mph</b>	Velocidad media del dron: <b>20-50 mph</b> Dependiendo de la marca y el modelo
Tiempo de alcance de la víctima	Mayor lentitud para llegar a víctimas que se encuentran lejos de la costa debido a limitaciones físicas <b>3-15 minutos en promedio</b> Dependiendo de la distancia y las condiciones	Más rápido en largas distancias, llegando a las víctimas en <b>1-5 minutos</b> para distancias menores a 1 milla
Desafíos ambientales	Afectados por la fatiga, las fuertes corrientes y el mar agitado que frena el progreso.	Puede navegar en algunas condiciones difíciles, pero tiene dificultades con vientos fuertes o tormentas.
Noche/baja visibilidad	Más lento debido a la visibilidad limitada; requiere herramientas adicionales como focos	Equipado con imágenes térmicas, mantiene velocidades más rápidas incluso con baja visibilidad.
Eficiencia de distancia	Más lento para víctimas a más de 500 metros, requiriendo embarcaciones o equipo y/o personal adicional	Sigue siendo eficiente para distancias de hasta <b>1-2 kilómetros</b> antes de las limitaciones de la batería



This graphic illustrates the cost of a drowning incident compared with the cost to invest in proper lifesaving equipment and training to prevent and/or effect a rescue of a person in distress in the water. Overall cost to a company experiencing a drowning incident is estimated to be between \$1-\$3 million while the cost of proper lifesaving equipment and training is estimated to be near \$50,000.

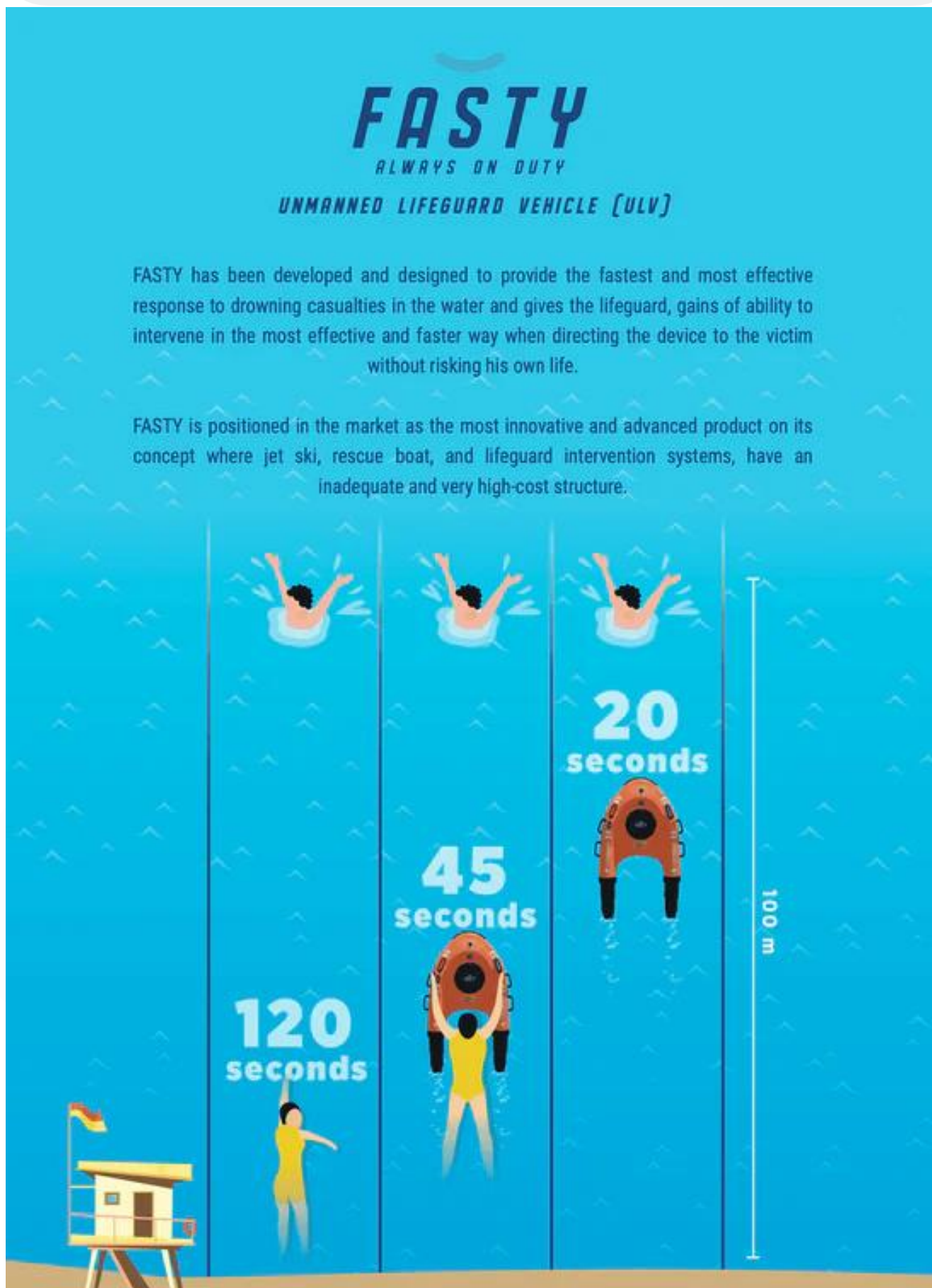
FIGURE WRS.46.248





This figure illustrates the differences in time it takes, on average, to reach a swimmer in distress using three (3) different methods.

FIGURE WRS.46.2211



## Sección 1.3 Consideraciones legales y éticas

La integración de drones en las operaciones de rescate acuático ofrece numerosas ventajas, entre ellas, una mayor conciencia situacional, tiempos de respuesta más rápidos y un mejor acceso a zonas de difícil acceso o peligrosas. Sin embargo, el uso de drones para el rescate acuático también está regido por diversas consideraciones legales que deben entenderse y seguirse cuidadosamente para garantizar que la operación se lleve a cabo de forma segura, ética y de conformidad con las normas aplicables. En este capítulo se analizan aspectos legales clave, como las normas sobre el espacio aéreo, las cuestiones de privacidad, los protocolos de seguridad y las leyes y directrices locales para el uso de drones en operaciones de rescate acuático.

### Reglamento del espacio aéreo

Las normas del espacio aéreo son un factor crítico a tener en cuenta a la hora de operar drones, especialmente en misiones de rescate que pueden tener lugar tanto en entornos rurales como urbanos. Estas normas ayudan a garantizar la seguridad del espacio aéreo y a minimizar el riesgo de colisiones entre drones, otras aeronaves y personas en tierra. A continuación, se presentan las principales consideraciones sobre el espacio aéreo para el uso de drones en operaciones de rescate acuático:

- **Regulaciones de la Administración Federal de Aviación (FAA) (EE. UU.):** En los Estados Unidos, la Administración Federal de Aviación (FAA) establece normas que rigen la operación de drones, que incluyen restricciones del espacio aéreo, zonas de exclusión aérea y pautas sobre altitud y rutas de vuelo. Según el tipo de operación (comercial o recreativa), los drones deben volarse de acuerdo con reglas específicas descritas en la Parte 107 de las regulaciones de la FAA para sistemas de aeronaves no tripuladas pequeñas (UAS). En operaciones de rescate, los drones pueden necesitar exenciones o permisos especiales para volar en espacios aéreos controlados (por ejemplo, cerca de aeropuertos u otras zonas restringidas).
  - **Clasificaciones del espacio aéreo:** El espacio aéreo se divide en diferentes clases (por ejemplo, Clase A, B, C, D, E y G) que tienen distintas restricciones para los vuelos de drones. Las operaciones de rescate pueden necesitar obtener permiso o autorización para volar drones en el espacio aéreo controlado, especialmente si se operan cerca de aeropuertos, helipuertos u otras rutas de vuelo utilizadas por aeronaves tripuladas. Es importante saber si el espacio aéreo está controlado o no y si se aplican restricciones específicas.
- **Restricciones temporales de vuelo (TFR):** En situaciones de emergencia, como durante desastres naturales u operaciones de rescate en curso, la FAA puede imponer restricciones temporales de vuelo (TFR, por sus siglas en inglés) para proteger la seguridad tanto de las aeronaves como de las personas en tierra. Los drones que participan en rescates acuáticos deben conocer las restricciones temporales de vuelo vigentes, que podrían afectar el área de operación. Es posible que se requieran autorizaciones o exenciones especiales para volar drones dentro de las zonas TFR.
- **Altitud y proximidad del vuelo del dron:** Los drones deben cumplir con las restricciones de altitud. Por ejemplo, según las regulaciones de la FAA, los drones que operan bajo la Parte 107 generalmente están restringidos a una altitud máxima de 400 pies sobre el nivel del suelo. Durante las operaciones de rescate acuático, es esencial planificar rutas de vuelo que mantengan una distancia segura de las aeronaves tripuladas y cumplan con las limitaciones de altitud locales.
- **Zonas de exclusión aérea:** Ciertas áreas, como parques nacionales, instalaciones militares o sitios de infraestructura crítica, están designadas como zonas de exclusión aérea para drones. Es fundamental garantizar que los drones de rescate no vuelen en dichas áreas a menos que se haya obtenido un permiso explícito de las autoridades pertinentes.

### Preocupaciones sobre la privacidad

Una de las consideraciones legales más importantes a la hora de utilizar drones en operaciones de rescate acuático es la privacidad. Los drones equipados con cámaras de alta resolución, sensores infrarrojos y tecnología de imágenes térmicas pueden capturar imágenes detalladas de personas, incluidos datos privados y confidenciales. Garantizar que se respeten los derechos de privacidad y que el uso de drones no viole las leyes que rigen la privacidad personal es esencial para mantener la confianza pública y cumplir con los requisitos legales.

- **Consentimiento informado:** Al operar drones en situaciones de rescate, es importante considerar si se requiere el consentimiento informado para capturar imágenes o videos. Si bien los rescates generalmente se llevan a cabo en espacios públicos o semipúblicos, los rescatistas deben asegurarse de no capturar innecesariamente información confidencial sobre personas que no participan en el rescate. Por ejemplo, las imágenes de transeúntes o víctimas en peligro pueden estar sujetas a leyes de privacidad, especialmente si se utilizan para fines no relacionados con el rescate (por ejemplo, cobertura de los medios o material promocional).
- **Minimizar la recopilación de datos:** Durante las operaciones de rescate acuático, es importante minimizar la recopilación de datos personales que no sean directamente relevantes para la misión. Por ejemplo, si bien las imágenes térmicas son esenciales para localizar a las víctimas, se deben hacer esfuerzos para evitar capturar imágenes detalladas de propiedades privadas o escenas no relacionadas con el rescate, a menos que sea vital para la operación de rescate.



- **Protección de datos:** Todos los datos recopilados por el dron (como secuencias de vídeo o imágenes térmicas) deben almacenarse de forma segura para evitar el acceso no autorizado o el uso indebido. En algunos casos, los equipos de rescate pueden estar sujetos a leyes de protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea, que rige la recopilación, el almacenamiento y el intercambio de datos personales. Es fundamental contar con protocolos claros para gestionar y proteger los datos recopilados durante las misiones de rescate.

#### Protocolos de seguridad

La seguridad es una prioridad máxima en las operaciones de rescate acuático, y el uso de drones presenta nuevos riesgos y nuevas medidas de seguridad que deben considerarse cuidadosamente. La implementación de protocolos de seguridad es esencial para garantizar que los drones se operen de una manera que proteja tanto al personal de rescate como al público.

- **Controles de seguridad previos al vuelo:** Antes de cada vuelo, los operadores de drones deben realizar controles de seguridad exhaustivos. Estos controles incluyen verificar la duración de la batería del dron, comprobar que los sensores y las cámaras funcionan correctamente, asegurarse de que el dron esté calibrado y confirmar que todos los mecanismos de seguridad (como los dispositivos de seguridad y el geofencing) estén activos. Esto ayuda a reducir el riesgo de fallas técnicas durante las operaciones de rescate.
- **Capacitación y certificación de operadores:** Los operadores de drones deben recibir la capacitación adecuada tanto en tecnología de drones como en procedimientos de rescate acuático. En muchas jurisdicciones, se exige a los operadores de drones que posean un certificado de piloto remoto (como la certificación FAA Parte 107 en los EE. UU.) para operar drones legalmente con fines comerciales. Los programas de capacitación también deben incluir conocimientos especializados en tácticas de rescate, conciencia situacional y respuesta a condiciones ambientales cambiantes.
- **Plan de vuelo y evaluación de riesgos:** Para cada misión, se debe desarrollar un plan de vuelo detallado y una evaluación de riesgos. Este plan debe incluir rutas de vuelo, altitudes y planes de contingencia en caso de falla del dron o emergencias. Las evaluaciones de riesgos deben tener en cuenta los posibles peligros del entorno, como las condiciones climáticas, la vida silvestre y los obstáculos físicos como árboles, líneas eléctricas u otras estructuras que puedan interferir con el vuelo del dron.
- **Mantenimiento de drones:** El mantenimiento y las inspecciones regulares son necesarios para garantizar que los drones se mantengan en óptimas condiciones y sean seguros para operar. Esto incluye revisar los motores, las hélices, las cámaras, los sensores y otros componentes esenciales para detectar desgaste. El mantenimiento y las reparaciones oportunos reducen el riesgo de mal funcionamiento de los drones durante misiones de rescate críticas.

#### Leyes y pautas locales para el uso de drones en operaciones de rescate

Además de las normas federales, los operadores de drones deben conocer y cumplir las leyes y pautas locales que rigen el uso de drones en operaciones de rescate. Estas normas varían según el país, la región e incluso el municipio, y pueden abordar aspectos específicos de las operaciones con drones, como:

- **Restricciones locales sobre el uso de drones:** Algunas regiones o municipios pueden tener sus propias leyes y regulaciones que rijan el uso de drones, incluidas restricciones específicas para vuelos de drones en ciertas áreas (por ejemplo, cerca de escuelas, edificios gubernamentales o reservas naturales). Es esencial que los equipos de rescate investiguen y comprendan las restricciones locales antes de iniciar operaciones con drones.
- **Coordinación con las autoridades locales:** En muchos casos, las operaciones de rescate acuático se coordinan con los servicios de emergencia locales, como la policía, los bomberos o las unidades de guardacostas. Los operadores de drones deben colaborar estrechamente con estos organismos para garantizar que su uso complemente las actividades de rescate existentes y respete las leyes y los procedimientos locales. Por ejemplo, las autoridades locales pueden tener protocolos específicos para la integración de drones en las operaciones de búsqueda y rescate, y la coordinación puede evitar conflictos entre los equipos de rescate aéreos y terrestres.
- **Permisos y Licencias para Misiones de Rescate:** Algunas jurisdicciones pueden exigir permisos o licencias específicos para el uso de drones en misiones de búsqueda y rescate, especialmente cuando se opera en espacio aéreo controlado u otras zonas restringidas. Es importante verificar los permisos necesarios antes de desplegar drones para operaciones de rescate acuático para evitar complicaciones legales.
- **Cumplimiento de la normativa internacional:** Para las operaciones de rescate acuático que cruzan fronteras internacionales (por ejemplo, en grandes lagos, ríos o zonas costeras), los operadores de drones deben cumplir con las normas internacionales de aviación y marítimas. Esto puede incluir las normas establecidas por organismos internacionales como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y las leyes marítimas locales. Comprender y cumplir estas pautas garantiza que las operaciones con drones cumplan con los estándares de seguridad tanto aéreos como marítimos.

Las consideraciones legales para el uso de drones en operaciones de rescate acuático son fundamentales para garantizar un despliegue seguro, eficaz y ético. Las regulaciones del espacio aéreo, las preocupaciones por la privacidad, los protocolos de seguridad y las leyes locales deben tenerse en cuenta al planificar y ejecutar misiones de rescate con drones. Al mantenerse informados sobre las regulaciones aplicables, obtener los permisos necesarios y adherirse a las mejores prácticas de seguridad y privacidad, los operadores de drones pueden ayudar a garantizar que las operaciones de rescate se realicen de manera legal y responsable. Este marco legal ayuda a proteger tanto al público como a los equipos de rescate, lo que permite que los drones sirvan como una herramienta poderosa para mejorar las capacidades de rescate acuático y, al mismo tiempo, mitigar los riesgos legales.

La integración de la tecnología de drones en las operaciones de rescate acuático ofrece a los equipos de rescate métodos más rápidos, eficientes y seguros para localizar y ayudar a las víctimas. Con un conocimiento profundo de los diferentes tipos de drones, sus componentes y capacidades operativas, los equipos de rescate pueden optimizar su enfoque para las desafiantes misiones acuáticas. Este capítulo proporciona los conocimientos básicos necesarios para aprovechar los drones de manera eficaz en el entorno dinámico e impredecible de los rescates acuáticos.



World Academy of  
Safety & Health

## Módulo 2: Fundamentos del rescate acuático

El entorno de rescate acuático presenta desafíos y peligros únicos que requieren capacitación, conocimientos y herramientas especializados. Comprender las características de los diferentes cuerpos de agua, los peligros potenciales en los entornos acuáticos y los principios básicos del rescate acuático son esenciales para garantizar el éxito de las operaciones de rescate con drones acuáticos. Este capítulo proporciona una descripción general de los tipos de cuerpos de agua que se encuentran típicamente en las operaciones de rescate, identifica los peligros comunes en los entornos acuáticos y describe los principios básicos del rescate acuático, específicamente en el contexto de las misiones de rescate asistidas por drones.

### Sección 2.1 Entorno de rescate acuático

#### Tipos de cuerpos de agua en operaciones de rescate acuático

Las operaciones de rescate acuático pueden llevarse a cabo en distintos entornos acuáticos, cada uno con sus propios desafíos. Comprender estos entornos es fundamental para planificar y ejecutar con éxito un rescate acuático asistido por drones. Los principales tipos de cuerpos de agua en los que suelen realizarse operaciones de rescate incluyen:

- **Océanos y mares:** Los océanos y los mares son entornos vastos y dinámicos, caracterizados por grandes olas, agua salada, mareas y corrientes. Su tamaño e imprevisibilidad plantean desafíos importantes para las operaciones de rescate. Los drones pueden ser especialmente eficaces en estos entornos, ya que proporcionan vigilancia aérea sobre grandes extensiones de agua, lo que ayuda a localizar a personas en peligro, rastrear objetos a la deriva o evaluar condiciones ambientales como la altura de las olas y la velocidad del viento.
- **Lagos:** Los lagos, tanto de agua dulce como salada, pueden variar de tranquilos y calmados a turbulentos, según las condiciones climáticas, los cambios estacionales y su tamaño. A diferencia de los océanos, los lagos pueden tener menos desafíos relacionados con las mareas, pero pueden presentar otros riesgos, como rocas sumergidas, desniveles o islas que dificultan las tareas de rescate. Los drones pueden ayudar a inspeccionar grandes áreas de lagos, localizar personas en peligro y evaluar los puntos de acceso a la costa para los equipos de rescate.
- **Ríos y arroyos:** Los ríos y arroyos son masas de agua de rápido movimiento que presentan sus propios desafíos, en particular corrientes rápidas, obstáculos como rocas y árboles y potencial de inundaciones. Los rescates en aguas rápidas a menudo requieren una capacitación especial debido a los peligros que plantea la corriente. Los drones en estos entornos brindan datos cruciales en tiempo real sobre el flujo de agua, la fuerza de la corriente y las ubicaciones precisas de las víctimas. También se pueden utilizar para identificar los puntos de acceso más seguros para los equipos de rescate.
- **Zonas inundadas:** Las zonas inundadas, ya sea por fuertes lluvias, marejadas ciclónicas o deshielo, pueden sumergir grandes porciones de tierra e infraestructura, convirtiendo las carreteras y los vecindarios en entornos acuáticos peligrosos. Los drones son invaluable para evaluar la extensión de las inundaciones, localizar a las víctimas atrapadas en edificios o vehículos y guiar a los equipos de rescate hacia quienes lo necesitan. Además, los drones pueden evaluar peligros sumergidos, como cables eléctricos y escombros, que podrían representar riesgos para los rescatistas.
- **Zonas costeras y bahías:** Las zonas costeras, bahías y estuarios suelen experimentar una combinación de movimientos de mareas, olas y patrones de corrientes. Estas áreas son complejas debido a su proximidad a la tierra, pero aun así pueden presentar riesgos importantes, como aguas de rápido movimiento, mareas y peligros sumergidos como rocas y bancos de arena. Los drones en operaciones de rescate costero pueden rastrear a las personas arrastradas por la corriente, evaluar los cambios de mareas y proporcionar conocimiento situacional crucial en tiempo real a los equipos terrestres.

#### Peligros en los ambientes acuáticos

El entorno acuático está plagado de peligros que complican las labores de rescate. Los drones ofrecen una ventaja única a la hora de identificar y evaluar estos peligros antes de que los equipos de rescate se desplieguen en el agua. Los principales peligros que se encuentran en los entornos acuáticos incluyen:

- **Fuertes corrientes y mareas:** Las corrientes rápidas en ríos, arroyos y aguas costeras plantean desafíos importantes tanto para las víctimas como para los rescatistas. Las corrientes fuertes pueden alejar a las personas de su seguridad, lo que dificulta que los equipos de rescate las alcancen. Los drones equipados con video en tiempo real y sensores ambientales (como sensores de flujo de agua) pueden evaluar la fuerza y la dirección de las corrientes, ayudando a los rescatistas a planificar su enfoque y evitar ponerse en riesgo.
- **Peligros sumergidos:** Los objetos como rocas, escombros, vehículos hundidos y árboles caídos suelen estar ocultos debajo de la superficie de ríos, lagos y océanos. Estos obstáculos pueden crear condiciones peligrosas tanto para los rescatistas como para las víctimas. Los drones pueden volar sobre o cerca de cuerpos de agua para identificar posibles peligros sumergidos antes de que los rescatistas entren al agua, lo que reduce el riesgo de lesiones durante una misión de rescate.

- **Condiciones climáticas:**El clima puede afectar drásticamente las operaciones de rescate acuático. Los fuertes vientos, la lluvia, la niebla y la baja visibilidad pueden dificultar que los rescatistas evalúen el entorno o lleguen a las víctimas en peligro. Los drones, especialmente aquellos equipados con sensores térmicos e infrarrojos, pueden operar en condiciones de baja visibilidad, lo que ayuda a los rescatistas a localizar a las víctimas incluso en condiciones climáticas adversas. Los drones también pueden evaluar las condiciones del viento y la temperatura del agua, lo que proporciona datos esenciales para planificar el rescate.
- **Temperatura del agua e hipotermia:**En entornos de agua fría, como lagos, ríos u océanos en climas más fríos, las víctimas corren el riesgo de sufrir hipotermia, que puede convertirse rápidamente en una amenaza para la vida. Los rescates en aguas frías requieren protocolos y equipos especiales. Los drones pueden evaluar la ubicación de las víctimas y proporcionar datos cruciales sobre la temperatura que ayudan a los rescatistas a determinar la rapidez con la que deben actuar.
- **Olas y marejadas turbulentas:**En los rescates en el mar y en el océano, las grandes olas, el oleaje y el agua picada pueden dificultar la localización de las víctimas y la realización de los rescates. Las olas pueden dificultar la visión, alejar a las víctimas de su seguridad y crear condiciones peligrosas para las embarcaciones o el personal en el agua. Se pueden utilizar drones con cámaras de alta resolución y funciones de estabilización para localizar a las víctimas en esos entornos, incluso cuando están ocultas por las olas o el oleaje.
- **Vida silvestre y vida marina:**Los entornos acuáticos albergan distintos tipos de vida silvestre, desde peces y aves hasta especies más peligrosas como medusas, tiburones o cocodrilos. Si bien la mayoría de las misiones con drones pueden evitar la interacción directa con la vida silvestre, es importante reconocer que ciertas especies pueden representar riesgos tanto para las víctimas como para los rescatadores. Los drones pueden ayudar a identificar peligros para la vida silvestre en áreas específicas, lo que garantiza que las operaciones de rescate puedan evitar áreas donde puede haber vida marina peligrosa.

### Principios básicos de los rescates acuáticos en operaciones asistidas por drones

Los rescates acuáticos, ya sean tradicionales o asistidos por drones, siguen unos principios fundamentales cuyo objetivo es minimizar el riesgo tanto para las víctimas como para los rescatadores. En las operaciones de rescate acuático asistido por drones, estos principios siguen siendo pertinentes, y los drones ayudan a reforzarlos proporcionando conocimiento de la situación en tiempo real y mejorando la coordinación. Los principios básicos del rescate acuático incluyen:

- **Evaluación de la situación:**El primer paso en cualquier operación de rescate es evaluar la situación. En un rescate acuático, esto significa comprender el tipo de masa de agua, los peligros ambientales, la ubicación de la(s) víctima(s) y los recursos disponibles. Los drones son excelentes en esta etapa porque brindan una vista aérea de la escena, lo que permite a los equipos de rescate determinar rápidamente la gravedad de la situación y planificar sus acciones en consecuencia.
- **Seguridad de los rescatistas:**La seguridad de los rescatistas es la máxima prioridad en cualquier operación de rescate acuático. Los rescatistas nunca deben ponerse en peligro para salvar a otros, especialmente en entornos acuáticos peligrosos. Los drones mejoran la seguridad de los rescatistas al realizar evaluaciones preliminares y explorar el área antes de que cualquier miembro del personal ingrese al agua. Esto permite que los equipos de rescate comprendan mejor los riesgos, incluida la presencia de fuertes corrientes, peligros sumergidos o vida silvestre, y ajusten su estrategia en consecuencia.
- **Localización y acceso de las víctimas:**El siguiente paso es localizar a la víctima y determinar la forma más segura y eficiente de acceder a ella. Los drones equipados con imágenes térmicas, cámaras de alta resolución y tecnología GPS son especialmente útiles para determinar la ubicación exacta de las víctimas, incluso en condiciones de baja visibilidad, como por la noche, en la niebla o en condiciones meteorológicas tormentosas. Los drones también pueden proporcionar datos sobre la ruta más rápida para llegar a la víctima, teniendo en cuenta el terreno, las condiciones del agua y los peligros potenciales.
- **Equipo de rescate apropiado:**Según la situación, los rescatistas pueden necesitar diversos equipos, como chalecos salvavidas, cuerdas, dispositivos de flotación o cestas de rescate. Los drones pueden ayudar a entregar suministros pequeños pero esenciales, como chalecos salvavidas, directamente a la víctima o a los rescatistas en áreas de difícil acceso. En algunos casos, los drones pueden incluso dejar caer dispositivos de flotación en el agua, lo que les da a las víctimas algo a lo que agarrarse mientras los rescatistas se preparan para ingresar al agua.
- **Comunicación y coordinación:**La comunicación eficaz entre los operadores de drones, los equipos de rescate y el personal de mando es crucial en cualquier misión de rescate. Los drones proporcionan valiosos canales de comunicación al transmitir señales de vídeo en tiempo real, datos ambientales y coordenadas GPS a los equipos de tierra, lo que ayuda a coordinar la operación de rescate. Los drones también pueden transmitir mensajes e información a los centros de mando, lo que garantiza que todos los equipos estén coordinados en sus acciones.
- **Apoyo posterior al rescate:**Una vez finalizado el rescate, los drones pueden seguir desempeñando un papel en la prestación de apoyo posterior al rescate. Por ejemplo, se pueden utilizar drones para vigilar a las víctimas después de que las hayan sacado del agua, comprobando si presentan signos de sufrimiento o hipotermia mientras el personal médico de emergencia se prepara para prestarles atención. Los drones también pueden ayudar a supervisar las condiciones ambientales a gran escala, como en los rescates por inundaciones, para garantizar que la escena siga siendo segura después del rescate inicial.

Comprender el entorno de rescate acuático es esencial para garantizar el éxito y la seguridad de las operaciones asistidas por drones. Los diferentes tipos de cuerpos de agua (ya sean océanos, lagos, ríos o áreas inundadas) presentan desafíos únicos que se deben abordar de manera eficaz. Los peligros como las fuertes corrientes, los objetos sumergidos y el clima impredecible pueden complicar las tareas de rescate, pero los drones ofrecen un apoyo invaluable al proporcionar datos en tiempo real, vistas aéreas y tecnologías de detección avanzadas. Al seguir los principios básicos del rescate acuático, los operadores de drones pueden mejorar la eficacia de las misiones de rescate, minimizar los riesgos para la vida humana y garantizar que las víctimas sean rescatadas de la manera más eficiente posible.

## Sección 2.2 Métodos tradicionales de rescate acuático

Si bien la tecnología de los drones ha revolucionado la forma en que se realizan los rescates acuáticos, es importante comprender los métodos tradicionales de rescate acuático que se han utilizado durante muchos años. Estos métodos, que incluyen técnicas manuales, el uso de helicópteros y otros medios aéreos y la coordinación con los servicios de emergencia, siguen siendo parte integral de las operaciones de rescate acuático en la actualidad. En este capítulo se describen estos métodos tradicionales y se examina cómo se integran con los esfuerzos de rescate asistidos por drones para formar un enfoque integral y multifacético para salvar vidas en entornos acuáticos.

### Métodos manuales de rescate acuático

Los métodos de rescate acuático manual se han utilizado durante siglos y siguen siendo una parte fundamental de las operaciones de rescate, especialmente en situaciones en las que no se puede confiar en la tecnología o no está disponible. Estos métodos suelen requerir que personal de rescate capacitado ingrese al agua y ayude físicamente a las víctimas. A continuación, se presentan los principales tipos de técnicas de rescate manual que se utilizan comúnmente:

- **Lanzar una cuerda de rescate o un dispositivo de flotación:** Uno de los métodos de rescate tradicionales más comunes es lanzar una cuerda, un aro salvavidas o una boya a una víctima en peligro. Esta técnica es especialmente útil en situaciones en las que el rescatador no puede llegar a la víctima debido a la distancia o a condiciones peligrosas (por ejemplo, agua en rápido movimiento). El rescatador puede lanzar una cuerda o un dispositivo de flotación desde la orilla, desde un bote o desde una plataforma segura a la víctima, lo que le permite agarrarse a él y ser jalado hasta un lugar seguro.
- **Técnica de alcance y tracción:** La técnica de "alcanzar y jalar" es un método básico pero eficaz que se utiliza cuando un rescatador puede acercarse a la víctima lo suficiente sin entrar al agua. El rescatador extiende un objeto largo, como un palo, una rama o un palo de rescate, hacia la víctima y la jala hasta un lugar seguro. Esta técnica es más eficaz en situaciones en las que la víctima está cerca del borde de un cuerpo de agua pero aún no puede llegar a un lugar seguro por sí sola.
- **Rescate en barco o canoa:** En el caso de cuerpos de agua más grandes, se suelen utilizar botes de rescate o canoas para llegar a las víctimas que no pueden nadar hasta la orilla. Los rescatistas utilizan estas embarcaciones para acercarse lo más posible a la víctima y luego utilizan cuerdas, chalecos salvavidas o asistencia física directa para sacar a la persona del agua. Este método es particularmente eficaz en aguas tranquilas o moderadamente movidas, como lagos, bahías o áreas oceánicas cercanas a la costa.
- **Rescates en el agua:** En situaciones más graves, como cuando la víctima está inconsciente, no responde o corre riesgo de ahogarse, es posible que los rescatistas capacitados deban ingresar físicamente al agua. Esto puede implicar nadar hasta la víctima y sostenerla en el agua hasta que pueda ser llevada a la orilla de manera segura. Los rescatistas están capacitados para nadar en condiciones difíciles y, a menudo, utilizan técnicas de salvamento, como el "crol" o la "espalda" para llegar a la víctima y ayudarla a flotar.
- **Equipos de socorrismo y rescate:** En muchos entornos acuáticos públicos o comerciales, los socorristas o los equipos de rescate acuático están capacitados para utilizar técnicas de rescate manual junto con primeros auxilios y RCP. Estos profesionales capacitados suelen ser los primeros en responder a una emergencia acuática y están equipados con las herramientas necesarias para ayudar de forma segura a las víctimas, como tablas de rescate, dispositivos de flotación y botiquines de primeros auxilios.

### Helicópteros y otros medios aéreos en operaciones de rescate acuático

Los helicópteros y otros medios aéreos, como aeronaves de ala fija o drones (en casos más recientes), han sido componentes críticos de las operaciones de rescate acuático, en particular cuando se requiere una intervención rápida en grandes masas de agua o en zonas remotas. Estos medios aéreos son invaluable para proporcionar vigilancia aérea, transporte rápido y coordinación de equipos de rescate terrestres. Las funciones clave de los helicópteros y los medios aéreos incluyen:



- **Vigilancia aérea y localización de víctimas:** Los helicópteros equipados con tecnología avanzada de imágenes, como cámaras infrarrojas (IR), pueden escanear rápidamente grandes áreas de agua para localizar a las víctimas, incluso en condiciones de baja visibilidad, como niebla, oscuridad o mal tiempo. Esta capacidad es esencial en rescates en el océano, situaciones de inundación o durante operaciones nocturnas, donde los métodos tradicionales pueden tener dificultades para identificar la ubicación de las víctimas.
- **Elevación de rescate:** Los helicópteros equipados con grúas de rescate pueden sacar a víctimas del agua en situaciones en las que los métodos de rescate tradicionales (como embarcaciones o personal que ingresa al agua) no son factibles. Un rescatador a bordo del helicóptero puede bajar una grúa y sujetarla a la víctima, para luego subirla de manera segura al helicóptero. Este método es particularmente útil en situaciones en las que las condiciones del agua son demasiado peligrosas para que una embarcación llegue hasta la víctima o en entornos con puntos de acceso limitados (por ejemplo, acantilados escarpados o aguas profundas).
- **Transporte de personal y equipos de rescate:** Los helicópteros se utilizan a menudo para desplegar rápidamente equipos de rescate en zonas de difícil acceso por mar o tierra, especialmente en situaciones de desastres a gran escala. Pueden transportar personal de rescate especializado, equipos y equipos médicos a lugares remotos, lo que les permite responder rápidamente a situaciones de rescate acuático.
- **Coordinación y mando:** En operaciones complejas de rescate acuático, los helicópteros desempeñan un papel importante en la coordinación de esfuerzos entre diferentes equipos. Pueden servir como centros de mando aéreos, proporcionando una visión general clara de la operación y garantizando que los equipos terrestres se desplieguen de manera eficiente. Los helicópteros pueden comunicarse en tiempo real tanto con el personal de tierra como con otros recursos aéreos, lo que facilita una coordinación fluida y eficaz en múltiples frentes operativos.
- **Búsqueda y rescate en zonas remotas:** Los helicópteros son fundamentales para las operaciones de búsqueda y rescate en zonas remotas o de difícil acceso, como lagos de montaña, zonas inundables o aguas costeras. Permiten a los rescatistas cubrir grandes áreas rápidamente, lo que mejora las posibilidades de localizar a víctimas que, de otro modo, los equipos terrestres podrían pasar por alto.
- **Limitaciones de los helicópteros en el rescate acuático:** Si bien los helicópteros son esenciales para muchas misiones de rescate acuático, tienen limitaciones. Entre ellas, se incluyen los altos costos operativos, la necesidad de pilotos y tripulaciones especializados y los posibles riesgos debido a las condiciones climáticas, como vientos fuertes, niebla o tormentas eléctricas. Además, no todas las situaciones de rescate pueden requerir la escala de respuesta que proporciona un helicóptero, especialmente en escenarios de rescate acuático localizados o más pequeños.

### Coordinación con Servicios de Emergencia en Rescate Acuático

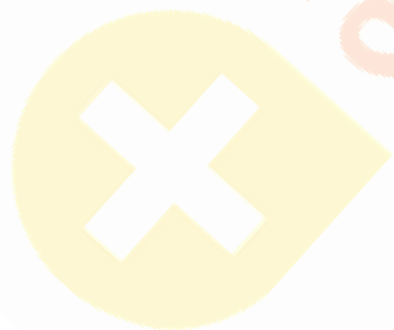
Las operaciones de rescate acuático exitosas a menudo requieren una coordinación fluida entre múltiples agencias de servicios de emergencia, incluidas la policía, los departamentos de bomberos, los guardacostas y los equipos especializados de rescate acuático. Esta coordinación es fundamental para garantizar que los recursos se movilen de manera eficaz, se priorice la seguridad y se logre el mejor resultado posible. Los aspectos clave de la coordinación con los servicios de emergencia incluyen:

- **Mando y comunicación unificados:** En las operaciones en las que participan varias agencias, es fundamental establecer una estructura de mando unificada que garantice que todas las organizaciones participantes trabajen juntas sin problemas. Esto puede incluir la asignación de funciones y responsabilidades, el intercambio de información en tiempo real y el desarrollo de un plan de respuesta coordinado. La comunicación entre los equipos de tierra, los recursos aéreos y los centros de mando es esencial para garantizar que todas las partes estén informadas de la situación y de cualquier cambio en las condiciones.
- **Operaciones conjuntas de búsqueda y rescate (SAR):** En muchas operaciones de rescate acuático, diferentes servicios de emergencia pueden ser responsables de diversos aspectos de la misión. Por ejemplo, un equipo puede encargarse de las tareas de búsqueda, otro puede ser responsable del apoyo médico y otro puede ser responsable de asegurar la embarcación o la costa. La coordinación entre estos equipos es fundamental para garantizar que cada fase de la operación se ejecute sin superposiciones ni lagunas. Las operaciones de búsqueda y salvamento conjuntas a menudo implican la colaboración de la policía, los bomberos, los guardacostas y el personal militar.
- **Integración de recursos aéreos y terrestres:** Los medios aéreos, como los helicópteros y los drones, proporcionan un reconocimiento aéreo fundamental, pero son los equipos de rescate terrestres los que asisten físicamente a las víctimas y las transportan a un lugar seguro. En las operaciones de rescate acuático, los medios aéreos suelen trabajar junto con los barcos de rescate, el personal de tierra y los equipos médicos para lograr un resultado exitoso. Por ejemplo, las unidades aéreas pueden encargarse de localizar a la víctima y transmitir su posición a los equipos de rescate en tierra o en el agua. Los drones pueden ayudar a proporcionar vídeo y datos ambientales en tiempo real a los equipos aéreos y terrestres, lo que mejora el conocimiento de la situación.
- **Equipos de rescate especializados:** Algunas situaciones de rescate acuático requieren de entrenamiento y equipo especializados. Por ejemplo, se pueden desplegar equipos de rescate en aguas rápidas, equipos de buceo o unidades especializadas de rescate costero para manejar desafíos específicos que plantean las condiciones del agua. Una coordinación eficaz es esencial para desplegar estos equipos donde más se los necesita, asegurando que la operación de rescate se lleve a cabo de manera eficiente y segura.
- **Gestión y despliegue de recursos:** Una coordinación eficaz garantiza que se desplieguen los recursos adecuados (embarcaciones, personal, equipo médico, etc.) de manera oportuna. Por ejemplo, en operaciones de rescate en inundaciones, los equipos de rescate acuático pueden trabajar con personal médico de emergencia para garantizar que las víctimas no solo sean rescatadas, sino también evaluadas y tratadas por lesiones, hipotermia u otras afecciones médicas tan pronto como sean llevadas a la orilla.



- **Apoyo médico posterior al rescate:** Una vez que se ha rescatado a una víctima del agua, los servicios de emergencia, incluidos los paramédicos y los técnicos de emergencias médicas (EMT), deben estar listos para brindar atención inmediata. Esto puede incluir administrar primeros auxilios, tratar la hipotermia o brindar atención avanzada si es necesario. La coordinación entre los equipos de rescate y los servicios médicos garantiza que la víctima reciba la atención adecuada tan pronto como salga del agua.

Los métodos tradicionales de rescate acuático, incluidas las técnicas manuales, el uso de helicópteros y otros medios aéreos y la coordinación con los servicios de emergencia, son componentes vitales de las operaciones de rescate modernas. Si bien los drones han mejorado significativamente la capacidad de localizar y ayudar a las víctimas, no reemplazan el valor de estos métodos probados y comprobados. Los drones, cuando se integran en el marco más amplio de rescate, complementan las técnicas tradicionales al proporcionar vigilancia aérea en tiempo real, señalar la ubicación de las víctimas y ofrecer datos que respaldan la toma de decisiones informadas. A medida que la tecnología continúa avanzando, la fusión de los métodos de rescate tradicionales con las capacidades de los drones creará operaciones de rescate acuático aún más efectivas y eficientes, lo que garantizará que se puedan salvar vidas en los entornos acuáticos más desafiantes.



World Academy of  
Safety & Health

## Módulo 3: Selección y configuración de drones para rescate acuático

### Sección 3.1 Selección del dron adecuado para rescate acuático

Al seleccionar un dron para operaciones de rescate acuático, se deben tener en cuenta varios factores para garantizar que el dron sea capaz de funcionar en condiciones ambientales difíciles. A diferencia de las misiones con drones convencionales, las operaciones de rescate acuático requieren drones especializados que puedan operar en entornos difíciles y, a menudo, peligrosos. Este capítulo se centrará en las características clave que se deben buscar al seleccionar un dron para rescate acuático, incluidas las capacidades de impermeabilidad, los drones equipados con cámaras térmicas e infrarrojas, consideraciones de largo alcance y resistencia, y otras características esenciales para misiones de rescate acuático exitosas.

Los drones resistentes al agua y al agua son fundamentales para las operaciones de rescate acuático. La capacidad de un dron para soportar la exposición al agua es uno de los factores más importantes a tener en cuenta, ya que estos drones a menudo se desplegarán sobre cuerpos de agua donde el riesgo de mojarse o sumergirse es alto. Estos son los aspectos clave a tener en cuenta al seleccionar drones resistentes al agua:

- **Impermeable vs. Resistente al agua:** Los drones resistentes al agua están diseñados específicamente para funcionar en condiciones húmedas y pueden sobrevivir a la inmersión en agua durante un breve período. Estos drones suelen tener motores sellados y medidas de impermeabilización alrededor de los componentes clave. Los drones resistentes al agua, por otro lado, están diseñados para resistir salpicaduras de agua, lluvia o humedad, pero no deben sumergirse en el agua. Para misiones de rescate acuático, lo ideal es seleccionar un dron que sea completamente resistente al agua, ya que proporciona más flexibilidad en varios escenarios operativos.
- **Durabilidad y calidad de construcción:** Los drones resistentes al agua suelen tener revestimientos protectores o cuerpos sellados para evitar que el agua entre en los componentes críticos. Al seleccionar un dron para rescate acuático, es fundamental elegir un modelo con un diseño robusto y duradero que pueda soportar la exposición al agua salada, al agua dulce o a las salpicaduras ocasionales sin riesgo de averías. Los entornos de agua salada, en particular, son corrosivos, por lo que garantizar que el dron sea resistente a la corrosión es importante para su confiabilidad a largo plazo.
- **Clasificación IP:** Los drones suelen tener una clasificación IP (Ingress Protection), que indica el nivel de protección contra el polvo, el agua y otros factores ambientales. Para el rescate acuático, se recomiendan drones con una clasificación IP67 o superior, ya que son resistentes a la inmersión en agua hasta una determinada profundidad (normalmente hasta 1 metro durante 30 minutos). Esto garantiza que el dron pueda funcionar de forma segura bajo la lluvia o en entornos húmedos y, en el peor de los casos, seguir funcionando incluso si cae al agua.
- **Características de flotación:** Algunos drones están equipados con dispositivos de flotación o carcasas impermeables que les permiten flotar si aterrizan en el agua, lo que les otorga una resistencia adicional en caso de un aterrizaje accidental en el agua. Estas características son especialmente útiles en misiones de rescate en las que puede ser necesario aterrizar en el agua.

#### Drones con cámaras térmicas e infrarrojas

Las cámaras termográficas e infrarrojas son herramientas invaluableles en las operaciones de rescate acuático. Estas cámaras ayudan a identificar víctimas, evaluar las condiciones ambientales y respaldar la toma de decisiones durante las misiones de rescate, especialmente en situaciones de baja visibilidad, como por la noche, en la niebla o en aguas agitadas. A continuación, se explica por qué las cámaras térmicas e infrarrojas son fundamentales para los drones de rescate acuático:

- **Imágenes térmicas para la detección de víctimas:** Las cámaras térmicas detectan el calor emitido por los objetos, incluido el cuerpo humano, midiendo la radiación infrarroja. En las operaciones de rescate acuático, las cámaras térmicas se pueden utilizar para localizar a personas en peligro, incluso cuando están sumergidas total o parcialmente, o si se encuentran en condiciones de oscuridad o de poca visibilidad. Esto resulta especialmente útil para localizar a víctimas en aguas abiertas, donde la identificación visual puede resultar difícil debido a las olas, la oscuridad o la distancia.
- **Visibilidad en condiciones de poca luz:** Muchas operaciones de rescate acuático se llevan a cabo en condiciones de poca luz, como por la mañana temprano, por la noche o en días nublados. Las cámaras visuales estándar pueden tener dificultades para identificar a las personas en estas condiciones, pero las cámaras termográficas pueden proporcionar una imagen clara y contrastada de la señal térmica de la víctima, incluso en completa oscuridad. Esto mejora enormemente la capacidad del dron para localizar a personas que, de otro modo, podrían pasar desapercibidas.
- **Infrarrojos para evaluación ambiental:** Los sensores térmicos e infrarrojos no solo ayudan a localizar personas, sino que también proporcionan datos valiosos sobre factores ambientales como la temperatura del agua, que es fundamental para evaluar el riesgo de hipotermia, y detectar condiciones peligrosas como fuertes corrientes u obstáculos sumergidos. Los drones con imágenes térmicas también permiten evaluar el estado del agua, incluida la identificación de anomalías de temperatura que podrían indicar zonas peligrosas o corrientes de resaca.
- **Patrones de búsqueda:** Los drones equipados con cámaras térmicas pueden realizar búsquedas de gran alcance en grandes áreas de agua, identificando señales de calor y transmitiendo estos datos a los equipos de rescate en tiempo real. Esto ayuda a delimitar la zona de búsqueda y aumenta las posibilidades de un rescate exitoso.

## Consideraciones de largo alcance y resistencia

Las operaciones de rescate acuático suelen abarcar grandes áreas y pueden requerir que los drones vuelen durante períodos prolongados. Por lo tanto, las capacidades de largo alcance y resistencia son esenciales a la hora de seleccionar un dron para rescate acuático. Estas características garantizan que el dron pueda operar de manera efectiva en una variedad de condiciones sin necesidad de recargas frecuentes o pérdida de señal.

- **Consideraciones sobre el alcance:**El alcance de un dron se refiere a la distancia máxima que puede recorrer desde el operador manteniendo una señal y un control estables. En las operaciones de rescate acuático, los drones pueden necesitar cubrir grandes masas de agua, como ríos, lagos o zonas costeras. Los drones con capacidades de largo alcance (normalmente de 5 a 10 km o más) son ideales, ya que permiten a los rescatistas realizar búsquedas extensas sin necesidad de repositionarse con frecuencia.
- **Duración y resistencia de la batería:**La autonomía de un dron está determinada por la duración de su batería, que puede variar según su tamaño, peso, carga útil y tipo de vuelo. Para operaciones de rescate acuático, se prefieren los drones con mayor duración de batería (normalmente de 30 minutos a 1 hora), especialmente en operaciones de búsqueda a gran escala o durante operaciones de rescate prolongadas. Un dron con buena autonomía permitirá al operador realizar una vigilancia exhaustiva y localizar víctimas sin el riesgo de que el dron se quede sin batería.
- **Eficiencia energética:**Además de tener una mayor duración de la batería, los drones utilizados en rescates acuáticos deben ser energéticamente eficientes para maximizar su tiempo operativo. Esto incluye tener modos de vuelo que ahorren energía, como vuelo estacionario de bajo consumo o rutas de vuelo optimizadas, que permiten que el dron vuele durante períodos más prolongados sin sobrecargar la batería.
- **Apoyo de rescate durante emergencias:**En situaciones de emergencia, es fundamental que el dron pueda mantener una conexión estable y un nivel de batería suficiente para seguir buscando y transmitiendo datos en tiempo real. Por este motivo, los drones con sistemas de alimentación redundantes (como configuraciones de batería dual o baterías de larga duración) pueden resultar muy beneficiosos para mantener el funcionamiento durante toda la misión.

### Características clave adicionales para drones de rescate acuático

Si bien la impermeabilidad, las cámaras térmicas y las capacidades de alcance/resistencia son factores críticos a la hora de seleccionar un dron de rescate acuático, existen otras características importantes que pueden mejorar la eficacia del dron durante las operaciones de rescate:

- **Capacidades de GPS y mapeo:**Los drones equipados con GPS y sistemas de mapeo permiten un seguimiento preciso de la ubicación, lo cual es esencial para intentar determinar la posición de las víctimas. Estos drones pueden transmitir coordenadas en tiempo real a los equipos de rescate en tierra, lo que permite una coordinación eficiente de la operación. Además, el software de mapeo puede ayudar a planificar rutas de vuelo y cuadrículas de búsqueda para garantizar que no se pase por alto ninguna zona durante una misión de rescate.
- **Transmisión de datos en tiempo real:**La transmisión de datos y de video en tiempo real es crucial durante las operaciones de rescate, ya que permite a los operadores y al personal de tierra ver imágenes en vivo de la cámara del dron, evaluar la situación y tomar decisiones informadas. Esto puede ser fundamental para identificar a las víctimas, comprender las condiciones del agua y coordinar la respuesta.
- **Modos de vuelo autónomo:**Algunos drones ofrecen modos de vuelo autónomos, como rutas de vuelo preprogramadas o evitación automática de obstáculos. Estas funciones pueden resultar especialmente beneficiosas en condiciones difíciles, donde el operador debe centrarse en otros aspectos de la misión mientras el dron realiza sus tareas, como mantener un patrón de búsqueda establecido o seguir automáticamente una ruta GPS específica.
- **Capacidad de carga útil:**Dependiendo de la misión, un dron puede necesitar llevar cargas adicionales, como cámaras térmicas, sensores adicionales o incluso pequeños equipos de rescate como chalecos salvavidas o dispositivos de flotación. Los drones con mayor capacidad de carga útil son más adecuados para transportar estas herramientas sin comprometer su estabilidad de vuelo o su resistencia.
- **Facilidad de implementación y operación:**Para las operaciones de rescate acuático, los drones deben ser fáciles de desplegar, operar y recuperar. Los sistemas de control fáciles de usar y los diseños de lanzamiento rápido garantizan que los equipos de rescate puedan comenzar las operaciones de inmediato y adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes. Además, los drones que pueden aterrizar de manera segura en el agua o que están equipados con dispositivos de flotación pueden facilitar la recuperación en caso de un aterrizaje de emergencia.

La selección del dron adecuado para las operaciones de rescate acuático es crucial para el éxito de una misión. Los drones diseñados para estos entornos deben ser impermeables o resistentes al agua, estar equipados con cámaras térmicas o infrarrojas para localizar a las víctimas en condiciones difíciles y tener el alcance y la resistencia necesarios para cubrir grandes áreas de manera eficiente. Otras consideraciones, como el mapeo GPS, la transmisión de datos en tiempo real y la capacidad de carga útil, mejoran aún más la utilidad del dron en las misiones de rescate. Al considerar cuidadosamente estos factores, los operadores pueden asegurarse de seleccionar el dron más apropiado para el rescate acuático, maximizando la efectividad de la operación y garantizando la seguridad tanto de las víctimas como de los rescatadores.

## Sección 3.2 Configuración de drones para operaciones acuáticas

La preparación y configuración adecuadas de los drones antes de desplegarlos en operaciones de rescate acuático es esencial para garantizar tanto la seguridad como la eficacia de la misión. En situaciones de rescate de alta presión, hay poco margen de error y el dron debe configurarse correctamente para garantizar que todos los sistemas funcionen como está previsto. Este capítulo se centrará en los elementos clave de la configuración de drones para operaciones de rescate acuático, incluidas las comprobaciones previas al vuelo, la carga y confirmación de las cargas útiles de rescate y la configuración de los ajustes de la cámara para un rendimiento óptimo.

### Comprobaciones previas al vuelo

Las comprobaciones previas al vuelo son fundamentales para garantizar que el dron esté operativo, sea seguro y esté preparado para afrontar las exigencias de una misión de rescate acuático. Una inspección previa al vuelo exhaustiva puede ayudar a prevenir fallos técnicos que podrían poner en peligro el éxito de la operación.

Estos son los componentes clave que se deben comprobar antes del despegue:

- **Comprobación de la batería:** Asegúrese de que tanto el dron como el controlador tengan las baterías completamente cargadas. Es esencial realizar una comprobación de las baterías, especialmente en vuelos más largos sobre el agua, en los que regresar a la base o cambiar las baterías puede no ser posible durante la misión. Si el dron está equipado con varias baterías, verifique que cada una funcione correctamente y tenga suficiente carga para la duración prevista del vuelo.
- **Inspección de la hélice:** Examine las hélices del dron para detectar cualquier signo de daño, desgaste u obstrucción. Las hélices deben estar en excelentes condiciones para garantizar un vuelo suave y seguro. En operaciones de rescate acuático, las hélices dañadas pueden comprometer la estabilidad, especialmente con vientos fuertes o al navegar en aguas turbulentas. Si alguna hélice está agrietada o astillada, reemplácela antes del vuelo.
- **Impermeabilización y Sellados:** En el caso de los drones diseñados para funcionar en condiciones húmedas, asegúrese de que todos los sellos y compartimentos impermeables estén intactos. Compruebe que todos los sellos alrededor de los compartimentos de la batería y del motor estén correctamente asegurados, ya que la entrada de agua podría dañar el dron o afectar su rendimiento. Si el dron tiene dispositivos de flotación, confirme que estén bien sujetos y en buenas condiciones de funcionamiento.
- **Calibración de GPS y brújula:** La precisión del GPS es crucial en las operaciones de rescate acuático para localizar a las víctimas y garantizar una navegación segura. Calibre el sistema GPS y la brújula antes del vuelo para garantizar un posicionamiento preciso y un seguimiento de la ruta de vuelo. Esto es especialmente importante en áreas con infraestructura densa o terrenos difíciles que pueden interferir con las señales GPS.
- **Actualizaciones de firmware y software:** Asegúrese de que el firmware y el software del dron estén actualizados. Los fabricantes lanzan actualizaciones con frecuencia que mejoran la funcionalidad, agregan nuevas características o solucionan errores. Un sistema desactualizado podría provocar fallas o perder oportunidades en la recopilación de datos en tiempo real durante un rescate.
- **Comprobación de sensores y carga útil:** Confirme que todos los sensores, cámaras y otras cargas útiles estén bien fijados y funcionen correctamente. Realice una verificación del sistema de todos los sensores a bordo, incluidas las cámaras termográficas o infrarrojas, el GPS y los sensores de obstáculos. Verifique que proporcionen datos precisos y estén listos para usarse durante el vuelo.
- **Sistemas de comunicación y controladores:** Verifique el sistema de comunicación entre el dron y su controlador. Asegúrese de que el controlador remoto esté emparejado con el dron y de que la conexión sea fuerte y estable. Pruebe la señal de video (si corresponde), la telemetría y las funciones de transmisión en vivo para confirmar que estén operativas antes de la misión.
- **Protocolos de seguridad:** Revisar los protocolos de seguridad con el equipo de rescate. Asegurarse de que todo el personal conozca el plan de vuelo, los procedimientos de emergencia y los canales de comunicación. En las operaciones de rescate acuático, la coordinación del equipo es esencial, por lo que la comunicación entre los operadores de drones, el personal de rescate y los equipos de respuesta a emergencias debe ser clara y eficiente.

### Carga y confirmación de cargas útiles de rescate

En las operaciones de rescate acuático, los drones suelen estar equipados con cargas útiles adicionales que son fundamentales para ayudar a las víctimas, recopilar datos o mejorar las capacidades de búsqueda del dron. Estas cargas útiles deben cargarse y configurarse correctamente para garantizar que funcionen según lo previsto durante la misión. Estos son los pasos para garantizar una gestión exitosa de la carga útil:



- **Selección de la carga útil adecuada:** Dependiendo del tipo de misión de rescate acuático, pueden requerirse diferentes cargas útiles.

Las cargas útiles comunes para misiones de rescate acuático incluyen:

- **Cámaras térmicas e infrarrojas:** Para localizar víctimas en condiciones de baja visibilidad, especialmente en aguas oscuras o turbias. **Dispositivos de flotación:** Algunos drones están equipados con pequeños dispositivos de flotación o chalecos salvavidas que pueden arrojarse a las víctimas en apuros.
- **Luces de búsqueda:** Los drones pueden estar equipados con potentes reflectores para operaciones nocturnas, lo que mejora la visibilidad en entornos con poca luz.
- **Altavoces o megáfonos:** Para comunicarse con las víctimas o el personal de rescate durante la operación.
- **Botiquines de primeros auxilios:** Algunos drones están diseñados para entregar suministros médicos livianos, como botiquines de primeros auxilios o medicamentos que salvan vidas.

Elija la carga útil según los requisitos específicos de la misión, como la ubicación de la víctima, el rescate nocturno o la prestación de asistencia remota.

- **Peso y equilibrio de la carga útil:** Asegúrese de que el peso de la carga útil se encuentre dentro de la capacidad del dron, ya que exceder el límite de peso puede afectar la estabilidad y la resistencia del vuelo. Equilibre adecuadamente la carga útil en el dron para evitar una distribución desigual del peso, que podría afectar su rendimiento de vuelo. El equilibrio de la carga útil es particularmente importante cuando se vuela en condiciones de viento o cuando se necesita un control preciso.
- **Fijación y sujeción de cargas útiles:** Fije la carga útil de forma segura a los puntos de montaje del dron. Ya sea que la carga útil sea una cámara, un dispositivo de flotación o una fuente de luz, asegúrese de que esté firmemente sujeta para evitar que se desprenda durante el vuelo. Si la carga útil está diseñada para soltarse (como un dispositivo de flotación o un botiquín de primeros auxilios), confirme que el mecanismo de liberación esté operativo y listo para desplegarse cuando sea necesario.
- **Prueba de la funcionalidad de la carga útil:** Antes de la implementación, pruebe todas las funciones de la carga útil para asegurarse de que funcionan como se espera. Esto incluye verificar que las cámaras térmicas o infrarrojas estén calibradas, que las luces funcionen correctamente y que todo el equipo de rescate (por ejemplo, dispositivos de flotación) esté correctamente conectado y pueda soltarse cuando sea necesario.
- **Configuración de la carga útil para escenarios específicos:** Ajuste las configuraciones de la carga útil en función de los parámetros de la misión. Por ejemplo:
  - Si realiza una búsqueda de víctimas en un área con poca visibilidad, configure la cámara térmica para obtener la máxima sensibilidad para detectar firmas de calor.
  - Para rescates con poca luz, asegúrese de que el reflector esté en el ángulo adecuado y tenga suficiente duración de batería para iluminar el área de búsqueda.
  - Si se utiliza un altavoz para comunicarse con las víctimas, pruebe el volumen y la claridad del sonido.

#### Configuración de los ajustes de la cámara para operaciones de rescate acuático

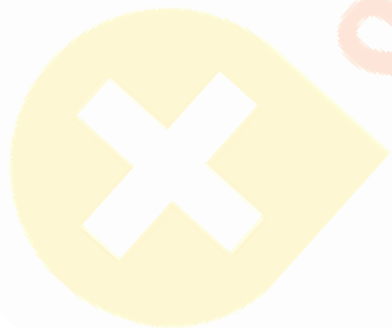
Los ajustes de la cámara son uno de los elementos más importantes de la configuración de un dron para operaciones de rescate acuático. La capacidad de capturar imágenes claras, detalladas y relevantes puede marcar la diferencia a la hora de localizar víctimas o evaluar las condiciones del agua. Los distintos tipos de cámaras, como las visuales, térmicas e infrarrojas, requieren configuraciones específicas para un rendimiento óptimo. A continuación, se explica cómo configurar los ajustes de la cámara:

- **Configuración visual de la cámara:** Las cámaras visuales estándar, que capturan video en el espectro de luz visible, son esenciales para identificar objetos, personas y condiciones ambientales en días despejados y durante el día.
  - **Resolución:** Configure la cámara con la resolución más alta posible para garantizar que las imágenes capturadas sean nítidas y detalladas. Esto es importante para identificar objetos pequeños o personas en el agua, especialmente a distancias más largas.
  - **Exposición:** Ajuste la configuración de exposición según las condiciones de iluminación. En condiciones de luz natural intensa, es posible que deba reducir la exposición para evitar la sobreexposición, mientras que en condiciones más oscuras, es posible que deba aumentarla para capturar más detalles.
  - **Balance de blancos:** Asegúrese de que el balance de blancos esté configurado correctamente en función de las condiciones de iluminación ambiental, ya sea luz diurna, cielo nublado o luz artificial durante la noche.
  - **Enfoque y zoom:** Verifique el enfoque de la cámara y ajuste el nivel de zoom según el área que se esté buscando. Para cuerpos de agua más grandes, es posible que deba usar el zoom para cubrir un área más amplia, mientras que para evaluaciones de cerca de la víctima, será necesario un enfoque más cercano.



- **Configuración de la cámara térmica:** Las cámaras térmicas son fundamentales para detectar las señales de calor de las víctimas en condiciones de baja visibilidad, como por la noche o en días nublados. La configuración adecuada de los parámetros térmicos es vital para garantizar que el dron pueda localizar e identificar con precisión las fuentes de calor.
  - **Sensibilidad y contraste:** Ajuste la sensibilidad térmica y el contraste para mejorar la visibilidad de anomalías térmicas, como el calor emitido por una persona en peligro. Una mayor sensibilidad ayudará a identificar señales de calor débiles en entornos de agua fría.
  - **Paleta de colores:** La mayoría de las cámaras térmicas ofrecen diferentes paletas de colores para representar los distintos niveles de calor. Elija la paleta que ofrezca el mejor contraste para las condiciones actuales. Una opción común es la paleta de "blanco intenso", que resalta los objetos más cálidos en blanco o rojo.
  - **Rango de temperatura:** Configure la cámara térmica en el rango de temperatura adecuado para las operaciones de rescate acuático. La cámara debe poder detectar las diferencias de temperatura corporal, pero también debe ignorar la interferencia de las fluctuaciones de temperatura ambiental, como la temperatura del agua.
- **Configuración de la cámara infrarroja:** Para ciertas misiones de rescate acuático, especialmente cuando hay luz diurna y condiciones de bajo contraste (por ejemplo, agua turbia), las cámaras infrarrojas (IR) proporcionan una capa adicional de claridad.
  - **Contraste y ganancia:** Aumente el contraste para separar las señales de calor del ruido ambiental. Ajuste la ganancia para lograr una visibilidad clara de los objetos en el agua.
  - **Velocidad de obturación:** En entornos altamente dinámicos con movimiento de agua, ajuste la velocidad de obturación para reducir el desenfoque de movimiento, lo que permite obtener imágenes más claras.

La configuración de drones para operaciones de rescate acuático es un proceso integral que implica una preparación y configuración cuidadosa de varios sistemas, cargas útiles y ajustes de la cámara. Las comprobaciones previas al vuelo garantizan que el dron esté funcionando correctamente y que todos los componentes estén listos para su despliegue en condiciones difíciles. La carga y confirmación de las cargas útiles de rescate, incluidos los dispositivos de flotación, las cámaras térmicas y otras herramientas, es esencial para maximizar la eficacia del dron a la hora de localizar víctimas y ayudar a los equipos de rescate. Por último, la configuración de los ajustes de la cámara, en particular para la obtención de imágenes térmicas e infrarrojas, garantiza que el dron pueda funcionar en condiciones de baja visibilidad o alto riesgo, lo que ayuda a identificar víctimas y peligros de manera oportuna. Si siguen estos pasos, los operadores de drones pueden asegurarse de estar completamente preparados para una operación de rescate acuático exitosa y eficiente.



## Módulo 4: Navegación y habilidades de vuelo con drones

En las operaciones de rescate acuático, los drones son herramientas esenciales para realizar reconocimientos aéreos, localizar víctimas y brindar apoyo al personal de tierra. Sin embargo, el despliegue exitoso de drones en situaciones de alto riesgo como esta requiere una sólida comprensión de los principios básicos de vuelo. Los operadores deben estar familiarizados con los controles de vuelo, las técnicas de manejo y la planificación previa al vuelo para garantizar operaciones seguras y efectivas con drones. Este capítulo cubrirá los principios fundamentales del vuelo con drones, incluida una descripción general de los controles de vuelo, el manejo y la estabilidad de los drones, y la planificación previa al vuelo y las listas de verificación para prepararse para las misiones de rescate acuático.

### Sección 4.1 Principios básicos de los drones

#### Revisión de los controles de vuelo

Comprender los controles básicos de vuelo de un dron es esencial para que los operadores mantengan el control durante las operaciones de rescate. Los drones suelen tener cuatro controles de vuelo principales, cada uno de los cuales contribuye a maniobrar el dron de manera eficaz.

- **Acelerador (control de altitud):** El acelerador controla la altitud del dron aumentando o disminuyendo la velocidad de los motores. Al aumentar el acelerador, el dron se eleva y, al disminuirlo, desciende. Un control adecuado del acelerador es fundamental para mantener un vuelo estable, especialmente al volar sobre el agua o sortear obstáculos.
- **Control de rotación (Yaw):** La orientación controla la rotación del dron alrededor de su eje vertical, lo que le permite girar hacia la izquierda o hacia la derecha. Esto es útil para ajustar la orientación del dron o hacer ajustes precisos mientras se desplaza o vuela en una dirección específica. En el rescate acuático, se necesita un control preciso de la orientación cuando se usa el dron para escanear un área específica o cuando el dron necesita ajustar su trayectoria de vuelo en respuesta a condiciones cambiantes.
- **Tono (movimiento hacia adelante/atrás):** El cabeceo controla el movimiento del dron a lo largo de su eje horizontal, lo que le permite moverse hacia adelante o hacia atrás. Cuando se ajusta el cabeceo, el dron se inclina hacia adelante o hacia atrás, lo que hace que se mueva en la dirección correspondiente. Por ejemplo, si se inclina el dron hacia adelante, volará hacia adelante. En el rescate acuático, el control del cabeceo es esencial cuando se vuela el dron por el área de búsqueda o se navega por coordenadas específicas.
- **Rodar (movimiento de lado a lado):** El control de balanceo controla el movimiento lateral del dron, lo que le permite inclinarse hacia la izquierda o hacia la derecha a lo largo de su eje horizontal. El ajuste de balanceo ayuda al dron a navegar lateralmente para evitar obstáculos o mantener una posición estable al responder a condiciones ambientales dinámicas. Es particularmente importante al volar en espacios reducidos o al ajustar la posición del dron en relación con puntos de rescate específicos en el agua.
- **Ajuste y calibración:** Los ajustes de compensación ayudan a afinar los controles del dron, lo que garantiza que este vuele con suavidad y en la dirección deseada. Si un dron no está correctamente compensado, puede desviarse sin control, lo que dificulta mantener la estabilidad. Además, la calibración regular de los giroscopios y acelerómetros del dron garantiza un control de vuelo y una estabilización precisos, lo que es fundamental durante los rescates acuáticos cuando es necesario un funcionamiento suave.

#### Manejo y estabilidad de drones

El manejo y la estabilización del dron son fundamentales para realizar operaciones de rescate acuático con éxito. La estabilidad es esencial tanto para un vuelo suave como para un seguimiento preciso de la ubicación, especialmente en condiciones difíciles, como ráfagas de viento, lluvia o aguas agitadas. A continuación, se indican algunos aspectos clave del manejo y el mantenimiento de la estabilidad durante las operaciones de rescate acuático:

- **Flotar y mantener la posición:** El vuelo estacionario es una de las habilidades de vuelo más importantes que se deben dominar para los rescates acuáticos, ya que el dron a menudo necesitará mantener una posición estable sobre el agua para localizar a las víctimas o capturar imágenes. La mayoría de los drones vienen con una función de "mantenimiento de posición" basada en GPS, que ayuda al dron a mantener su altitud y posición automáticamente. Sin embargo, en áreas con mala señal de GPS (como cerca de edificios altos o bosques densos), pueden ser necesarias habilidades de vuelo estacionario manual.
- **Ajuste fino del desplazamiento:** Para mantener el dron en el aire, es necesario realizar pequeños ajustes en el acelerador, el cabeceo, el balanceo y la guiñada. Es necesario practicar para controlar las pequeñas desviaciones causadas por el viento u otros factores ambientales, especialmente cuando el dron se encuentra en el aire sobre grandes masas de agua, donde una ráfaga repentina de viento puede desequilibrarlo.
- **Consideraciones sobre el viento y el clima:** Las operaciones de rescate acuático suelen realizarse en condiciones de viento o tormenta, lo que puede afectar la estabilidad del dron. La mayoría de los drones de consumo están diseñados para soportar vientos moderados (alrededor de 30-48 km/h), pero cualquier valor superior puede provocar una inestabilidad significativa. Antes de cada vuelo, los operadores deben evaluar las condiciones del viento y hacer un pronóstico para asegurarse de que se encuentren dentro de las capacidades del dron. Los drones con mayor tolerancia al viento tendrán un vuelo más estable en estos entornos.

- **Peligros y estabilidad del agua:** En entornos acuáticos, los drones pueden experimentar inestabilidad debido al movimiento de las olas o las corrientes de agua turbulentas. Es importante tener en cuenta estos factores y realizar ajustes para mantener la estabilidad del dron. Al volar sobre aguas agitadas o en movimiento, evite maniobras repentinas que puedan desestabilizar el dron o provocar que se estrelle. Los movimientos suaves y graduales son clave para manejar el dron con éxito.
- **Aterrizaje de emergencia y recuperación:** En misiones de rescate acuático, puede ser necesario un aterrizaje de emergencia si el dron encuentra alguna dificultad, como batería baja, pérdida de señal GPS o falla técnica. Asegúrese de que el dron tenga una zona de aterrizaje segura designada y, si aterriza en el agua, sepa cómo recuperarlo de manera segura utilizando dispositivos flotantes o un sistema de recuperación. Algunos drones vienen equipados con capacidades de aterrizaje en el agua, que pueden ser útiles en situaciones de emergencia.

#### Planificación y lista de verificación previa al vuelo

La planificación previa al vuelo es esencial para el éxito de una misión de rescate acuático. Asegurarse de que el dron esté listo para operar en las condiciones ambientales específicas, seleccionar la ruta de vuelo adecuada y prepararse para posibles emergencias ayudará a minimizar los riesgos y mejorar la eficacia de la misión. Una lista de verificación previa al vuelo sirve como una forma sistemática de garantizar que todos los aspectos del funcionamiento del dron se consideren cuidadosamente antes del despegue.

#### 1. Evaluación meteorológica previa al vuelo:

- Revise las condiciones meteorológicas locales y los pronósticos, prestando especial atención a la velocidad del viento, la lluvia, la niebla y la temperatura.
- Asegúrese de que las condiciones climáticas estén dentro de los límites operativos del dron, como la tolerancia al viento, y asegúrese de que la visibilidad sea adecuada para las cámaras térmicas y visuales.

#### 2. Comprobación de la batería:

- Confirme que las baterías del dron y del controlador estén completamente cargadas.
- Considere llevar baterías de repuesto, especialmente para operaciones prolongadas o si el dron está operando a gran distancia.

#### 3. Inspección con drones:

- Inspeccione el cuerpo del dron para detectar cualquier signo de daño o desgaste. Busque grietas, suciedad o daños por agua en la estructura del dron.
- Asegúrese de que los motores y las hélices estén libres de residuos y funcionen correctamente.
- Verifique la impermeabilidad del dron y cualquier dispositivo de flotación para asegurarse de que estén intactos.

#### 4. Configuración de la carga útil:

- Verifique que las cámaras, sensores o cualquier otra carga útil del dron estén correctamente asegurados y funcionales.
- Pruebe las cámaras termográficas o infrarrojas para asegurarse de que estén correctamente calibradas y capturen imágenes claras.
- Si transporta cargas útiles de rescate (por ejemplo, dispositivos de flotación o botiquines de primeros auxilios), confirme que estén correctamente sujetos y que se puedan desplegar de manera segura.

#### 5. GPS y sistemas de comunicación:

- Verifique la señal GPS para asegurarse de que el dron pueda rastrear su posición de manera confiable durante el vuelo. Realice una calibración del punto de origen del GPS.
- Confirme que los enlaces de comunicación entre el dron y el controlador sean fuertes y estables.

#### 6. Plan de vuelo y cuadrícula de búsqueda:

- Planifique la ruta de vuelo para la operación de rescate, teniendo en cuenta factores como el viento, las condiciones del agua y los posibles obstáculos.
- Si realiza una búsqueda, utilice una cuadrícula o puntos de referencia para definir áreas específicas a cubrir sistemáticamente.

#### 7. Procedimientos de emergencia:

- Revise los procedimientos de emergencia con el equipo de rescate, incluido cómo manejar la pérdida de señal, batería baja u otros problemas durante el vuelo.
- Asegúrese de que haya un plan claro para recuperar el dron en caso de un aterrizaje de emergencia en el agua, como tener un bote o personal de rescate listo para la recuperación.

#### 8. Protocolos de seguridad:

- Asegúrese de que todos los miembros de la tripulación estén familiarizados con sus funciones y responsabilidades durante el vuelo.
- Establezca límites y zonas de exclusión aérea para evitar interferir con otras aeronaves, embarcaciones o personal en tierra.

Dominar los principios básicos de vuelo es esencial para operar drones en operaciones de rescate acuático. Comprender los controles de vuelo, como el acelerador, la guiñada, el cabeceo y el balanceo, junto con técnicas efectivas de manejo y estabilidad, permite al operador del dron manejar el dron de manera efectiva en condiciones difíciles. La planificación previa al vuelo y el cumplimiento de una lista de verificación exhaustiva garantizan que se aborden todos los riesgos potenciales y que el dron esté listo para la misión en cuestión. Al seguir estos principios, los operadores de drones pueden garantizar el uso seguro y eficaz de los drones en misiones de rescate acuático, mejorando los tiempos de respuesta y aumentando las posibilidades de un resultado exitoso.

## Sección 4.2 Operación de drones en el agua

El uso de drones sobre el agua presenta desafíos únicos que requieren una sólida comprensión de los factores ambientales, las limitaciones del equipo y las estrategias operativas para garantizar que el dron funcione de manera óptima durante las misiones de rescate acuático. Desde la gestión de las condiciones del agua hasta la mitigación de interferencias y la prevención del agotamiento de la batería, este capítulo guiará a los operadores a través de las mejores prácticas para usar drones de manera segura y eficaz en operaciones de rescate en el agua.

### Manejo de las condiciones del agua

Las condiciones del agua son uno de los factores más importantes que afectan el rendimiento de los drones durante las operaciones de rescate acuático. Comprender cómo gestionar los distintos desafíos relacionados con el agua es fundamental para garantizar el éxito de la misión.

- **Acción del viento y las olas:** La combinación de la acción del viento y las olas puede crear condiciones de vuelo inestables, en particular cerca de grandes masas de agua. El viento puede hacer que el dron se desvíe o se vuelva difícil de controlar, especialmente si el dron es liviano o no está equipado con funciones de estabilización. Las olas pueden crear turbulencias en el aire sobre el agua, lo que puede afectar la estabilidad del dron.

#### oEstrategias de mitigación:

- Antes de despegar, evalúa las condiciones del viento. La mayoría de los drones pueden soportar vientos moderados, pero los vientos que superan los 30-40 km/h pueden ser peligrosos, especialmente cerca de grandes masas de agua.
- Tenga en cuenta que incluso aguas que parezcan tranquilas pueden tener corrientes u olas ocultas que pueden afectar la estabilidad del vuelo.
- Utilice las funciones de retención de altitud o GPS del dron para estabilizarlo mientras navega sobre el agua. Esto reduce el riesgo de que el dron pierda altitud o se desvíe de su curso.
- Si opera cerca de aguas agitadas o en movimiento, opte por un dron de mayor rendimiento diseñado para soportar condiciones turbulentas.
- **Temperatura y humedad del agua:** Los cuerpos de agua suelen tener niveles altos de humedad o temperaturas extremas, lo que puede afectar la electrónica y el rendimiento del dron. Estas condiciones pueden provocar condensación en las lentes del dron, lo que afecta la visibilidad o aumenta el riesgo de que entre agua en componentes sensibles.
  - oEstrategias de mitigación:
    - Asegúrese de que el dron sea resistente al agua o tenga un sellado protector adecuado para evitar daños por humedad.
    - Vigile de cerca las condiciones ambientales y evite volar en temperaturas extremas, como condiciones de congelamiento donde la humedad puede congelarse en el cuerpo o las hélices del dron.
- **Agua salada vs. agua dulce:** El agua salada puede ser especialmente dañina para los drones, ya que puede corroer los componentes metálicos del dron con el tiempo. Es fundamental tener en cuenta el tipo de agua en la que operará el dron, especialmente si no ha sido diseñado específicamente para soportar entornos de agua salada.
  - oEstrategias de mitigación:
    - Si opera en agua salada, elija un dron con materiales resistentes a la corrosión o asegúrese de que haya sido tratado para soportar las condiciones del agua salada.
    - Después de volar en entornos de agua salada, limpie bien el dron con agua dulce y déjelo secar por completo para evitar la corrosión.

### Consideraciones sobre la distancia

Al operar drones sobre el agua, es esencial tener en cuenta la distancia desde el punto de lanzamiento, en particular porque los entornos acuáticos ofrecen menos puntos de referencia fiables. Como los drones suelen estar diseñados para limitaciones de alcance específicas, los rescates acuáticos pueden requerir que el operador vuele largas distancias, a veces más allá del alcance operativo normal del dron.

- **Comunicación y pérdida de señal** Cuanto más lejos esté el dron del operador, mayor será el riesgo de pérdida de señal. Sobre el agua, especialmente si el operador está lejos de la costa o no hay una línea de visión clara disponible, las señales de comunicación pueden debilitarse o fallar, lo que puede provocar una posible pérdida de control.

#### oEstrategias de mitigación:

- Conozca siempre el alcance operativo máximo del dron y evite volar más allá de este límite. Siempre planee volar dentro de la línea de visión o utilice sistemas de retransmisión para ampliar los rangos de comunicación, siempre que sea posible.
- Utilice drones con sistemas de comunicación mejorados, como antenas de alta ganancia, para ampliar el alcance y proporcionar una conexión más estable.

- Considere la posibilidad de utilizar drones equipados con funciones de retorno automático al punto de origen (RTH). Si el dron pierde la señal o la carga de la batería, regresará automáticamente al punto de despegue, lo que reduce el riesgo de perderlo sobre el agua.
- **Agotamiento de la batería y gestión de la energía:** Operar sobre el agua aumenta la necesidad de una administración cuidadosa de la energía, ya que los vuelos sobre grandes masas de agua pueden requerir tiempos de vuelo más prolongados. El agotamiento de la batería durante dichos vuelos puede dejar al operador sin tiempo para recuperar el dron, especialmente si aterriza en el agua.
  - **Estrategias de mitigación:**
    - Asegúrese siempre de que la batería del dron esté completamente cargada antes de despegar. Prevea un margen de batería: mantenga suficiente batería para que el dron regrese de manera segura a su punto de despegue.
    - Controle los niveles de batería del dron durante el vuelo y controle constantemente la energía restante. Muchos drones ofrecen actualizaciones del estado de la batería durante el vuelo en el controlador o telemetría durante el vuelo, así que utilícelos para realizar un seguimiento del consumo de energía.
    - Vuele el dron de forma prudente para maximizar la duración de la batería. Evite las aceleraciones rápidas, las maniobras bruscas o volar en condiciones de viento ventoso, ya que agotan la batería más rápido.
- **Seguridad de las baterías y planificación de contingencias:** En las operaciones de rescate acuático, es fundamental contar con un plan de contingencia en caso de agotamiento de la batería, ya que los niveles bajos de batería pueden hacer que el dron aterrice en el agua. Esto podría dificultar la recuperación si el dron no está equipado para aterrizajes en el agua.
  - **Estrategias de mitigación:**
    - Planifique cuidadosamente los tiempos de vuelo para asegurarse de que el dron regrese a la base con suficiente batería. Nunca intente completar una misión sin un margen para el regreso a casa o un aterrizaje de emergencia.
    - Considere llevar baterías adicionales para misiones más largas y tenga baterías de repuesto a mano, especialmente en situaciones donde recargarlas o cambiarlas no es fácilmente posible.
    - Utilice modelos de drones que admitan opciones de batería "extendidas" si la misión requiere una duración de vuelo más larga.

#### Cómo evitar la interferencia del agua

Volar drones sobre el agua presenta el riesgo de interferencias del agua, que pueden afectar a los sensores, motores y otros sistemas críticos del dron. Los problemas relacionados con el agua, como la niebla, las salpicaduras o la inmersión accidental, pueden comprometer el rendimiento del dron y provocar daños costosos o el fracaso de la misión.

- **Salpicaduras de agua y escombros:** Volar sobre el agua aumenta el riesgo de salpicaduras de las olas, el viento o el propio movimiento del dron. Estas salpicaduras pueden dañar los motores, las cámaras u otros componentes sensibles del dron, especialmente si el dron no es impermeable o no está sellado correctamente.
  - **Estrategias de mitigación:**
    - Evite volar demasiado cerca de la superficie del agua o moverse demasiado rápido cerca de ella. Los movimientos lentos y controlados reducen el riesgo de interferencias por salpicaduras y posibles daños al dron.
    - Utilice drones que sean impermeables o tengan cubiertas protectoras para componentes sensibles como motores, hélices y cámaras.
    - Si el dron está equipado con una función de aterrizaje automático, asegúrese de que tenga la capacidad de aterrizar de forma segura en el agua si es necesario. Los drones equipados con dispositivos flotantes pueden minimizar el riesgo de inmersión.
- **Interferencia magnética del agua:** El agua en sí no afecta directamente a los sensores del dron, pero la presencia de estructuras metálicas submarinas o grandes cuerpos de agua salada a veces pueden interferir con la brújula o el magnetómetro del dron, lo que afecta su GPS y estabilidad.
  - **Estrategias de mitigación:**
    - Calibre la brújula del dron antes del vuelo, especialmente si vuela cerca de áreas con interferencias conocidas, como grandes estructuras metálicas o entornos de agua salada.
    - Tenga en cuenta las posibles interferencias magnéticas en el área y mantenga la trayectoria de vuelo del dron libre de cualquier anomalía magnética conocida que pueda afectar su navegación y control.
- **Peligros ambientales:** Además del agua en sí, otros peligros como la actividad de las aves, los barcos o las condiciones de baja visibilidad (como la niebla o la neblina) pueden interrumpir las operaciones de los drones.
  - **Estrategias de mitigación:**
    - Evite volar durante condiciones climáticas adversas como lluvia, niebla o vientos fuertes que puedan obstruir la visibilidad y afectar la estabilidad del dron.
    - Manténgase a una distancia segura de barcos, boyas y otros objetos flotantes para evitar colisiones.
    - Monitoree el entorno del dron para detectar posibles peligros, utilizando la información en tiempo real de la cámara y los sensores.



Para operar drones sobre el agua en operaciones de rescate, es necesario prestar mucha atención a los factores ambientales, las limitaciones de los equipos y las estrategias operativas para garantizar el éxito de la misión. Comprender cómo las condiciones del agua (como el viento, las olas y la temperatura del agua) afectan el rendimiento de los drones es fundamental para realizar operaciones seguras. La planificación de la distancia, la duración de la batería y los desafíos de comunicación ayuda a garantizar que el dron no se quede sin energía ni pierda la conexión en momentos críticos. Al tomar medidas preventivas para evitar la interferencia del agua y gestionar estos factores operativos, los operadores de drones pueden mejorar la seguridad de la misión, la eficacia y el éxito general del rescate en entornos acuáticos.

## Sección 4.3 Navegación de drones en escenarios de rescate

En las operaciones de rescate, los drones se han convertido en herramientas invaluable tanto para misiones terrestres como acuáticas. Equipados con cámaras de alta definición, sensores térmicos, GPS y sistemas avanzados de mapeo, los drones pueden proporcionar vistas aéreas en tiempo real, identificar áreas de rescate y mejorar el conocimiento de la situación, particularmente en entornos desafiantes como los cuerpos de agua. Este capítulo cubre las técnicas esenciales para navegar drones durante escenarios de rescate acuático, incluido el vuelo visual, el mapeo, la identificación de áreas de rescate y la evitación de obstáculos e interferencias.

### 1. Vuelo visual en misiones de rescate

El vuelo visual es el modo de operación fundamental cuando se vuelan drones durante una situación de rescate. Los pilotos deben mantener una línea de visión clara con el dron en todo momento, lo que garantiza que este sea visible y que el piloto pueda reaccionar ante cualquier cambio en el entorno.

- **Línea de visión clara (VLOS):** En las operaciones de rescate acuático, mantener la visibilidad máxima es fundamental. La cámara del dron puede ayudarte a evaluar la situación desde arriba, pero tus ojos deben seguir su posición. Es posible que el piloto deba usar marcadores como mástiles de barcos, personal de rescate o puntos de referencia para mantenerse orientado. Como los entornos acuáticos pueden causar ilusiones ópticas debido a los reflejos y el movimiento, siempre revisa si hay obstrucciones que puedan bloquear tu visión.
- **Transmisión de cámara en tiempo real:** Muchos drones ofrecen una transmisión de video en vivo que puede ayudar a identificar objetivos de rescate, víctimas en peligro o áreas peligrosas. Esta transmisión es fundamental durante una operación de rescate cuando el dron opera lejos del piloto. Utilice la cámara para escanear la superficie del agua, monitorear los movimientos de las personas y verificar si hay señales de peligro u obstáculos ocultos.
- **Orientación del dron:** Es fundamental comprender la orientación del dron y su capacidad para controlarlo desde distintos ángulos. Esto es particularmente importante cuando se navega sobre aguas abiertas, donde las señales visuales son mínimas. Muchos drones cuentan con indicadores de orientación (por ejemplo, adelante, atrás, izquierda, derecha) en la señal de la cámara o en las pantallas de visualización, lo que garantiza que el piloto mantenga el control incluso a distancias significativas.

### 2. Mapeo e identificación de áreas de rescate

El mapeo y la identificación de áreas para operaciones de rescate son vitales para coordinar equipos y concentrar esfuerzos. Los drones equipados con cámaras térmicas y de mapeo pueden ayudar mucho en este proceso.

- **Mapeo geoespacial:** Los drones pueden utilizar su GPS y sensores integrados para crear mapas 2D o 3D en tiempo real de la zona de rescate. Esta tecnología resulta útil para inspeccionar grandes masas de agua en las que es necesario definir claramente las zonas de búsqueda. Los drones pueden programarse para volar a lo largo de rutas predefinidas (puntos de referencia), lo que garantiza que se cubra toda la zona de forma sistemática.
- **Imágenes térmicas:** En los rescates acuáticos, especialmente de noche o en condiciones de poca visibilidad, la termografía es una de las herramientas más eficaces. Los drones con sensores térmicos pueden detectar señales de calor en la superficie del agua, lo que permite localizar a personas en peligro que no son visibles a simple vista. La termografía también ayuda a identificar restos flotantes u obstáculos que podrían suponer un peligro para los rescatistas.
- **Marcación de zonas de rescate:** Una vez identificadas las áreas de interés, los drones pueden ayudar a marcarlas con claridad. Algunos drones permiten la incorporación de marcadores virtuales o puntos de referencia que pueden utilizar los rescatistas en el terreno. Estos marcadores digitales aparecen en mapas o en las transmisiones de drones en tiempo real y dirigen a los rescatistas a ubicaciones específicas. Al capturar coordenadas o marcar visualmente zonas peligrosas o críticas, los drones pueden ayudar a centrar los esfuerzos de búsqueda y rescate.
- **Protocolos de búsqueda de área:** La capacidad de un dron para cubrir grandes áreas de agua en un período corto puede acelerar significativamente las operaciones de búsqueda. Al realizar un estudio aéreo, divida el área de búsqueda en secciones más pequeñas y manejables para garantizar una cobertura completa. Asegúrese de tener en cuenta las condiciones ambientales, como el viento y las corrientes de agua, que pueden requerir que se ajuste la ruta de vuelo para lograr una mayor eficiencia.

### 3. Evitar obstáculos e interferencias

El uso de drones en situaciones de rescate, en particular sobre el agua, conlleva sus propios desafíos, como obstáculos e interferencias que pueden interrumpir las operaciones de vuelo. Los obstáculos en el aire y en la superficie del agua plantean riesgos de seguridad, mientras que los factores ambientales pueden afectar la intensidad de la señal y la precisión del GPS.

- **Identificación de obstáculos aéreos:** Los obstáculos aéreos pueden incluir aves, otros drones voladores o estructuras cercanas como torres y edificios. Asegúrate de mantener una altitud segura para evitar colisiones con dichos objetos. Al volar sobre el agua, es importante tener en cuenta la altura del dron sobre la superficie, ya que la naturaleza reflectante del agua puede hacer que los pilotos calculen mal las distancias.
- **Cómo evitar obstáculos en el agua:** En la superficie del agua, busque objetos como boyas, barcos, escombros flotantes o rocas sumergidas. Los drones pueden estar equipados con sensores de detección de obstáculos, pero los pilotos deben tener cuidado al navegar cerca de la superficie del agua, especialmente en áreas con fuertes corrientes u olas. Algunos drones vienen con sistemas automáticos de evitación de obstáculos que pueden ayudar a prevenir accidentes.
- **Interferencia de señal:** El agua puede reflejar o refractar señales electromagnéticas, lo que puede afectar la conexión del dron al controlador. En entornos de aguas abiertas, la señal puede debilitarse cuanto más se aleje el dron del operador, especialmente si hay grandes distancias, estructuras altas o características geográficas que puedan bloquear la señal. Para mitigar las interferencias, siempre vuele el dron dentro de los límites de alcance especificados por el fabricante. El uso de drones con capacidades GPS mejoradas o la incorporación de amplificadores de señal pueden ayudar a mejorar la intensidad de la señal en áreas remotas u obstruidas.
- **Precisión del GPS y pérdida de señal:** La navegación basada en GPS es vital para las operaciones de rescate con drones. Sin embargo, los cuerpos de agua, especialmente aquellos rodeados de montañas o acantilados, pueden provocar la pérdida o imprecisiones de la señal GPS. En tales casos, los pilotos deben confiar en el vuelo visual y ajustar sus sistemas de control manualmente. Tener un sistema de respaldo, como un sistema de navegación visual o un radar, puede ser útil en condiciones de baja señal GPS.
- **Desafíos ambientales:** Las condiciones meteorológicas, como el viento, la lluvia y la niebla, pueden afectar al rendimiento del dron, especialmente en entornos acuáticos donde las ráfagas de viento son más fuertes e impredecibles. Antes de embarcarse en una misión, consulte los informes meteorológicos y las condiciones de vuelo. Evite volar drones con vientos fuertes o tormentas, ya que pueden provocar inestabilidad o daños en el dron.

### 4. Protocolos de seguridad y coordinación de equipos

Las misiones de rescate son operaciones de alto riesgo que exigen una coordinación precisa y una comunicación clara entre todos los miembros del equipo. Para que una operación con drones sea exitosa, es necesaria una colaboración fluida entre los rescatistas en tierra, los equipos en embarcaciones y los servicios de emergencia.

- **Comunicación:** Establezca un canal de comunicación claro entre el operador del dron y el equipo de rescate en el terreno. Mantenga informados periódicamente al equipo sobre los hallazgos del dron, las áreas identificadas y los obstáculos encontrados. El uso de una radio bidireccional o una aplicación de comunicación directa puede ayudar a agilizar este proceso.
- **Reunión informativa previa al vuelo:** Antes de lanzar el dron, informe a su equipo sobre los objetivos de la misión y los protocolos de emergencia. Esto debe incluir los posibles peligros en el área acuática, las rutas de vuelo, las áreas de interés y cómo se comunicarán los operadores del dron con los equipos en tierra.
- **Identificación del área de rescate:** Una vez que el dron haya marcado las zonas de rescate clave, comparta estos detalles rápidamente con el personal de tierra para que puedan tomar medidas rápidas. Al coordinar el reconocimiento aéreo del dron con los movimientos del equipo de rescate, las operaciones se vuelven más eficientes y los tiempos de respuesta se pueden reducir significativamente.
- **Recuperación de drones y gestión de baterías:** Tenga en cuenta los niveles de batería, especialmente durante misiones largas. Los drones pueden agotar rápidamente su batería en entornos difíciles, por lo que es fundamental gestionar los tiempos de vuelo y tener siempre un plan para un retorno rápido y un aterrizaje seguro. Tenga unidades de drones de respaldo listas para desplegarse en caso de falla técnica.

La integración de los drones en las operaciones de rescate en el agua ha transformado la forma en que respondemos a las emergencias. Su capacidad para mapear grandes áreas, identificar señales de calor y evitar obstáculos los hace indispensables para salvar vidas. Sin embargo, para ser eficaces, los operadores de drones deben tener una gran habilidad en vuelo visual, mapeo y conocimiento de la situación. Al comprender los factores ambientales, la navegación entre obstáculos y los protocolos operativos, los pilotos de drones pueden mejorar en gran medida el éxito de las misiones de rescate, haciéndolas más rápidas, seguras y efectivas.

## Módulo 5: Técnicas de búsqueda y rescate con drones

### Sección 5.1 Patrones de búsqueda para rescate acuático

Las misiones de rescate acuático suelen implicar cubrir grandes áreas en condiciones difíciles. Los drones, equipados con sensores avanzados como cámaras de alta resolución, imágenes térmicas y GPS, han revolucionado la forma en que se llevan a cabo las operaciones de búsqueda y rescate (SAR) en entornos acuáticos. El uso eficaz de patrones de búsqueda, combinado con tecnología de drones de vanguardia, mejora las posibilidades de encontrar víctimas rápidamente y, al mismo tiempo, optimiza el tiempo total dedicado a la misión. En este capítulo, se explorarán los patrones de búsqueda clave, el uso de imágenes térmicas para localizar personas y los métodos para optimizar el tiempo de búsqueda utilizando drones.

#### 1. Patrones de búsqueda en operaciones de rescate acuático

En las operaciones de rescate acuático, el tiempo es fundamental y el área de búsqueda puede ser amplia e impredecible. Al utilizar patrones de búsqueda estructurados, los operadores de drones pueden cubrir sistemáticamente grandes áreas para aumentar la probabilidad de localizar a una persona desaparecida o identificar peligros.

- **Patrón de búsqueda de cuadrícula:**

La búsqueda en cuadrícula es uno de los patrones más eficaces que se utilizan en las operaciones de rescate acuático, especialmente en grandes masas de agua abiertas. Este método implica dividir el área de búsqueda en cuadrados o rectángulos manejables, que el dron cubre sistemáticamente uno por uno.

- **Cómo ejecutar una búsqueda en cuadrícula:**

1. **Definir el área de búsqueda:** Utilice las coordenadas del GPS para delimitar el área de búsqueda en función de la última ubicación conocida de la persona en peligro o del área de interés. Si las coordenadas son inciertas, comience por puntos de referencia conocidos o señales visuales.
2. **Divida el área en cuadrículas:** El área de búsqueda se divide en una serie de cuadrados más pequeños (p. ej., 100 m x 100 m) o rectángulos. El tamaño de cada cuadrícula depende del alcance del dron, el terreno y la misión específica.
3. **Trayectoria de vuelo y superposición:** El dron sigue una trayectoria de vuelo paralela, volando de un lado a otro de la cuadrícula, con una ligera superposición para garantizar una cobertura completa. Un patrón típico de búsqueda en la cuadrícula incluye un recorrido de ida y vuelta del área en pasadas horizontales y verticales.
4. **Monitoreo de cobertura:** Los operadores pueden monitorear la cobertura de la red en tiempo real a través de un mapa superpuesto en la interfaz del dron. El dron debe buscar sistemáticamente en cada red, asegurándose de que no quede ninguna parte sin cubrir.
5. **Completar y reevaluar la cuadrícula:** Una vez cubierta toda la cuadrícula, el operador puede reevaluar el área de búsqueda para refinar las cuadrículas o centrarse en áreas de alta prioridad si no se ha encontrado ninguna señal de la víctima.

- **Ventajas de la búsqueda en cuadrícula:**

- Alta eficiencia para grandes áreas de búsqueda.
- El enfoque sistemático garantiza una cobertura exhaustiva.
- Ayuda a prevenir redundancias y áreas omitidas.
- Fácil de modificar según los resultados de cada cuadrícula.

**Patrón de búsqueda en cuadrícula utilizando tecnología de drones para rescates acuáticos**

Paso	Descripción	Representación visual
Definir el área de búsqueda	Identificar los límites del área de búsqueda utilizando coordenadas GPS o puntos de referencia visuales	Una cuadrícula rectangular que cubre el agua con límites marcados.
Dividir en zonas	Divida el área en celdas de cuadrícula más pequeñas y de igual tamaño para realizar búsquedas sistemáticas.	La cuadrícula dividida en cuadrados o rectángulos con etiquetas (A1, A2, B1, etc.)
Planificar la ruta del dron	Programa el dron para que siga una trayectoria serpenteante, asegurando la cobertura de cada célula.	Flechas que ilustran un patrón en zigzag a lo largo de la cuadrícula.
Lanzar el dron	Comience la búsqueda desde el punto de inicio designado, generalmente en una esquina de la cuadrícula.	Un 'Punto de inicio' etiquetado con el dron moviéndose a lo largo de la primera fila de la cuadrícula.
Búsqueda sistemática (ver siguiente sección a continuación)	El dron se mueve hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la cuadrícula, capturando videos o imágenes térmicas para su análisis.	Flechas que muestran el movimiento hacia adelante y hacia atrás del dron dentro de las celdas de la cuadrícula.
Cobertura de superposición	Asegúrese de que haya ligeras superposiciones en la cobertura para evitar omitir áreas entre las líneas de la cuadrícula.	Zonas de escaneo superpuestas resaltadas en el gráfico
Punto final	Completa la búsqueda en la esquina opuesta del punto de partida.	Un 'Punto final' etiquetado con una finalización de ruta clara

Este gráfico proporciona un método estructurado y eficiente para realizar rescates acuáticos asistidos por drones, garantizando la máxima cobertura y minimizando el tiempo de búsqueda.

- **Cobertura sistemática:**

La cobertura sistemática implica volar el dron a lo largo de líneas de vuelo planificadas previamente que cubren toda el área de búsqueda. A diferencia de la búsqueda en cuadrícula, la cobertura sistemática suele utilizar una ruta de vuelo más amplia, con drones volando a lo largo de rutas lineales y ajustándose a los obstáculos o peligros del entorno.

- o **Cómo ejecutar una cobertura sistemática:**

1. **Preparación del área de búsqueda:** Identificar líneas de vuelo específicas en función del GPS o de la señal visual del dron. En un escenario de rescate acuático, las líneas de vuelo suelen planificarse a lo largo de estructuras naturales o artificiales, como riberas de ríos, costas o alrededor de embarcaciones o muelles.
2. **Ajustes constantes:** Como el dron cubre una línea de vuelo, se realizan ajustes en función de los cambios ambientales, como las corrientes o las condiciones climáticas, lo que garantiza que el área se revise minuciosamente desde diferentes ángulos.
3. **Mapeo en tiempo real:** Un mapa en tiempo real, a menudo generado por el sistema GPS del dron, puede ayudar al operador a rastrear la cobertura y hacer pequeñas correcciones en las líneas de vuelo. Esto ayuda a cubrir los puntos ciegos que dejan los obstáculos, como rocas o árboles grandes, que pueden oscurecer la vista.

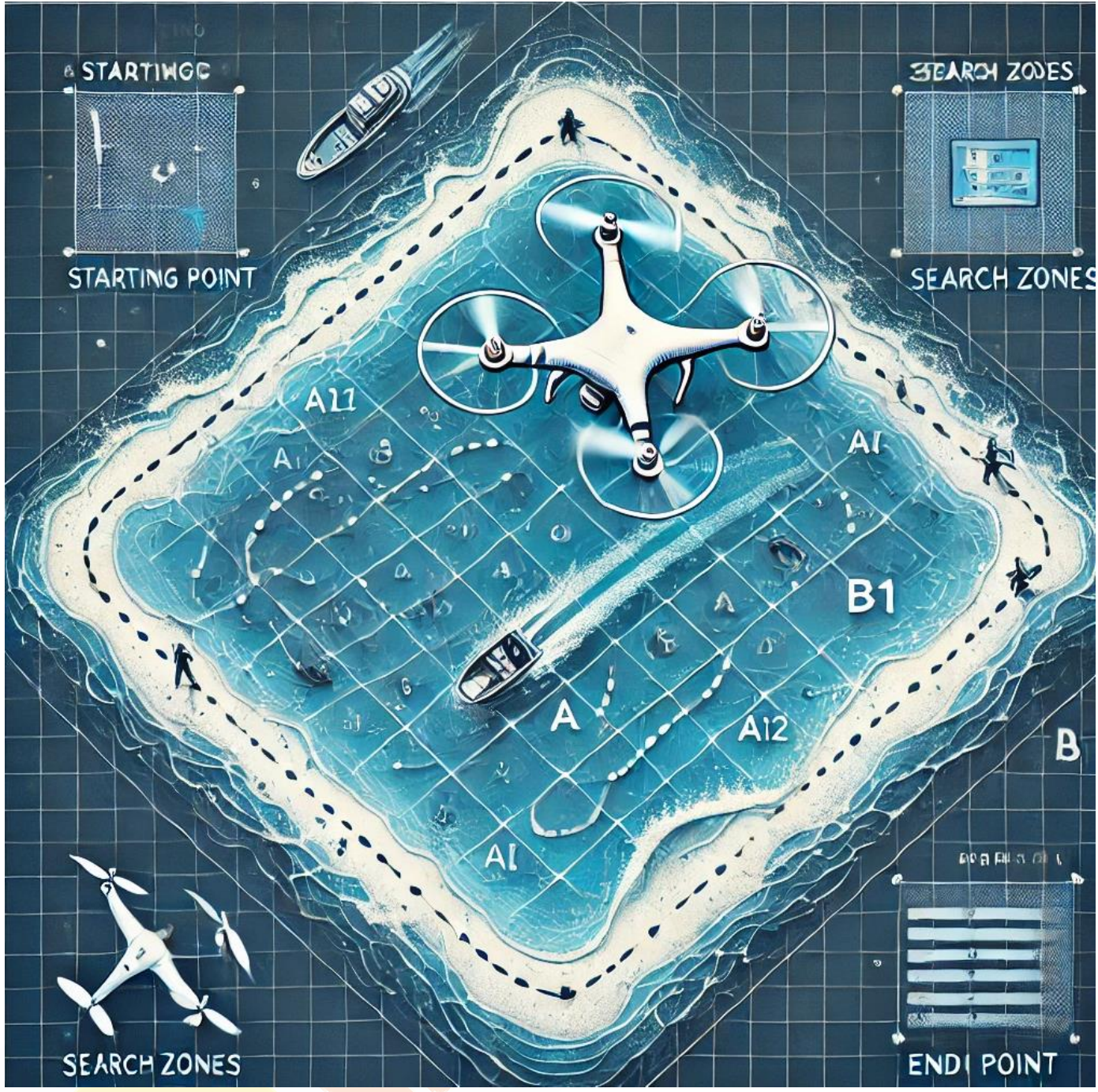
- o **Ventajas de la cobertura sistemática:**

- Ideal para áreas sin divisiones de cuadrícula claras, como entornos costeros o fluviales.
- Más flexible para entornos de búsqueda que cambian constantemente.
- Proporciona una excelente cobertura visual de áreas grandes y pequeñas.

## 2. Uso de imágenes térmicas para localizar personas

La tecnología de imágenes térmicas es una de las herramientas más valiosas para localizar a personas en peligro durante misiones de rescate acuático. A diferencia de las cámaras visuales o infrarrojas, que dependen de la luz, las imágenes térmicas detectan señales de calor, lo que permite que el dron localice a las personas incluso en condiciones de baja visibilidad, como por la noche o en entornos con niebla.





Este gráfico ilustra un patrón de búsqueda en cuadrícula en un escenario de rescate acuático con un dron. Muestra visualmente la trayectoria de vuelo sistemática en zigzag sobre un área de búsqueda dividida.

FIGURE WRS.48.362





- **Imágenes térmicas para detección de personas:**

Al buscar personas desaparecidas en el agua, las personas suelen mostrar una señal térmica distintiva. Incluso si la persona está sumergida o flotando en el agua, las cámaras térmicas pueden detectar diferencias de temperatura entre el cuerpo y el agua circundante. Esta capacidad permite a los rescatistas localizar a personas que de otro modo serían difíciles de ver con las cámaras tradicionales.

- o **Técnicas de imagen térmica:**

1. **Ajuste de la sensibilidad térmica:** Dependiendo de la temperatura del agua y la condición de la persona (si está sumergida, flotando o aferrada a escombros), el operador del dron debe ajustar la sensibilidad de la cámara térmica para garantizar que detecte las firmas de calor humanas de manera efectiva.
2. **Escaneo de superficie:** El dron debe comenzar volando a mayor altitud, escaneando la superficie del agua en busca de señales de calor. En aguas tranquilas, es más fácil detectar a las personas debido al contraste entre el calor de su cuerpo y el agua más fría que las rodea.
3. **Detección de víctimas sumergidas:** En el caso de las víctimas sumergidas, la termografía puede ser eficaz si la víctima está cerca de la superficie. Es posible que el calor del cuerpo de la persona no se disipe de inmediato, lo que permite que el dron detecte una anomalía en la temperatura de la superficie del agua.
4. **Ajuste de las rutas de vuelo para una mejor detección:** Es posible que el piloto deba ajustar la trayectoria de vuelo o la altitud del dron cuando la termografía no revele las señales de calor debido a los fuertes reflejos del sol o a factores ambientales. Volar en círculos sobre diferentes áreas a distintas alturas puede mejorar la detección.

- o **Ventajas de la termografía:**

- Proporciona datos vitales en condiciones de baja visibilidad, como operaciones nocturnas o mal tiempo.
- Ayuda a localizar a las víctimas de forma más eficiente al resaltar las diferencias de temperatura.
- Permite la detección de personas que no son visibles a simple vista, aumentando la probabilidad de encontrar personas desaparecidas.

### 3. Optimización del tiempo de búsqueda con tecnología de drones

La optimización del tiempo es crucial en las misiones de rescate acuático. Los drones equipados con GPS, sistemas de mapeo y capacidades de comunicación en tiempo real mejoran significativamente la velocidad y la eficiencia de las operaciones SAR. A continuación, se presentan varias formas en las que los drones pueden optimizar el tiempo de búsqueda durante las misiones de rescate acuático:

- **Cobertura aérea en tiempo real:** Los drones pueden cubrir una gran superficie mucho más rápido que los equipos de búsqueda humanos o los barcos, lo que permite a los rescatistas evaluar grandes secciones de agua desde el aire. Al utilizar transmisiones de video en vivo y datos en tiempo real, los operadores de drones pueden identificar rápidamente áreas clave que requieren mayor atención. Esto reduce la necesidad de búsquedas extensas por parte de equipos terrestres.
- **Rutas de vuelo automatizadas y puntos de referencia:** Los drones pueden programarse con rutas de vuelo y puntos de referencia automatizados, lo que les permite buscar áreas predefinidas de forma autónoma. Esto reduce el tiempo que se dedica a controlar manualmente el dron y garantiza que se cubran áreas extensas de forma sistemática con un mínimo de errores humanos.
- **Mapeo y segmentación de áreas:** Los drones equipados con software de mapeo pueden dividir el área de búsqueda en secciones más pequeñas y manejables, lo que permite a los operadores concentrarse en zonas de alta prioridad. Esto permite una asignación más eficiente de los recursos y una identificación más rápida de zonas potencialmente peligrosas o personas desaparecidas.
- **Integración y coordinación de datos:** Los drones equipados con GPS pueden integrar sus datos con otros esfuerzos de búsqueda y rescate, incluidos los equipos terrestres y los barcos. Al compartir las coordenadas, el progreso de la búsqueda y los hallazgos clave con el centro de comando de rescate, la tecnología de los drones ayuda a agilizar las operaciones generales, lo que reduce los retrasos en la respuesta a posibles pistas.
- **Gestión de baterías y planificación eficiente de vuelos:** Los drones equipados con baterías de alta capacidad pueden permanecer en el aire durante períodos prolongados y cubrir grandes áreas sin necesidad de recargas frecuentes. Las estrategias de gestión de baterías, que incluyen la optimización de los tiempos de vuelo y la planificación de la recarga o el reemplazo, pueden garantizar que los drones funcionen de manera continua durante toda la operación de búsqueda. Para misiones de mayor alcance, también puede ser necesario desplegar drones adicionales para reducir el tiempo de inactividad.

Los patrones de búsqueda eficaces son esenciales para el éxito de las operaciones de rescate acuático. Al utilizar búsquedas en cuadrícula y una cobertura sistemática, los operadores de drones pueden garantizar que se busquen exhaustivamente áreas extensas y difíciles. La incorporación de imágenes térmicas mejora la capacidad de localizar a las personas, incluso en condiciones de baja visibilidad, mientras que el uso de drones optimiza el tiempo de búsqueda general, lo que reduce los tiempos de respuesta y mejora las posibilidades de un rescate exitoso. A medida que la tecnología de los drones siga evolucionando, su papel en las misiones de rescate acuático no hará más que crecer, lo que permitirá operaciones más rápidas, eficientes y seguras tanto para los rescatistas como para las víctimas.

## Sección 5.2 Identificación y seguimiento de las víctimas de rescate

En el contexto de las operaciones de rescate acuático, la identificación y el seguimiento de las víctimas en peligro es una habilidad crucial para el despliegue eficaz de los drones acuáticos. Los drones acuáticos, equipados con tecnología avanzada de imágenes, sensores y sistemas de comunicación en tiempo real, pueden mejorar drásticamente la velocidad y la precisión de las misiones de búsqueda y rescate (SAR). En este capítulo se explicará cómo identificar a los sujetos en peligro, rastrear sus movimientos y establecer una comunicación eficaz con los equipos terrestres para un despliegue rápido.

### 1. Identificación de sujetos en peligro

El primer paso para que una operación de rescate acuático tenga éxito es identificar a las víctimas que necesitan ayuda. Los drones acuáticos suelen tener cámaras de alta resolución, sensores de imagen térmica y capacidades infrarrojas que les permiten detectar víctimas incluso en condiciones ambientales difíciles.

#### A. Indicadores visuales de angustia

Al utilizar drones, los operadores deben buscar varias señales visuales que sugieran que un sujeto está en peligro:

- **Movimientos ondulatorios:** Las víctimas en peligro pueden tener dificultades para mantenerse a flote, lo que provoca movimientos irregulares y erráticos en el agua.
- **Movimientos de brazos:** Una persona en apuros a menudo agita los brazos pidiendo ayuda o puede ser vista intentando mantenerse a flote.
- **Desorientación:** Las víctimas pueden parecer desorientadas, girando en círculos o moviéndose erráticamente.
- **Quietud en el agua:** Una víctima que no se mueve ni flota puede estar inconsciente o ser incapaz de rescatarse por sí sola.
- **Color de la ropa:** La ropa llamativa o llamativa puede facilitar la localización de un sujeto. La uniformidad en la ropa, como los chalecos salvavidas o los trajes de neopreno, suele ser un signo revelador de una víctima.

#### B. Detección térmica e infrarroja

En situaciones de baja visibilidad, como durante operaciones nocturnas o en aguas agitadas, se pueden utilizar sensores infrarrojos y térmicos para detectar señales de calor. Las diferencias entre el calor corporal de la víctima y la temperatura del agua circundante pueden ayudar a los operadores a identificar dónde se encuentra la víctima. Es importante tener en cuenta que:

- **Firmas de calor:** La firma térmica de una persona es generalmente más alta que la del entorno que la rodea, especialmente en agua fría.
- **Factores ambientales:** Tenga en cuenta las interferencias del entorno, como el calor del sol en días tranquilos o las temperaturas del aire más frías, que pueden afectar la imagen térmica.

#### C. Uso de la inteligencia artificial (IA)

Muchos drones acuáticos avanzados están equipados con software de inteligencia artificial que puede detectar e identificar automáticamente formas humanas en el agua, lo que a menudo reduce la dependencia de la observación manual. Estos sistemas pueden utilizar algoritmos para resaltar posibles sujetos en peligro y alertar al operador.

### 2. Seguimiento del movimiento

Una vez identificado un sujeto, es fundamental rastrear su movimiento en el agua para determinar su ubicación y ayudar en operaciones de rescate seguras.

#### A. Uso de GPS y sensores a bordo

Los drones acuáticos suelen incluir tecnología GPS y sensores de movimiento integrados que pueden rastrear tanto la ubicación de la víctima como la posición del dron. El operador del dron debe utilizar el seguimiento en tiempo real para monitorear:

- **El movimiento de víctimas:** Incluso si el sujeto se mueve de manera impredecible, el seguimiento continuo puede ayudar a predecir sus próximos movimientos.
- **Corrientes de agua y viento:** Los factores ambientales como las corrientes de agua y el viento pueden alterar el movimiento de la víctima. Los operadores deben estar atentos a la dirección y velocidad de estos factores, ya que pueden ayudar a predecir la trayectoria de la víctima.

#### B. Posicionamiento de drones

Los drones deben mantener una distancia estable de la víctima para garantizar un seguimiento constante. Los operadores deben evitar volar demasiado cerca de la víctima, ya que el ruido y la presencia del dron podrían aumentar el pánico. Al mismo tiempo, el dron debe permanecer lo suficientemente cerca para garantizar que la víctima pueda ser localizada y mantenida dentro del área de búsqueda.

#### C. Uso compartido de ubicación en tiempo real

Una vez que se ha localizado al sujeto, es fundamental compartir la ubicación en tiempo real para la coordinación con los equipos de tierra. Los drones pueden transmitir coordenadas GPS y transmisiones de video en vivo a dispositivos móviles o centros de comando, que luego se retransmiten al personal de rescate en tierra o en botes. Es esencial que el sistema del dron sea compatible con el GPS, las comunicaciones y el software de gestión de rescate que utiliza el equipo de tierra.

### 3. Comunicación con los equipos de tierra

La comunicación clara y en tiempo real entre el operador del dron y los equipos de rescate terrestre es fundamental para garantizar una respuesta eficiente y un rescate seguro. La falta de comunicación puede provocar demoras, errores y posibles daños tanto a la víctima como a los rescatistas.

#### A. Sistemas de comunicación directa

La mayoría de los drones están equipados con capacidades de comunicación que permiten a los operadores transmitir información directamente al equipo de tierra. Esto incluye:

- **Comunicación por voz:** Algunos drones están equipados con altavoces o sistemas de comunicación bidireccional que pueden permitir al operador del dron comunicarse con la víctima o transmitir instrucciones al equipo de rescate.
- **Intercambio de datos:** La señal de video en tiempo real, las imágenes térmicas y las coordenadas GPS del dron deben enviarse directamente al equipo en tierra. Esto permite a los rescatistas rastrear los movimientos de la víctima y desplegar recursos de manera eficiente.

#### B. Coordinación con embarcaciones y personal de rescate

Los equipos terrestres pueden incluir personal en botes de rescate, a lo largo de la costa o incluso apoyo aéreo. El operador del dron debe proporcionar actualizaciones frecuentes sobre la posición del sujeto, sus movimientos y el entorno para coordinarse con los equipos terrestres. Se debe establecer un protocolo de comunicación claro antes de la misión para garantizar que todas las partes conozcan sus funciones.

- **Embarcaciones de rescate:** Los operadores de drones pueden guiar a los barcos de rescate directamente a la ubicación de la víctima mediante coordenadas GPS. Los drones también pueden proporcionar vistas aéreas de la escena para ayudar a los operadores de los barcos a navegar a través de obstáculos, como rocas o escombros.
- **Personal de la costa:** Cuando interviene el personal costero, los drones pueden ofrecer una visión general del área de búsqueda, ayudando a guiar a los rescatistas hacia el lugar donde es probable que la víctima emerja del agua.

#### C. Cómo tratar con víctimas múltiples

En casos con múltiples víctimas o cuando la situación cambia rápidamente, los operadores pueden necesitar rastrear a varios sujetos a la vez. Los drones deben poder cambiar entre múltiples modos de rastreo y proporcionar a los equipos terrestres diferentes ubicaciones en tiempo real.

### 4. Despliegue de dispositivos de rescate

Uno de los principales beneficios de los drones en el rescate acuático es su capacidad de desplegar rápidamente dispositivos de flotación u otras herramientas de rescate para ayudar a la víctima.

#### A. Líneas de vida asistidas por drones

Los drones pueden transportar cuerdas ligeras, boyas o incluso chalecos salvavidas. Una vez que se localiza y rastrea a la víctima, el operador del dron puede dejar caer estos dispositivos desde el aire, lo que permite que la víctima se sujete a ellos para flotar.

#### B. Despliegue de embarcaciones o personal

Si bien los drones pueden ayudar en la identificación y el seguimiento inicial de las víctimas, el equipo de tierra generalmente debe llevar a cabo el rescate final. Los drones pueden proporcionar orientación y ajustes continuos para ayudar al personal de tierra a navegar de manera eficaz hacia el objetivo.

La localización y el seguimiento de las víctimas de rescate con drones acuáticos ofrece ventajas sin precedentes en las operaciones de búsqueda y rescate. Al combinar datos en tiempo real, GPS y herramientas de comunicación, los drones acuáticos permiten a los operadores localizar a las víctimas de forma rápida y eficiente, seguir sus movimientos y comunicarse con los equipos de rescate sobre el terreno. La integración de la tecnología de los drones en las misiones de rescate no solo mejora la eficacia de la respuesta, sino que también aumenta la seguridad y la velocidad de las operaciones de rescate. A medida que la tecnología de los drones siga evolucionando, estas capacidades no harán más que aumentar, lo que los convierte en una herramienta inestimable en los rescates acuáticos.

## Sección 5.3 Entrega de carga útil para rescate

En las operaciones de rescate en el agua, la capacidad de entregar dispositivos salvavidas de forma rápida y precisa puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte. Los drones acuáticos, equipados con sistemas especializados de entrega de carga útil, ofrecen una solución única y muy eficaz para esta tarea crítica. Estos drones pueden transportar una variedad de dispositivos salvavidas, como chalecos salvavidas, dispositivos de flotación y cuerdas de rescate, y entregarlos exactamente donde se necesitan. Este capítulo se centra en el proceso de entrega de carga útil para rescates, incluidos los tipos de dispositivos que se pueden entregar, la coordinación con el personal de tierra y el tiempo y la precisión necesarios para un despliegue eficaz.

### 1. Tipos de cargas útiles que salvan vidas

Los drones acuáticos pueden transportar y entregar varios tipos de dispositivos salvavidas, cada uno diseñado para un propósito específico. La elección del dispositivo adecuado para la situación depende de la condición de la víctima, el entorno y las capacidades del dron.

#### A. Chalecos salvavidas y dispositivos de flotación personal (PFD)

Los chalecos salvavidas y los PFD son las cargas útiles más comunes que se utilizan en rescates acuáticos. Pueden mantener a una víctima a flote, proporcionar flotabilidad y ayudar a prevenir el ahogamiento. Los drones pueden transportar chalecos salvavidas inflables compactos que se pueden desplegar al instante.

- **Mecanismo de despliegue:** Muchos drones están equipados con ganchos o mecanismos de liberación que permiten dejar caer chalecos salvavidas directamente en las manos de la víctima o cerca de ellas en el agua. Algunos drones pueden incluso llevar pequeños chalecos salvavidas inflables que la víctima puede ponerse inmediatamente.

#### B. Lanzar anillos y boyas

Los anillos de rescate y los sistemas de boyas se utilizan a menudo para víctimas que están al alcance pero que pueden estar demasiado lejos para un rescate físico inmediato. Estos dispositivos ayudan a las víctimas a mantenerse a flote mientras esperan más ayuda.

- **Mecanismo de despliegue:** Los drones pueden lanzar anillos o boyas arrojándolos al agua cerca de la víctima. Una vez que la víctima agarra el anillo, se lo puede mantener a flote mientras el dron continúa monitoreando la situación o dirige al personal de tierra al lugar.

#### C. Cuerdas de rescate y líneas de vida

Las cuerdas y los cabos salvavidas son fundamentales cuando la víctima no puede alcanzar el dron o está demasiado lejos de la orilla o de un bote de rescate. Los drones acuáticos pueden llevar cuerdas livianas que se dejan caer directamente sobre la víctima.

- **Mecanismo de despliegue:** Los drones con mecanismos de liberación de carga pueden dejar caer cuerdas hacia la víctima en peligro. Algunos drones tienen sistemas que permiten que la cuerda se desenrolle gradualmente, lo que garantiza que sea fácil para la víctima agarrarla o atarla en el agua.

#### D. Botiquines de primeros auxilios y suministros de emergencia

En algunos casos, la víctima puede requerir primeros auxilios inmediatos, como en caso de hipotermia o lesiones menores. Los drones pueden transportar suministros de emergencia como botiquines de primeros auxilios, mantas o equipo médico, que se pueden dejar caer cuando sea necesario.

- **Mecanismo de despliegue:** Estos suministros suelen estar embalados en pequeños contenedores impermeables y pueden arrojarse cerca de la víctima. El operador del dron debe evaluar cuidadosamente el estado de la víctima para determinar si se necesitan suministros médicos de inmediato.

### 2. Mecanismos de entrega de carga útil

La entrega de cargas útiles que salvan vidas es un proceso preciso que requiere una coordinación y un equipamiento cuidadosos. Los distintos drones están equipados con distintos sistemas de entrega de cargas útiles, como:

#### A. Ganchos de liberación o goteros

Los drones pueden estar equipados con ganchos o lanzadores que permiten liberar la carga en un momento determinado. Estos sistemas pueden ser controlados de forma remota por el operador, lo que garantiza que la carga se despliega directamente en el agua o cerca de la víctima.

#### B. Sistemas de cabrestante

Para lograr un lanzamiento más controlado, especialmente en situaciones en las que la víctima está demasiado lejos del dron, se puede utilizar un sistema de cabrestante. El cabrestante permite que el dron baje una carga útil, como un aro salvavidas o una cuerda, hasta la víctima, asegurándose de que se mantenga a su alcance.

#### C. Mecanismo de expulsión de carga útil

Algunos drones están diseñados con mecanismos de expulsión que liberan la carga de forma rápida y eficaz. Estos sistemas se utilizan normalmente para objetos ligeros, como dispositivos arrojados (flotadores salvavidas o pequeñas boyas). La carga se puede dejar caer desde una altura o en un ángulo preciso para garantizar que llegue a la víctima.



#### D. Dispositivos inflables

En el caso de cargas útiles como chalecos salvavidas inflables, los drones pueden estar equipados con cartuchos de aire comprimido o CO2 que inflan el dispositivo inmediatamente después de soltarlo. Esto garantiza que la víctima pueda comenzar a utilizar el dispositivo sin demora.

### 3. Coordinación con personal de tierra para rescate físico

Si bien los drones son sumamente eficaces para el despliegue inicial de dispositivos salvavidas, una operación de rescate exitosa a menudo requiere la intervención física del personal de tierra. La coordinación eficaz entre el operador del dron y los equipos de tierra es fundamental para una operación de rescate sin inconvenientes.

#### A. Comunicación en tiempo real

El operador del dron debe mantener una comunicación constante con el personal de tierra para garantizar que se desplieguen los dispositivos correctos en el momento y lugar adecuados. Esto se puede lograr mediante radios, aplicaciones móviles o software de comunicación que integre transmisiones de video en tiempo real y coordenadas GPS.

- **El papel del operador del dron:** El operador del dron es responsable de proporcionar actualizaciones sobre la posición de la víctima, dirigir al personal de rescate a la escena y entregar dispositivos para salvar vidas según sea necesario.
- **El papel del personal de tierra:** Los equipos de tierra, que pueden incluir botes de rescate, personal costero o personal médico de emergencia, deben estar preparados para intervenir físicamente una vez que se localice a la víctima o se entregue la carga útil.

#### B. Uso compartido de ubicación en tiempo real

Gracias a las capacidades GPS del dron, los operadores pueden proporcionar actualizaciones de ubicación en tiempo real al personal en tierra. Esto permite que el equipo de rescate tome decisiones rápidas sobre dónde moverse y cuándo realizar el rescate físico.

- **Embarcaciones de rescate:** Si la víctima se encuentra cerca o en un bote, los operadores de drones pueden guiar el bote hasta la ubicación de la víctima. Una vez que el dron ha entregado un dispositivo salvavidas, el bote puede realizar un rescate físico rápidamente.
- **Personal de tierra:** Si la víctima está cerca de la orilla, los drones pueden proporcionar vistas aéreas para ayudar a los rescatistas a navegar por el agua y evitar obstáculos como rocas o escombros. Una vez que se entrega el dispositivo, los rescatistas pueden acercarse a la víctima con el equipo de seguridad en la mano.

#### C. Preparación de las víctimas

Mientras el dron se concentra en entregar la carga, los equipos de tierra deben estar preparados para ayudar físicamente a la víctima. Esto puede incluir:

- **Asegurar a la víctima:** Si se entrega un aro salvavidas o una boya, los rescatistas en los barcos o en la costa deben estar preparados para asegurar a la víctima y evitar más movimientos o pánico.
- **Extracción física:** En algunos casos, puede ser necesario sacar físicamente a la víctima del agua, lo que requiere un cuidadoso trabajo en equipo para evitar lesiones o estrés a la víctima.

### 4. Sincronización y precisión de la entrega de la carga útil

El éxito de una operación de rescate con drones acuáticos depende en gran medida de la precisión y el momento oportuno de la entrega de la carga. Se deben tener en cuenta varios factores para garantizar que la carga llegue a la víctima sin demora y de la manera correcta.

#### A. Velocidad de implementación

El tiempo es fundamental en las operaciones de rescate acuático. Cuanto más rápido se despliegue un dispositivo salvavidas en dirección a una víctima, mayores serán sus posibilidades de supervivencia. Los drones suelen poder liberar cargas útiles en cuestión de segundos después de identificar el objetivo, pero el operador debe estar preparado para responder de inmediato a los cambios en la posición de la víctima o en el entorno.

- **Condiciones del viento y del agua:** Los drones deben tener en cuenta la velocidad del viento, las corrientes de agua y otros factores ambientales al soltar la carga útil. Estos elementos pueden alterar la trayectoria del dispositivo y el operador debe realizar los ajustes necesarios para garantizar la precisión.
- **Movimiento de víctimas:** Las víctimas pueden moverse de forma impredecible, especialmente si están en pánico o inconscientes. Los operadores de drones deben ajustar su trayectoria de vuelo para liberar las cargas en la ubicación prevista de la víctima, teniendo cuidado de no errar el objetivo.

#### B. Exactitud de la entrega

Para que la carga se pueda entregar con precisión, es necesario controlar el dron con precisión. Los operadores deben utilizar datos en tiempo real de las cámaras de a bordo, sensores térmicos y sistemas GPS para guiar al dron a medida que se acerca a la víctima.

- **Guía de cámara:** Las transmisiones de video en vivo de la cámara del dron pueden ayudar a los operadores a monitorear los movimientos de la víctima y ajustar la liberación de la carga útil en tiempo real.
- **Algoritmos de segmentación:** Muchos drones avanzados vienen con algoritmos incorporados que pueden ayudar a orientar con precisión la carga útil, teniendo en cuenta la ubicación de la víctima y las variables ambientales que afectan el vuelo del dron.

La entrega de cargas útiles es un aspecto fundamental de las operaciones de rescate con drones acuáticos, ya que permite el despliegue rápido de dispositivos salvavidas para las víctimas en peligro. Al comprender las distintas cargas útiles disponibles, utilizar mecanismos de entrega precisos y coordinarse con los equipos terrestres para los rescates físicos, los operadores de drones pueden proporcionar asistencia vital en situaciones que amenazan la vida. Con énfasis en la sincronización, la precisión y la comunicación efectiva, los drones acuáticos son una herramienta valiosa para mejorar la seguridad, la velocidad y la eficacia de las operaciones de rescate en el agua. A medida que la tecnología de los drones continúa evolucionando, el potencial de sistemas de entrega de cargas útiles aún más avanzados y una mejor coordinación con los equipos terrestres mejorarán aún más la eficiencia de estas misiones para salvar vidas.



World Academy of  
Safety & Health

## ***Módulo 6: Técnicas avanzadas de búsqueda y rescate***

## Sección 6.1 Drones en condiciones climáticas extremas

Las misiones de búsqueda y rescate (SAR) en condiciones climáticas extremas son algunas de las operaciones más desafiantes a las que se enfrentan los rescatistas. Sin embargo, el uso de drones acuáticos ha revolucionado la forma en que se llevan a cabo las operaciones de rescate en tales escenarios. Los drones son capaces de operar en entornos peligrosos, incluidos grandes masas de agua, aguas de inundación de rápido movimiento y condiciones climáticas adversas, donde los métodos de rescate tradicionales pueden ser peligrosos o ineficaces. Este capítulo explorará el uso de drones en condiciones climáticas extremas, centrándose en las operaciones de búsqueda en grandes masas de agua, aguas de rápido movimiento o inundaciones, y la operación de drones durante condiciones climáticas adversas.

### 1. Operaciones de búsqueda en grandes masas de agua

Las grandes masas de agua, como océanos, lagos y ríos caudalosos, plantean desafíos únicos en las operaciones de búsqueda y rescate. La escala de la zona, la profundidad del agua y la posibilidad de desorientación de las víctimas pueden hacer que los métodos tradicionales de búsqueda y rescate sean lentos e ineficientes. Los drones acuáticos son especialmente adecuados para estas tareas porque pueden cubrir grandes áreas rápidamente y proporcionar datos en tiempo real a los equipos terrestres.

#### A. Cobertura de grandes áreas

Una de las ventajas más importantes de los drones en grandes masas de agua es su capacidad de cubrir amplias áreas de búsqueda mucho más rápido que el personal humano o los barcos. Los drones equipados con cámaras de alta resolución, sensores de imagen térmica y sistemas GPS pueden escanear rápidamente grandes extensiones de agua, identificando a las posibles víctimas con mayor eficiencia.

- **Patrones de cuadrícula de búsqueda:** Al realizar una búsqueda, los drones pueden volar siguiendo patrones de cuadrícula predeterminados para cubrir sistemáticamente toda la zona de búsqueda. El operador del dron puede utilizar datos en tiempo real y transmisiones visuales para identificar y rastrear posibles víctimas en peligro.
- **Imágenes térmicas:** En aguas más frías o de noche, las imágenes térmicas pueden ayudar a detectar las señales de calor de las víctimas. Los sensores térmicos son especialmente eficaces para detectar a personas que han caído al agua, ya que el calor de su cuerpo se destaca en el entorno más frío.
- **Integración de cámaras y sensores:** Los drones suelen combinar imágenes térmicas con cámaras ópticas o sensores de sonar, que ayudan al operador a evaluar las condiciones y determinar la ubicación exacta de la víctima. Esta combinación permite una búsqueda más exhaustiva.

#### B. Desafíos de las grandes masas de agua

Si bien los drones son valiosos para cubrir áreas extensas, los desafíos incluyen:

- **Interferencia y alcance de la señal:** En grandes masas de agua, los drones pueden experimentar problemas con la intensidad de la señal debido a la distancia con respecto al operador. Es fundamental garantizar que los drones se encuentren dentro del rango operativo para una comunicación y un control efectivos.
- **Peligros ambientales:** Los peligros como escombros, obstáculos sumergidos o cambios en el nivel del agua pueden interferir con las operaciones del dron. El operador debe tener cuidado con estos factores mientras vuela.
- **Difícil identificación de víctimas:** En grandes masas de agua, en particular aquellas con superficies agitadas o ásperas, puede resultar difícil localizar a una víctima desde el aire, especialmente si está inconsciente o sumergida. Los drones equipados con inteligencia artificial o sistemas de detección automatizados pueden ayudar a identificar formas o patrones de movimiento similares a los humanos, lo que aumenta la probabilidad de localizar a una víctima.

## 2. Drones en aguas rápidas o inundaciones

Las aguas de rápido movimiento, como las que se encuentran en los ríos durante las fuertes lluvias o las inundaciones, plantean riesgos particulares tanto para las víctimas como para los rescatadores. Las víctimas pueden ser arrastradas rápidamente y las fuertes corrientes pueden hacer que las tareas de rescate sean extremadamente peligrosas. Los drones acuáticos ofrecen una poderosa herramienta para localizar a las víctimas en aguas de rápido movimiento o inundaciones, proporcionando conocimiento de la situación en tiempo real para apoyar las intervenciones oportunas.

#### A. Búsqueda y rescate en zonas inundadas

Las aguas de las inundaciones suelen subir rápidamente, sumergiendo grandes áreas y creando peligros como corrientes rápidas, escombros y daños a la infraestructura. Los drones equipados con cámaras de alta resolución, sensores infrarrojos y seguimiento GPS pueden ayudar a localizar a las víctimas atrapadas en áreas inundadas o arrastradas por la corriente.

- **Escaneo de área amplia:** En zonas inundadas, los drones pueden cubrir grandes áreas para identificar patrones de inundación, áreas con víctimas sumergidas o lugares donde los métodos de búsqueda tradicionales pueden verse obstaculizados por los niveles de agua. Los drones pueden acceder a áreas de difícil acceso, como edificios inundados o campos de escombros.
- **Monitoreo y mapeo de inundaciones:** Los drones pueden crear mapas en tiempo real de las regiones inundadas, lo que puede ayudar a los equipos de rescate a comprender el caudal de agua, la profundidad y las zonas más afectadas. Estos mapas pueden ayudar a los equipos terrestres a llegar de manera eficiente a las ubicaciones de mayor prioridad.

## B. Desafíos de las aguas rápidas y las inundaciones

Las inundaciones de rápido movimiento presentan desafíos específicos para las operaciones con drones:

- **Efectos del viento y el clima:** En situaciones de inundaciones, los vientos pueden intensificarse y el clima puede cambiar rápidamente, lo que dificulta las operaciones con drones. Es esencial tener en cuenta los fuertes vientos y las turbulencias que pueden afectar la estabilidad y la trayectoria de vuelo del dron.
- **Turbulencia del agua:** El agua en rápido movimiento puede generar turbulencias que pueden afectar el vuelo del dron. Los drones deben poder mantener la estabilidad en estas condiciones y los operadores deben ajustar la velocidad y la altitud del vuelo para compensar las corrientes impredecibles.
- **Capacidades flotantes de los drones:** Si el dron es arrastrado por las aguas de una inundación, debe estar equipado con dispositivos de flotación o estar diseñado para flotar temporalmente hasta que pueda ser recuperado. Esta característica garantiza que el dron no se pierda, incluso si se ve arrastrado temporalmente por el agua en rápido movimiento.

## C. Despliegue de cargas útiles en aguas de rápido movimiento

En situaciones de inundaciones o aguas con corrientes rápidas, la entrega de la carga debe ser precisa y cronometrada cuidadosamente. Es posible que los rescatistas deban arrojar dispositivos de flotación, chalecos salvavidas o cuerdas en aguas en movimiento, a menudo apuntando a una ubicación específica en entornos impredecibles.

- **Coordinación con equipos de tierra:** La coordinación eficaz con los equipos de tierra es fundamental. Los drones pueden dejar caer cargas útiles y, al mismo tiempo, brindar actualizaciones en vivo sobre el movimiento de las aguas y las víctimas de la inundación. El operador debe programar cuidadosamente la liberación de la carga útil para asegurarse de que el dispositivo llegue al alcance de la víctima.
- **Precisión y tiempo:** Las inundaciones pueden cambiar la ubicación de las víctimas rápidamente, por lo que es esencial la entrega precisa y rápida de dispositivos de flotación o equipos salvavidas. Los drones pueden utilizar el seguimiento por GPS y las transmisiones de video en tiempo real para monitorear la posición de la víctima y garantizar el despliegue preciso de los dispositivos.

## 3. Operación de drones en condiciones climáticas adversas

Las operaciones con drones en condiciones climáticas adversas requieren una preparación cuidadosa y el conocimiento de los factores ambientales que afectan el desempeño de los drones. Si bien los drones acuáticos están diseñados para ser resistentes a las inclemencias del tiempo, las condiciones climáticas extremas, como lluvias intensas, vientos fuertes, niebla o poca visibilidad, pueden plantear desafíos operativos.

### A. Viento y turbulencia

El viento es uno de los desafíos más importantes en las operaciones con drones, especialmente en aguas abiertas o en áreas afectadas por tormentas. Las ráfagas fuertes pueden desestabilizar el dron, lo que afecta su capacidad de volar y mantener el control. Los drones diseñados para rescates acuáticos deben tener una resistencia al viento mejorada, pero los operadores deben ser cautelosos cuando los vientos exceden los límites seguros.

- **Límites de velocidad del viento:** Los fabricantes de drones suelen proporcionar pautas sobre las velocidades de viento seguras para su funcionamiento. En general, los drones pueden operar de manera segura con vientos de hasta 40 km/h, pero cualquier velocidad superior podría afectar la estabilidad.
- **Turbulencias y ráfagas descendentes:** En casos de condiciones meteorológicas adversas, el viento puede provocar turbulencias y ráfagas descendentes que pueden afectar rápidamente la altitud y el control del dron. Esto es particularmente peligroso cuando se realizan operaciones sobre grandes masas de agua donde la recuperación puede ser difícil.

### B. Lluvia, niebla y poca visibilidad

La lluvia intensa y la niebla pueden oscurecer la línea de visión del operador, lo que dificulta el seguimiento tanto del dron como de la víctima. Los drones diseñados para rescates acuáticos suelen estar equipados con revestimientos especiales resistentes a la intemperie para evitar que el agua dañe los componentes críticos.



- **Resistencia a la lluvia:** Los drones utilizados en rescates acuáticos deben estar equipados con características impermeables o resistentes al agua. Si bien algunos drones son totalmente sumergibles, otros pueden tener compartimentos sellados que protegen los componentes electrónicos sensibles.
- **Situaciones de baja visibilidad:** En condiciones de niebla o lluvia, los drones equipados con imágenes térmicas, sensores infrarrojos o sistemas de sonar son esenciales para detectar firmas de calor u objetos sumergidos, lo que permite al operador continuar la búsqueda incluso con visibilidad reducida.

### C. Consideraciones sobre el clima frío

En climas más fríos, los drones deben poder operar a bajas temperaturas. El clima frío puede afectar la duración de la batería del dron, la estabilidad del vuelo y la capacidad de los sensores para funcionar correctamente.

- **Duración de la batería:** Las bajas temperaturas reducen la eficiencia de la batería y los drones pueden experimentar tiempos de vuelo más cortos. Los operadores deben utilizar baterías de alta capacidad o llevar baterías adicionales para operaciones prolongadas.
- **Hielo y nieve:** En condiciones de frío extremo, los drones deben poder resistir la acumulación de hielo o nieve. El hielo puede bloquear sensores o cámaras y provocar fallas mecánicas, por lo que los drones deben estar diseñados para soportar esas condiciones o tener características que los ayuden a desprenderse de la nieve y el hielo.

Los drones acuáticos son herramientas invaluableles para llevar a cabo misiones de búsqueda y rescate en condiciones climáticas extremas, incluidas grandes masas de agua, inundaciones de rápido movimiento y entornos climáticos adversos. Si bien existen desafíos como vientos fuertes, movimiento rápido del agua y baja visibilidad, la precisión, velocidad y versatilidad de los drones en estos escenarios no se pueden subestimar. Al utilizar drones equipados con imágenes térmicas, GPS y sistemas de intercambio de datos en tiempo real, los equipos de rescate pueden obtener una clara ventaja en la localización de víctimas, el mapeo de áreas inundadas y la entrega de cargas útiles que salvan vidas. A medida que la tecnología continúe avanzando, los drones se volverán aún más resistentes y eficientes, y proporcionarán un recurso esencial para las operaciones de búsqueda y rescate en las condiciones más duras.

## Sección 6.2 Operaciones con múltiples drones

En operaciones de rescate acuático a gran escala, la capacidad de desplegar varios drones en coordinación puede mejorar significativamente la eficacia y eficiencia de las misiones de búsqueda y rescate. Las operaciones con varios drones permiten una amplia cobertura de área, tiempos de respuesta rápidos y un mejor conocimiento de la situación. Al trabajar en conjunto, las flotas de drones pueden lograr resultados más precisos en la localización de víctimas, la entrega de cargas útiles y la coordinación con los equipos terrestres. En este capítulo se explorará la coordinación de flotas de drones para la cobertura de áreas extensas, el intercambio de datos en tiempo real entre drones, el despliegue simultáneo y la comunicación con los equipos terrestres como parte de una misión de rescate acuático.

### 1. Coordinación de flotas de drones para una cobertura de áreas extensas

Las operaciones de rescate acuático suelen abarcar grandes áreas, como lagos, océanos, ríos o regiones inundadas, que son difíciles de cubrir de manera eficaz con un solo dron. Sin embargo, el despliegue de varios drones puede reducir drásticamente el tiempo necesario para buscar en grandes extensiones de agua y aumentar la probabilidad de localizar a las víctimas rápidamente.

#### A. Organización de la flota

Para coordinar una flota de drones se requiere una planificación cuidadosa y el uso de tecnología que permita que los drones trabajen juntos sin problemas. A los drones de la flota se les pueden asignar tareas o áreas específicas que cubrir, y cada uno de ellos puede operar de forma independiente pero dentro de un sistema coordinado.

- **Patrones de búsqueda preestablecidos:** Los drones pueden seguir rutas de vuelo preprogramadas, cubriendo el área en patrones de cuadrícula o según las necesidades específicas de la misión de rescate. La flota puede desplegarse en diferentes sectores del área, asegurando que ninguna parte quede sin revisar.
- **Geocercado y límites de flota:** A cada dron se le asigna un área delimitada geográficamente para operar, lo que evita la superposición con otros drones y garantiza que se cubra toda el área de búsqueda. La delimitación geográfica también garantiza que los drones no se alejen más allá del rango operativo.
- **Especialización de tareas:** Cada dron puede tener distintas funciones, como escanear con imágenes térmicas, realizar tareas de topografía con cámaras de alta definición o monitorear corrientes de agua y condiciones climáticas. Los drones especializados también pueden transportar cargas útiles para salvar vidas y otros pueden estar destinados a coordinarse con los equipos terrestres.

#### B. Gestión de altitudes y áreas de cobertura de drones

Para maximizar la cobertura y minimizar el riesgo, la altitud de los drones se puede ajustar en función de las necesidades de la misión. Los vuelos a menor altitud pueden ser necesarios para la entrega de carga útil o la identificación detallada de las víctimas, mientras que las altitudes más altas permiten un escaneo de áreas más amplias.

- **Operaciones a baja altitud:** En áreas donde se sabe que las víctimas están cerca de la superficie o en peligro inminente, los drones pueden volar a menor altura para proporcionar una búsqueda más focalizada. Esto es esencial en aguas de rápido movimiento o zonas inundadas donde las víctimas pueden estar más cerca de la trayectoria de vuelo del dron.
- **Escaneo a gran altitud:** En el caso de áreas extensas, los drones pueden operar a mayor altitud para inspeccionar y mapear la zona de manera más efectiva. Los vuelos a gran altitud brindan un campo de visión más amplio y permiten que los drones detecten posibles víctimas a grandes distancias.

## 2. Intercambio de datos en tiempo real entre drones

El intercambio de datos en tiempo real entre los drones de una flota permite un alto nivel de coordinación y garantiza que todas las unidades operen con la información más actualizada. Esto mejora la eficiencia de la búsqueda, lo que permite ajustar las rutas de vuelo, identificar víctimas y optimizar los resultados de la misión.

### A. Protocolos de comunicación

La comunicación eficaz entre drones es fundamental para garantizar que no interfieran entre sí y que puedan compartir datos importantes, como ubicaciones GPS, imágenes o lecturas térmicas. Los drones de una flota suelen utilizar redes de comunicación inalámbricas, como redes en malla o conexiones peer to peer, para intercambiar información en tiempo real.

- **Redes en malla:** En una red en malla, cada dron de la flota se comunica directamente con los drones vecinos, lo que crea un sistema de comunicación descentralizado. Esto garantiza que, incluso si un dron pierde la señal o experimenta interferencias, los demás miembros de la flota pueden seguir compartiendo datos y transmitiendo información.
- **Centro de mando centralizado:** Por lo general, se utiliza un centro de mando o un operador central para supervisar los movimientos de los drones y recopilar datos de cada unidad. El centro permite al operador recibir actualizaciones de la flota en tiempo real y ajustar los parámetros de la misión o las asignaciones de los drones según sea necesario.
- **Sistemas GPS y de cartografía:** Cada dron de la flota está equipado con GPS, lo que les permite compartir sus posiciones y rastrear los movimientos de los demás. Esto crea un mapa preciso del área de búsqueda, que se puede utilizar para identificar brechas en la cobertura o áreas que requieren mayor atención.

### B. Integración de datos y toma de decisiones

Los datos recopilados por los drones suelen integrarse en un sistema central que recopila señales visuales, escaneos térmicos, coordenadas GPS y otros datos de sensores. Este sistema puede procesar la información para ayudar en la toma de decisiones y mejorar las estrategias de búsqueda.

- **Transmisiones de video en tiempo real:** Los drones pueden enviar transmisiones de video en vivo al centro de operaciones o directamente al personal en tierra. Estas transmisiones permiten a los operadores identificar víctimas o peligros potenciales en tiempo real y dirigir los drones a áreas específicas para realizar esfuerzos de búsqueda más enfocados.
- **Datos térmicos e infrarrojos:** Los sensores de imágenes térmicas e infrarrojos pueden detectar señales de calor de las víctimas en el agua, especialmente en operaciones nocturnas o con poca luz. Los datos de estos sensores se pueden compartir entre drones, lo que ayuda a refinar la búsqueda y garantizar que no se pase por alto a ninguna víctima.

## 3. Despliegue y operaciones simultáneas

Una de las principales ventajas de las operaciones con varios drones es la capacidad de desplegar varios de ellos al mismo tiempo, cubriendo una gran superficie y actuando con rapidez para localizar y ayudar a las víctimas. El despliegue simultáneo de drones es especialmente útil en operaciones de rescate en las que el tiempo es un factor decisivo, en las que cada segundo cuenta.

### A. Lanzamiento y despliegue coordinados

Se pueden lanzar varios drones simultáneamente desde una única ubicación o desde varias. El despliegue coordinado garantiza que los drones se distribuyan por toda la zona de búsqueda y trabajen en conjunto para maximizar la cobertura y minimizar los retrasos operativos.

- **Horas de inicio sincronizadas:** Los drones de una flota se lanzan simultáneamente para reducir el tiempo de respuesta. El operador puede gestionar las rutas de vuelo generales de la flota y ajustar las asignaciones de los drones según sea necesario, según el área de interés y los recursos disponibles.
- **Implementación desde múltiples ubicaciones:** En operaciones de mayor envergadura, los drones pueden lanzarse desde múltiples ubicaciones, como barcos de rescate, costas o aeronaves. Esta flexibilidad permite que los drones cubran distintas regiones al mismo tiempo, lo que reduce el tiempo total necesario para completar la misión.

### B. Búsqueda simultánea, entrega de carga útil y coordinación terrestre

Los drones que trabajan en una flota coordinada pueden realizar operaciones simultáneas, como buscar víctimas, entregar cargas útiles que salven vidas y comunicarse con equipos de tierra.

- **Búsqueda y entrega de carga útil:** Si bien algunos drones se centran en localizar víctimas, otros de la flota pueden transportar cargas útiles que salvan vidas, como chalecos salvavidas, dispositivos de flotación o botiquines de primeros auxilios. Estos drones pueden dejar caer las cargas útiles al agua en el lugar exacto donde se detectan las víctimas, lo que permite un despliegue rápido de los dispositivos de rescate.
- **Comunicación con los equipos de tierra:** A medida que los drones identifican a las víctimas y entregan cargas útiles, pueden comunicarse directamente con el personal de tierra a través de sistemas de intercambio de datos en tiempo real. Los equipos de tierra pueden dirigirse a la ubicación exacta de la víctima para un rescate físico, y los operadores de drones pueden seguir monitoreando la operación y brindar actualizaciones.

### C. Ajuste de los parámetros de la misión en tiempo real

Con una flota de drones en funcionamiento, los parámetros de la misión se pueden ajustar sobre la marcha en función de los datos en tiempo real y del conocimiento de la situación. Por ejemplo, si un dron localiza a una víctima, el operador puede dirigir inmediatamente a otros drones para que ayuden con la entrega de dispositivos salvavidas, rastreen el movimiento de la víctima o proporcionen actualizaciones continuas a los equipos en tierra.

- **Flexibilidad y capacidad de respuesta:** El intercambio de datos en tiempo real y el monitoreo continuo de la situación permiten a los operadores responder a circunstancias cambiantes, como cambios repentinos en el clima, nuevos peligros o la necesidad de apoyo adicional con drones.
- **Rutas de vuelo adaptables:** A medida que evoluciona la situación, las rutas de vuelo de la flota se pueden ajustar para garantizar que toda el área de búsqueda permanezca cubierta, mientras se centran en las áreas recién descubiertas donde se puedan encontrar víctimas.

## 4. Comunicación con los equipos de tierra

Las operaciones con varios drones en rescates acuáticos son más eficaces cuando existe una comunicación fluida entre la flota de drones y los equipos terrestres. El personal terrestre (como los rescatistas en barcos, helicópteros o en tierra) depende de actualizaciones en tiempo real para actuar con rapidez y seguridad.

### A. Uso compartido de ubicación en tiempo real

Como los drones recopilan datos en tiempo real, pueden compartir esta información con los equipos de tierra, lo que garantiza que los rescatistas siempre estén al tanto de los hallazgos del dron y de la ubicación exacta de la víctima.

- **Mapeo y coordinación GPS:** Los sistemas GPS de los drones pueden proporcionar a los equipos terrestres las coordenadas exactas de la ubicación de la víctima. Esto permite a los equipos de rescate navegar de manera más eficiente, incluso en grandes masas de agua o en zonas difíciles.
- **Transmisiones de video en vivo:** Las transmisiones de video en tiempo real de los drones se pueden compartir con los equipos de tierra, lo que les permite evaluar visualmente la situación y planificar la estrategia de rescate más efectiva.

### B. Acciones del equipo terrestre y apoyo de drones

Una vez que los equipos de tierra reciben actualizaciones en tiempo real de los drones, pueden actuar rápidamente para recuperar a las víctimas, administrar primeros auxilios o transportarlas a un lugar seguro. Los drones continúan brindando apoyo monitoreando el estado de la víctima, rastreando su ubicación o guiando a los equipos de tierra a puntos críticos específicos.

Las operaciones con varios drones están transformando las misiones de rescate acuático al permitir la cobertura simultánea de grandes áreas, el intercambio de datos en tiempo real y una comunicación eficaz con los equipos de tierra. Al coordinar varios drones, los equipos de rescate pueden optimizar sus esfuerzos, entregar cargas útiles que salvan vidas con mayor rapidez y mejorar la identificación de las víctimas y los tiempos de respuesta. El futuro de las operaciones de rescate acuático dependerá en gran medida del desarrollo continuo de flotas de drones capaces de trabajar juntas de manera altamente coordinada, eficiente y receptiva, mejorando en última instancia la velocidad y el éxito de las misiones de rescate.

## ***Módulo 7: Capacitación práctica basada en escenarios***

## Sección 7.1 Sesiones prácticas de vuelo

### Objetivo:

El objetivo de esta sesión es brindar a los participantes experiencia práctica en el manejo de drones acuáticos durante escenarios simulados de rescate acuático. Los estudiantes aprenderán a realizar operaciones de búsqueda en diferentes tipos de agua, desplegar cargas útiles de rescate con precisión y comunicarse y coordinarse con los equipos de rescate de manera eficaz.

### Duración:

2,5 horas

#### Descripción de la sesión:

##### 1. Reunión informativa previa al vuelo (20 minutos)

- Descripción general de los objetivos y metas de la sesión.
- Comprobaciones de equipamiento y seguridad.
- Explicación de los escenarios de simulación.

##### 2. Práctica de vuelo (2 horas)

- **Fase 1: Operación de búsqueda en distintos tipos de agua**(30 minutos) **Fase 2:**
- **Despliegue de cargas útiles de rescate**(30 minutos)
- **Fase 3: Coordinación y comunicación con los equipos de tierra**(30 minutos) **Fase 4:**
- **Simulación de escenarios de rescate acuático**(30 minutos)

##### 3. Informe posterior al vuelo (10 minutos)

- Revisión del desempeño.
- Retroalimentación sobre los puntos clave de
- aprendizaje. Áreas de mejora.

##### 1. Reunión informativa previa al vuelo (20 minutos)

**Objetivo:** Familiarizar a los participantes con la sesión, revisar los protocolos de seguridad y preparar el equipo. **Pasos:**

##### 2. Configuración del equipo:

- Asegúrese de que todos los drones estén completamente cargados y que los sistemas de carga útil estén instalados (por ejemplo, dispositivos salvavidas, dispositivos de flotación).
- Verificar la funcionalidad de cámaras térmicas, sistemas GPS y equipos de comunicación.

##### 3. Revisión de seguridad:

- Explicar las áreas operativas seguras y las zonas de exclusión aérea, especialmente cerca de personas o equipos de tierra.
- Analice los procedimientos de aterrizaje de emergencia, recuperación de fallas del GPS y administración de la batería.
- Revise los controles básicos del dron y las comprobaciones previas al vuelo: estado de la hélice, niveles de batería e intensidad de la señal GPS.

##### 4. Descripción general de los escenarios de simulación:

- Describe los diferentes tipos de agua que se están simulando (por ejemplo, lagos tranquilos, ríos de corriente rápida, zonas de inundación, océano abierto).
- Proporcionar un desglose de los objetivos específicos para cada fase (búsqueda, despliegue de carga útil, coordinación con equipos de tierra).

## 2. Práctica de vuelo (2 horas)



## Fase 1: Operación de búsqueda en distintos tipos de agua (30 minutos)

**Objetivo:** Practicar la realización de operaciones de búsqueda en diferentes entornos acuáticos utilizando sensores de drones. **Tareas:**

### 1. Aguas tranquilas (lagos/embalses):

- Vuela el dron sobre aguas tranquilas y practica el uso de cámaras termográficas y visuales para localizar víctimas simuladas.
- Busque en un patrón de cuadrícula para cubrir el área designada, asegurando una cobertura completa.
- Pruebe la capacidad del dron para localizar pequeños objetos o individuos en aguas abiertas.

### 2. Aguas de movimiento rápido (ríos/inundaciones):

- Simule una zona de inundación o un río de corriente rápida colocando objetivos móviles (por ejemplo, boyas o marcadores) en el agua.
- Practica volar el dron para rastrear estos objetos en movimiento en tiempo real.
- Utilice GPS y vídeo en tiempo real para guiar el dron a la ubicación del objetivo o víctima simulada.

### 3. Aguas abiertas (océano):

- Simular una búsqueda en un entorno de aguas abiertas donde las condiciones pueden variar (olas, viento).
- Utilice el dron para localizar objetivos u objetos alejados de la costa, ajustando la altitud para mantener la estabilidad en condiciones cambiantes.
- Centrarse en superar desafíos ambientales como el viento y las olas.

**Habilidades cubiertas:**

- o Operación de drones en distintos tipos de aguas.
- o Técnicas de búsqueda térmica y visual.
- o Ajuste del comportamiento del vuelo para diferentes condiciones del agua (baja altitud para aguas tranquilas, mayores altitudes para aguas abiertas).

## Fase 2: Despliegue de cargas útiles de rescate (30 minutos)

**Objetivo:** Practicar el despliegue preciso y oportuno de cargas útiles de rescate, como chalecos salvavidas, cuerdas o dispositivos de flotación. **Tareas:**

### 1. Caída de dispositivo salvavidas:

- Una vez que se localiza una víctima simulada, realice un lanzamiento de carga útil (por ejemplo, chaleco salvavidas o dispositivo de flotación) directamente a la ubicación de la víctima en el agua.
- Practique el ajuste de la trayectoria de vuelo del dron y el sistema de liberación de carga útil para garantizar la precisión y el momento exactos de la caída.
- Tenga en cuenta factores ambientales como el viento y las corrientes de agua que pueden afectar la trayectoria de la carga útil.

### 2. Liberación de carga útil bajo estrés:

- Simular situaciones de alta presión en las que la carga útil debe desplegarse rápidamente debido al empeoramiento del clima o la angustia de las víctimas.
- Practique la liberación de múltiples cargas útiles en rápida sucesión manteniendo la precisión.

### 3. Simulación de asistencia de rescate:

- Simular un escenario en el que el personal de tierra solicita una cuerda o un dispositivo de rescate al dron.
- Coordinar con los equipos de tierra para entregar la carga solicitada a su ubicación mientras se mantiene el conocimiento de la situación de la posición de la víctima.

**Habilidades cubiertas:**

- o Precisión y exactitud en la entrega de carga útil.
- o Ajuste de la liberación de la carga útil en función de la ubicación de la víctima y de factores ambientales.
- o Manejo de múltiples cargas útiles y gestión del tiempo de vuelo para cada entrega.

## Fase 3: Coordinación y comunicación con los equipos de tierra (30 minutos)

**Objetivo:** Practicar la comunicación y coordinación efectiva con los equipos de tierra durante una operación de rescate acuático.

## Tareas:

### 1. Intercambio de datos en tiempo real:

- Mientras los drones buscan víctimas, comunique datos de ubicación (usando coordenadas GPS o marcadores visuales) a los equipos de tierra.
- Guíe a los equipos de tierra a la ubicación de la víctima utilizando la transmisión de video en vivo del dron y las coordenadas GPS.

### 2. Coordinación de entrega de carga útil:

- Comunicarse con el equipo de tierra sobre el tipo de carga útil necesaria para la víctima (por ejemplo, chaleco salvavidas, cuerda, etc.).
- Simular ciclos de retroalimentación en tiempo real entre el operador del dron y el personal de tierra, garantizando que se entreguen los recursos adecuados a la víctima.

### 3. Apoyo a la navegación para equipos terrestres:

- Mientras el personal de tierra intenta un rescate, mantenga la vigilancia con drones para monitorear las condiciones y apoyar al equipo con el estado actualizado de la víctima (por ejemplo, si la víctima está a la deriva o necesita ayuda adicional).

#### Habilidades cubiertas:

- Comunicación eficaz y clara con los equipos de campo.
- Asistencia en tiempo real mediante el intercambio de datos.
- Garantizar una transición fluida de tareas entre el personal aéreo y el de tierra.

## Fase 4: Simulación de escenarios de rescate acuático (30 minutos)

**Objetivo:** Simular un escenario completo de rescate acuático de principio a fin, integrando tareas de búsqueda, rescate y coordinación. **Tareas:**

### 1. Configuración del escenario:

- Plantee un escenario de rescate realista: una víctima está en peligro en el agua y los equipos de tierra están listos para una intervención física.
- Simular diferentes tipos de víctimas (por ejemplo, un niño, un adulto o múltiples víctimas) en diferentes condiciones ambientales (por ejemplo, lago en calma, zona de inundación, océano abierto).

### 2. Búsqueda y detección:

- Realizar una búsqueda mediante imágenes térmicas y visuales, cubriendo sistemáticamente el área designada. Utilizar el dron para localizar a la víctima y verificar su posición en tiempo real.

### 3. Despliegue de carga útil:

- Después de localizar a la víctima, despliegue un dispositivo salvavidas, como un dispositivo de flotación o un aro salvavidas, asegurándose de que llegue a la víctima a pesar de posibles desafíos ambientales, como corrientes de agua.

### 4. Coordinación de rescate:

- Trabajar en estrecha colaboración con los equipos de tierra para guiarlos a la ubicación de la víctima y ayudar en el rescate físico final, utilizando datos en tiempo real del dron para garantizar la seguridad tanto de la víctima como de los rescatistas.

#### Habilidades cubiertas:

- Operaciones de rescate a gran escala desde la detección hasta el rescate físico. Colaboración y coordinación entre
- equipos de rescate aéreos y terrestres. Adaptación de estrategias en función de las condiciones cambiantes (por
- ejemplo, el clima, el movimiento de las víctimas).

### 3. Informe posterior al vuelo (10 minutos)

**Objetivo:** Evaluar el desempeño de los participantes y brindar retroalimentación.

**Pasos:**

#### 1. Evaluación de desempeño:

- Analice las fortalezas y debilidades de cada fase de la práctica de vuelo.
- Resalte los desafíos enfrentados durante la simulación de rescate y analice las estrategias para superarlos.

#### 2. Sesión de retroalimentación:

- Anime a los participantes a compartir sus experiencias y sugerir mejoras o soluciones a los desafíos enfrentados.
- Proporcionar retroalimentación sobre la comunicación, la precisión de la carga útil y la eficacia de la coordinación.

#### 3. Reflexión:

- Reflexione sobre los objetivos generales de la misión y asegúrese de que los participantes comprendan cómo integrar todas las habilidades para aplicaciones en el mundo real.

#### Notas finales:

- **Comprobación del equipo después de la sesión:**
  - Asegúrese de que todos los drones hayan aterrizado de forma segura, apagado y almacenado correctamente. Realice controles de rutina posteriores al vuelo para asegurarse de que todos los sistemas estén intactos para la próxima sesión.
- **Mejora continua:**
  - Incentive a los estudiantes a que realicen un seguimiento de su progreso y revisen las áreas en las que tuvieron dificultades. Recomiende sesiones de capacitación de seguimiento para habilidades o técnicas específicas que necesiten mejorar.

Esta sesión práctica ayudará a los participantes a perfeccionar sus habilidades en la realización de rescates acuáticos utilizando drones, centrándose en los aspectos críticos de la búsqueda, el despliegue de la carga útil y la comunicación.

## Sección 7.2 Revisión del estudio de caso

### Estudio de caso 1: Operación de búsqueda y rescate en una región inundada (2020)

**Ubicación:** Europa occidental, cuenca fluvial inundada

#### Guión:

Tras una importante inundación en una región de Europa occidental, miles de residentes se vieron desplazados y varias personas quedaron atrapadas en zonas de alto riesgo, incluidas casas, automóviles y otros edificios inundados a lo largo de las riberas del río. Las operaciones de rescate tradicionales se enfrentaron a dificultades debido a las fuertes corrientes, la baja visibilidad y la gran superficie que era necesario cubrir.

#### Uso de drones acuáticos:

Los servicios de emergencia locales desplegaron drones acuáticos equipados con cámaras térmicas y transmisiones de video en tiempo real para ayudar a localizar y rescatar a las víctimas en áreas de difícil acceso por barco o a pie. Los drones fueron particularmente útiles en las zonas inundadas donde los equipos de búsqueda tradicionales no podían navegar con seguridad. Se volaron sobre ríos de corriente rápida y barrios inundados, buscando señales de calor de personas atrapadas en automóviles o edificios sumergidos.

#### Medidas adoptadas:

1. Se lanzaron drones inmediatamente después de que retrocedieran las aguas de la inundación para iniciar una búsqueda aérea de sobrevivientes.
2. Las imágenes térmicas permitieron a los drones identificar las señales de calor de las personas varadas en edificios o vehículos.

3. Los drones trabajaron en conjunto con los equipos de rescate terrestre para guiarlos a los lugares precisos donde se encontraron las víctimas.
4. Los drones también lanzaron dispositivos salvavidas, como flotadores, a personas atrapadas en el agua, permitiéndoles flotar hasta que los rescatistas pudieran llegar hasta ellas.

**Resultados:**

Los drones pudieron cubrir grandes áreas mucho más rápido que los equipos terrestres, lo que permitió identificar con éxito a las víctimas atrapadas en lugares de difícil acceso. Varias personas fueron rescatadas en cuestión de horas después del despliegue de los drones, y estos ayudaron a dirigir al personal de tierra a lugares remotos o peligrosos, salvando vidas en condiciones críticas. El éxito de esta operación llevó a una mayor adopción de drones acuáticos para futuros rescates en inundaciones.

### **Caso práctico 2: Rescate en el océano de un marinero varado (2021)**

**Ubicación:** Aguas costeras y marinas de Australia

**Guión:**

Un marinero solitario fue reportado como desaparecido luego de enviar una señal de socorro desde una pequeña embarcación en mar abierto. El marinero se vio atrapado en un clima tormentoso con fuertes vientos y olas, lo que dificultó la operación de búsqueda por medios convencionales. Dada la ubicación remota, los rescates en helicóptero habrían llevado varias horas y las posibilidades de supervivencia del marinero eran cada vez menores.

**Uso de drones acuáticos:**

Un equipo equipado con drones, que ya formaba parte de un programa de rescate costero, se movilizó rápidamente para llevar a cabo la búsqueda. El equipo desplegó un dron acuático, equipado con GPS y cámaras térmicas, diseñado para soportar condiciones de vientos fuertes y aguas oceánicas agitadas. La capacidad del dron para volar en condiciones meteorológicas turbulentas le permitió cubrir amplias extensiones de la costa y aguas de alta mar sin las limitaciones que habrían afectado a otros métodos de rescate.

**Medidas adoptadas:**

1. El dron fue lanzado para buscar en el agua y la costa circundante, centrándose en las coordenadas donde se había detectado por última vez la señal de socorro.
2. El dron voló varios kilómetros de la costa, buscando entre fuertes olas y vientos, utilizando cámaras térmicas y visuales para escanear el agua.
3. Después de aproximadamente 45 minutos de búsqueda, el dron identificó el barco del marinero varado y transmitió sus coordenadas GPS al equipo de rescate.
4. El dron proporcionó imágenes de video en tiempo real al equipo de rescate en tierra, lo que les permitió calcular la ruta más segura para que un barco se acercara al marinero.
5. El dron también desplegó un dispositivo de flotación salvavidas para el marinero, que lo ayudó a permanecer a flote hasta que llegó el bote de rescate.

**Resultados:**

El marinero fue rescatado con éxito en las dos horas siguientes al primer despliegue del dron. Sin el uso de drones, la operación de rescate se habría retrasado, lo que habría reducido significativamente las posibilidades de supervivencia debido a la exposición del marinero a las inclemencias del tiempo. Esta misión demostró la eficacia de los drones acuáticos en las operaciones de rescate en alta mar y marítimo, especialmente en zonas de difícil acceso.

### **Caso práctico 3: Operación de búsqueda y rescate en un río de un niño desaparecido (2022)**

**Ubicación:** Estados Unidos, Río de montaña

**Guión:**

Un niño desapareció tras caer en un río de aguas rápidas mientras caminaba con su familia. El río se encontraba en una región montañosa con fuertes corrientes y aguas profundas y rápidas, lo que hacía peligrosa la operación de los equipos de búsqueda. La ubicación era remota y las operaciones tradicionales de búsqueda y rescate con embarcaciones se retrasaron debido al terreno escarpado y la dificultad para llegar a las orillas del río.

**Uso de drones acuáticos:**

Se solicitó la asistencia de un equipo de drones equipado con un dron acuático diseñado para operaciones de rescate. El dron estaba equipado con dos



Cámaras térmicas y ópticas para localizar al niño en el río de rápida corriente. La capacidad del dron para volar sobre el río le permitió cubrir una gran área de manera rápida y precisa, escaneando el agua en busca de señales del niño desaparecido.

#### Medidas adoptadas:

1. El dron fue desplegado para volar sobre el río, cubriendo ambos lados de la ribera para localizar el cuerpo del niño o cualquier escombros flotante.
2. Se utilizó el sistema de imágenes térmicas del dron para detectar firmas de calor que podrían estar asociadas con el niño.
3. Luego de 30 minutos de búsqueda, el dron localizó el cuerpo del niño atrapado entre unas rocas en la orilla del río, parcialmente sumergido en el agua.
4. El dron proporcionó coordenadas GPS y vídeo en tiempo real de la ubicación a los equipos de búsqueda, lo que les permitió localizar el cuerpo rápidamente.
5. Se desplegó una cuerda y un dispositivo de flotación desde el dron para ayudar a los rescatistas a recuperar al niño del río.

#### Resultados:

El niño fue encontrado y recuperado en una hora desde el despliegue del dron, significativamente más rápido que los métodos de búsqueda tradicionales. El dron permitió al equipo de rescate localizar con precisión la ubicación exacta del niño, navegando por el difícil terreno con facilidad. La rápida recuperación no habría sido posible sin el uso de drones, lo que pone de relieve su papel a la hora de salvar vidas durante emergencias acuáticas en zonas difíciles y difíciles de alcanzar.

---

Estos estudios de casos muestran las diversas aplicaciones de los drones acuáticos en operaciones de rescate de la vida real. Desde zonas inundadas hasta océanos abiertos, los drones acuáticos ofrecen numerosas ventajas, como tiempos de búsqueda más rápidos, intercambio de datos en tiempo real, capacidades de entrega de carga útil y navegación segura en condiciones peligrosas. Su uso continuo está dando forma al futuro de la búsqueda y el rescate, brindando un apoyo fundamental a los equipos terrestres y mejorando significativamente las posibilidades de supervivencia de quienes se encuentran en peligro.

### Mejores prácticas para rescates acuáticos con drones basadas en estudios de casos

El uso de drones acuáticos en operaciones de rescate ha demostrado ser una herramienta muy eficaz para mejorar la velocidad, la precisión y la seguridad de las misiones de rescate. A partir de estudios de casos y ejemplos del mundo real, han surgido las siguientes prácticas recomendadas, que brindan orientación sobre cómo usar drones acuáticos de manera eficaz durante los rescates.

#### 1. Planificación y preparación previas a la misión

**Mejores prácticas:** Realizar una planificación exhaustiva previa a la misión para garantizar que el equipo de drones esté bien preparado para diversos escenarios de rescate acuático.

#### Estudio de caso:

En el **Región inundada en Europa (2020)** El éxito de la misión dependía de una planificación previa adecuada. Los operadores de los drones habían identificado previamente las áreas específicas que se buscarían y los drones estaban equipados con las cargas útiles y las cámaras necesarias para la misión.

#### Pasos de acción:

- **Evaluar el entorno:** Antes del despliegue, evalúe el tipo de agua (lagos tranquilos, ríos de corriente rápida o mar abierto) y las condiciones ambientales (clima, visibilidad, corrientes) para elegir el dron y la carga útil adecuados.
- **Preparar drones:** Asegúrese de que los drones estén completamente cargados, tengan el equipo térmico, visual y GPS necesario y sean capaces de soportar las condiciones (por ejemplo, drones a prueba de agua para rescates en el océano, cámaras térmicas para rescates en inundaciones).
- **Coordinar con los equipos de tierra:** Trabajar en estrecha colaboración con equipos de rescate en tierra para alinear áreas de búsqueda, coordinar la entrega de carga útil y establecer canales de comunicación para una colaboración fluida.

#### 2. Utilizar imágenes térmicas y visuales para operaciones de búsqueda

**Mejores prácticas:** Aproveche las cámaras termográficas y visuales para detectar víctimas, especialmente en entornos difíciles como zonas de inundaciones o aguas abiertas.

### Estudio de caso:

En el **Rescate en el océano australiano (2021)** La termografía fue fundamental para localizar al marinero varado. A pesar de las duras condiciones y las olas, la capacidad del dron para detectar señales de calor permitió al equipo encontrar al marinero rápidamente.

#### Pasos de acción:

- **Imágenes térmicas para detección:** Utilice cámaras térmicas para localizar señales de calor de personas en peligro, especialmente en condiciones de baja visibilidad, como aguas oscuras, inundaciones o rescates nocturnos.
  - **Cámaras visuales para confirmación:** Una vez que se detecta una firma de calor, utilice cámaras visuales para confirmar la ubicación exacta de la víctima y evaluar las condiciones circundantes.
  - **Adaptarse a las condiciones ambientales:** Ajuste la altitud del dron para optimizar el rendimiento de las cámaras en función de factores ambientales como las corrientes de agua o el viento.
- 

## 3. Implemente cargas útiles de forma rápida y precisa

**Mejores prácticas:** Garantizar que los drones puedan entregar de forma rápida y precisa cargas útiles que salven vidas, como dispositivos de flotación, cuerdas o chalecos salvavidas, a las víctimas.

### Estudio de caso:

En el **Escenario de rescate fluvial en EE. UU. (2022)** La capacidad del dron de desplegar un dispositivo de flotación para el niño que estaba atrapado en el agua ayudó a garantizar la seguridad de la víctima hasta que los equipos de tierra pudieran recuperarlo.

#### Pasos de acción:

- **Sistemas de liberación de carga útil:** Utilice drones equipados con mecanismos de lanzamiento de carga útil que puedan controlarse de forma remota y desplegar con precisión elementos de rescate directamente sobre la víctima.
  - **Sincronización y precisión:** Asegúrese de que el momento de la caída de la carga esté alineado con la posición de la víctima y el movimiento actual en el agua, teniendo en cuenta factores como el flujo de agua, el viento y la movilidad de la víctima.
  - **Cargas útiles múltiples:** De ser necesario, contar con drones equipados para entregar múltiples cargas útiles en sucesión, como en el caso de dispositivos salvavidas simultáneos (por ejemplo, dispositivos de flotación y cuerdas).
- 

## 4. Mantener la comunicación y coordinación en tiempo real

**Mejores prácticas:** Garantizar una comunicación constante y clara entre el operador del dron y los equipos de rescate terrestre para compartir información, coordinar tareas y rastrear la ubicación de la víctima.

### Estudio de caso:

Durante el **Rescate en inundaciones en Europa** Los drones desempeñaron un papel fundamental para guiar a los equipos terrestres hasta las víctimas mediante la transmisión de imágenes de video en tiempo real y coordenadas GPS. Esta coordinación fue clave para salvar vidas en áreas remotas o peligrosas.

#### Pasos de acción:

- **Transmisión de video en tiempo real:** Proporcionar transmisiones de video en vivo desde el dron a los equipos de tierra para ayudarlos a tomar decisiones rápidas y ajustar sus movimientos en función de datos en tiempo real.
  - **Intercambio de datos GPS:** Compartir las coordenadas GPS de las víctimas detectadas o áreas de interés para que los equipos de tierra puedan ser dirigidos con precisión y rapidez a la ubicación.
  - **Canales de comunicación claros:** Utilice sistemas de comunicación bidireccionales (radio, teléfonos o comunicaciones satelitales) para garantizar una coordinación fluida entre el equipo aéreo y el personal de tierra.
- 

## 5. Adaptar las operaciones de los drones a las condiciones ambientales y del agua

**Mejores prácticas:** Adaptar las operaciones de los drones a los desafíos ambientales específicos, como las corrientes de agua, las condiciones del viento y la visibilidad, para mantener esfuerzos de búsqueda y rescate efectivos.

### Estudio de caso:

**El Rescate oceánico frente a las costas de Australia** Se destacó la importancia de adaptarse a las condiciones climáticas adversas. El dron pudo volar sobre aguas turbulentas, utilizando video en tiempo real para guiar al personal de tierra y navegar a través de las olas.

#### Pasos de acción:

- **Monitoreo del clima y las condiciones del agua:** Monitoree continuamente las condiciones climáticas, la velocidad del viento y las corrientes de agua para ajustar las rutas de vuelo de los drones y garantizar un funcionamiento seguro. En aguas turbulentas o con tormentas, considere usar drones más duraderos o ajustar las altitudes de vuelo.
- **Estabilidad de drones en turbulencias:** Elija drones con funciones de estabilización, como cardanes avanzados o marcos resistentes al agua, que puedan soportar vientos fuertes o movimientos rápidos del agua sin comprometer el rendimiento del vuelo.
- **Protocolos de seguridad para entornos de alto riesgo:** Establecer zonas de seguridad o zonas de exclusión aérea para garantizar que los drones permanezcan dentro de los límites operativos, especialmente en condiciones climáticas extremas, aguas de rápido movimiento o áreas congestionadas.

## 6. Realice una sesión informativa posterior al rescate y una revisión de los datos

**Mejores prácticas:** Después de completar una misión de rescate, realice una sesión informativa exhaustiva para revisar el rendimiento del dron e identificar áreas de mejora.

### Estudio de caso:

En cada caso, las misiones exitosas con drones fueron seguidas de reuniones informativas en las que los equipos analizaron qué salió bien y qué se necesitaba mejorar. Estas revisiones posteriores a la misión ayudaron a refinar el uso de drones en operaciones futuras.

#### Pasos de acción:

- **Informe final con todos los equipos:** Recopilar comentarios de los operadores de drones, el personal de tierra y cualquier persona involucrada en la misión para identificar las fortalezas y debilidades de la operación.
- **Revisar datos de vuelo:** Analice la trayectoria de vuelo del dron, las imágenes y los datos del GPS para evaluar la eficacia de la misión. Determine si hubo fallas en la cobertura o la coordinación.
- **Formación y mejora continua:** Utilice los resultados de la sesión informativa para ajustar los planes de misión futuros, perfeccionar las técnicas de operación de drones y capacitar a los equipos de tierra para trabajar mejor con unidades de drones.

## 7. Garantizar el mantenimiento y la fiabilidad de los drones

**Mejores prácticas:** Realizar el mantenimiento periódico de los drones para garantizar que estén listos para su despliegue en operaciones de rescate de alto riesgo.

### Estudio de caso:

En varias operaciones, incluida la **Rescate fluvial en Estados Unidos** Los drones que recibieron un buen mantenimiento y fueron probados con antelación ayudaron a garantizar que no hubiera fallas técnicas durante momentos críticos.

#### Pasos de acción:

- **Comprobaciones de mantenimiento periódicas:** Realizar controles de rutina en los motores, baterías, sistemas de carga útil y cámaras del dron antes de cada misión.
- **Impermeabilización:** Utilice drones impermeables con componentes sellados para garantizar que permanezcan operativos en condiciones húmedas.
- **Gestión de la batería:** Controle de cerca la duración de la batería para evitar quedarse sin energía durante misiones de rescate prolongadas.

### Conclusión:

Los rescates con drones acuáticos ofrecen muchas ventajas en las operaciones de rescate modernas, pero requieren una planificación cuidadosa, adaptación y colaboración con los equipos de tierra. Si se siguen estas prácticas recomendadas, como se ilustra en los estudios de casos, los operadores de drones pueden asegurarse de que

Están totalmente preparados para los desafíos de los rescates acuáticos en el mundo real. La integración de drones en las tareas de rescate acuático mejora significativamente la eficiencia operativa, la seguridad y la tasa general de éxito a la hora de salvar vidas en situaciones de emergencia.



### ***Módulo 8: Actividades posteriores a la misión***



## Sección 8.1 Revisión de datos y vídeos

### Introducción:

En el contexto de las operaciones de rescate con drones acuáticos, el trabajo no termina cuando el dron regresa a la base. Las actividades posteriores a la misión son esenciales para maximizar la eficacia del rescate, mejorar las operaciones futuras y garantizar la integridad de los datos recopilados. El análisis de las imágenes y la utilización de los datos de la misión no solo mejoran las tareas de rescate, sino que también ayudan en las investigaciones posteriores y en la planificación del rescate. Este capítulo le guiará a través de las tareas clave posteriores a la misión, que incluyen el análisis de las imágenes del dron, la extracción de datos valiosos y el uso de la información para ayudar en la operación de rescate y en las investigaciones posteriores al rescate.

### 1. Revisión de las imágenes y la recopilación de datos

Una vez que la misión se ha completado y el dron ha regresado sano y salvo, es hora de comenzar a analizar las imágenes y los datos capturados durante la operación. Los rescates acuáticos con drones suelen implicar entornos de alto riesgo, y disponer de información precisa y clara es esencial tanto para las acciones inmediatas como para la investigación a largo plazo.

#### Revisión de secuencias de vídeo

- **Objetivo:** Las imágenes de video recopiladas por las cámaras del dron pueden proporcionar información visual importante, desde la identificación de víctimas hasta la evaluación de peligros u obstáculos.
- **Procedimiento:**
  - **Inspección inicial:** Descargue inmediatamente el metraje de la tarjeta de memoria del dron o del sistema de almacenamiento integrado. Compruebe que el metraje esté completo y que no se haya dañado ni interrumpido.
  - **Revisión de reproducción:** Utilice un software de reproducción de video para revisar sistemáticamente todo el material grabado. Marque los segmentos importantes que revelen elementos clave de la misión, como:
    - **Identificación de la víctima:** Busque señales que indiquen la ubicación de la víctima, la posición del cuerpo y el entorno. Deben anotarse todos los factores ambientales (olas, corrientes, clima) que afecten el rescate.
    - **Obstáculos peligrosos:** Revise las áreas con obstáculos visibles, como escombros, rocas afiladas o posibles peligros submarinos. Es posible que estos no hayan sido evidentes durante el vuelo, pero podrían ser críticos para futuras operaciones o investigaciones.
    - **Despliegue de dispositivo de rescate:** Evaluar si el dispositivo de rescate (por ejemplo, cuerda, dispositivo de flotación) se desplegó con éxito y si hubo algún problema durante el proceso de liberación o recuperación.
  - **Toma de notas:** Mientras revisa las imágenes, tome notas sobre las observaciones críticas y las posibles discrepancias. Estas serán importantes al prepararse para el siguiente paso de la misión o en la sesión informativa posterior al rescate.

#### Análisis de datos de sensores

- **Objetivo:** Muchos drones acuáticos vienen equipados con diversos sensores, como sensores de imagen térmica, sonar y GPS, que recopilan datos valiosos durante la misión. Estos datos se pueden utilizar para comprender mejor el entorno, identificar la ubicación de la víctima y orientar las decisiones de rescate.
- **Procedimiento:**
  - **Datos del sonar:** Los drones equipados con sonar pueden mapear entornos submarinos, localizar objetos sumergidos y detectar a la víctima en el agua. Revise los datos del sonar para comprender la profundidad del agua, la ubicación de los obstáculos y los posibles peligros ocultos.
    - **Mapeo del área:** Analice los datos del sonar para confirmar la ubicación exacta de la víctima y rastrear su movimiento si es necesario. Compare estos datos con las imágenes para comprobar su precisión.
    - **Detección de víctimas:** Compare los datos del sonar con la transmisión de video del dron para confirmar la posición de la víctima, particularmente en aguas turbias o difíciles de visualizar.
  - **Imágenes térmicas:** Si el dron está equipado con una cámara térmica, se puede utilizar para detectar la señal térmica de la víctima, especialmente de noche o en condiciones de poca visibilidad. Revise los datos térmicos para:
    - **Confirmar la posición de la víctima:** Busque áreas de contraste térmico que puedan indicar la presencia de una persona en el agua.
    - **Identificar gradientes de temperatura:** Comprender las fluctuaciones de temperatura puede ayudar a evaluar los riesgos de hipotermia u otros peligros ambientales que puedan afectar la supervivencia de la víctima.

- o **GPS y telemetría:** Revisar los datos de GPS y telemetría para rastrear la trayectoria de vuelo del dron, la ubicación de la víctima y la ruta tomada durante la misión. Estos datos son útiles para confirmar:
  - **Precisión del vuelo:** ¿El dron mantuvo su rumbo? ¿Fue necesario desviarse de él debido a circunstancias imprevistas?
  - **Trayectoria de la víctima:** ¿Se rastreó eficazmente el movimiento de la víctima dentro del agua o del entorno? ¿Hubo dificultades para mantener el contacto o seguir al objetivo?

## 2. Integración de datos para optimizar el rescate

### Comprender los factores ambientales

Al analizar los datos ambientales capturados por el dron, puede tomar decisiones mejor informadas para futuras tareas de rescate. Las imágenes y los datos de los sensores brindan información sobre las condiciones actuales, como el flujo de agua, las olas, la temperatura y la visibilidad.

- **Flujo de agua y corrientes:** Utilizando datos de GPS y sonar, evalúe la velocidad y dirección de las corrientes. Si la víctima se encuentra en una zona donde las corrientes son fuertes, estos datos pueden utilizarse para determinar:
  - o **Rutas de escape:** Planifique dónde dirigir a los rescatistas u otros recursos.
  - o **Zonas seguras:** Identificar zonas menos afectadas por las corrientes, donde se pueda reubicar a la víctima o monitorearla mejor.
- **Visibilidad y condiciones meteorológicas:** Las imágenes y la telemetría pueden ayudar a comprender cómo las condiciones meteorológicas afectaron la visibilidad durante la misión. Estos datos pueden ayudar a planificar futuras operaciones con drones al destacar los mejores momentos del día o los tipos de clima para realizar rescates.

### Coordinación con equipos de tierra

Los datos posteriores a la misión deben compartirse con los equipos de tierra y cualquier otro rescatista involucrado. Al analizar las imágenes del dron y los datos de los sensores, puede proporcionar al personal de tierra detalles precisos sobre:

- **Ubicación de la víctima:** Coordenadas GPS, distancia relativa de puntos de referencia o marcadores en el metraje.
- **Zonas de aterrizaje seguras:** Cualquier área identificada en las imágenes que sea adecuada para que los rescatistas se acerquen o aterricen.
- **Riesgos:** Los datos del sonar o de los sensores térmicos pueden resaltar peligros como obstáculos submarinos, bolsas de agua fría o áreas de baja visibilidad.

### Mejorando las operaciones futuras

El análisis de los datos de las misiones completadas ayuda a identificar oportunidades de mejora. Utilice las imágenes y los datos para abordar las deficiencias de la misión e implementar mejores estrategias para futuros rescates.

- **Mejora de la trayectoria de vuelo:** Utilice registros de vuelo y datos de telemetría para encontrar irregularidades en los patrones de vuelo y optimizar las rutas para lograr eficiencia y seguridad.
- **Tácticas de rescate:** Revise el funcionamiento del mecanismo de rescate del dron. ¿Hubo alguna dificultad para localizar a la víctima? ¿El dron tuvo tiempo suficiente para evaluar la situación antes de desplegar el dispositivo de rescate? Ajuste las tácticas en consecuencia.
- **Comunicación:** Asegúrese de que las imágenes y los datos se hayan compartido de manera eficiente con el equipo durante toda la misión. La comunicación es clave para un rescate exitoso y el análisis de operaciones anteriores puede revelar áreas de mejora en las prácticas de comunicación.

## 4. Investigación y presentación de informes posteriores al rescate

### Recopilación de pruebas

Las imágenes y los datos obtenidos tras el rescate también pueden desempeñar un papel fundamental en la fase de investigación y presentación de informes. Según la situación, la información recopilada puede utilizarse para:

- **Fines legales o de seguros:** Las imágenes pueden servir como evidencia en caso de que surjan disputas o reclamos de la misión, confirmando las acciones tomadas y los resultados.

- **Investigación de incidentes:** Reviewing the mission footage and data can help identify any faults or mistakes made during the rescue attempt. This can inform decisions about future operational improvements or help refine standard operating procedures.

## Creating a Report

The final step in post-mission activities involves creating a detailed report that includes:

- **Overview of the Mission:** The date, location, objectives, and outcomes.
- **Analysis of Data:** Review the drone footage, sonar readings, GPS data, and any other collected information. Identify any critical observations or patterns.
- **Lessons Learned:** Based on the analysis, highlight areas where the mission succeeded, as well as areas that could be improved for future rescues.
- **Recommendations:** Provide suggestions for how future missions can be optimized based on the data and feedback gathered.

---

Post-mission activities are an essential component of the water drone rescue process. Analyzing the footage and sensor data, integrating these insights into operational planning, and using the information for both rescue optimization and investigation will ensure continuous improvement in rescue operations. By refining these processes, water drone operators can enhance the effectiveness of their missions, safeguard future operations, and provide crucial insights for investigation and safety protocols.

## Section 8.2 Maintenance and Recovery

### Introduction:

Water drones are vital tools in rescue operations, designed to withstand harsh environments and navigate challenging water conditions. However, due to their exposure to water, salt, debris, and other elements, they require regular maintenance and recovery procedures to ensure their longevity, functionality, and safety. This chapter will guide you through essential maintenance tasks, including cleaning, drying, checking batteries and equipment, and performing regular inspections to ensure your water drone remains in optimal condition for future missions.

### 1. Cleaning and Drying Water Drones After Water Exposure

After each mission, it is crucial to clean and dry the water drone to remove any contaminants, debris, or moisture that could degrade its performance over time. Proper cleaning and drying prevent rust, corrosion, and potential malfunctions, ensuring that the drone remains water-resistant and ready for the next operation.

#### Cleaning the Drone

- **Immediate Action:** After retrieving the drone from the water, inspect it for any visible debris, mud, or seaweed that may have attached to the drone's body, propellers, or sensors.
- **Procedure:**
  - o **Rinse with Fresh Water:** Use clean freshwater to rinse the drone thoroughly. This step is especially important for drones that have been used in saltwater environments, as salt can cause corrosion and block moving parts.
    - **Spray Nozzle:** Use a low-pressure spray nozzle to avoid forcing water into seals or electrical components.
    - **Clean Propellers and Motors:** Gently remove any debris from the propellers and motors using a soft brush, such as a small paintbrush. Be cautious not to damage the motor components or the propeller blades.
    - **Camera and Sensors:** Use a microfiber cloth to wipe down cameras, sonar sensors, or other sensitive equipment. If there is visible dirt, use a lens cleaning solution designed for electronics.
    - **Gaskets and Seals:** Carefully inspect and wipe down all seals, gaskets, and joints to remove any dirt or water. If necessary, clean the seals with a soft cloth or a cotton swab to maintain their integrity.

- **Use of Cleaning Solutions:**

- o **Non-abrasive Solutions:** If the drone was exposed to oily or sticky substances (such as fuel, algae, or plant matter), use a non-abrasive cleaning solution designed for electronics or drones. Avoid harsh chemicals that could damage the drone's materials.
- o **Disinfecting:** If the drone was used in a hazardous or contaminated environment, consider disinfecting surfaces, particularly areas exposed to human contact, to maintain hygiene.

## Drying the Drone

Proper drying is crucial to prevent internal moisture buildup, which can lead to rust, corrosion, and electrical failures.

- **Procedure:**
  - o **Pat Dry:** Use a dry, lint-free cloth to pat the drone's exterior, absorbing excess water. Be especially careful around sensitive areas such as sensors and the drone's battery compartment.
  - o **Air Drying:** Allow the drone to air dry in a cool, dry environment. Do not place it in direct sunlight or heat sources such as hairdryers, as excessive heat can cause material damage or disrupt electronic components.
  - o **Remove Battery:** Always remove the battery after use and allow it to dry separately. Batteries should never be exposed to water or moisture, and drying them properly ensures optimal battery performance and longevity.
  - o **Use of Drying Equipment:** In some cases, you can use a drone-safe drying chamber or a desiccant bag (such as silica gel) to further reduce moisture. These tools help prevent internal moisture from accumulating inside the drone.

## 2. Battery and Equipment Checks

Batteries are one of the most critical components of a water drone and must be handled with care to prevent damage from water exposure. Regular checks and maintenance of the battery and other key equipment will ensure that the drone remains operational and that it performs optimally during rescue missions.

### Battery Maintenance

Water exposure can affect the performance of the drone's battery, especially if it has been exposed to salty or dirty water.

- **Battery Removal:** Always remove the battery after each mission. This ensures that the battery doesn't remain in a damp environment, which could lead to corrosion or internal damage.
- **Procedure:**
  - o **Visual Inspection:** Examine the battery for any signs of leakage, swelling, or damage. If the battery shows signs of damage, it should be disposed of properly and replaced with a new one.
  - o **Drying:** If the battery has been exposed to water, gently dry it with a cloth. Do not place it in direct heat or use compressed air, as this could cause damage. Let the battery air-dry in a cool, dry place for at least 24 hours before attempting to recharge.
  - o **Check Battery Terminals:** Inspect the battery terminals for any corrosion or buildup. If corrosion is found, gently clean the terminals using a soft cloth or brush. A mild vinegar solution (1 part vinegar to 1 part water) can be used to clean corrosion, but make sure to dry the terminals thoroughly afterward.
  - o **Charging:** After drying, ensure that the battery is fully charged before the next use. Always charge the battery in a wellventilated area, and never leave a charging battery unattended.

### Equipment Check

Regular checks of the drone's various components are necessary to ensure that all systems function properly.

- **Motors and Propellers:** Inspect the motors and propellers after each mission to ensure that they are free of debris and functioning smoothly. Clean the propellers with a microfiber cloth and brush off any dirt from the motor housing.
  - o Check for any signs of wear, cracks, or bending in the propellers. Replace damaged or worn propellers to ensure smooth and safe flight operations.



- **Sensors and Cameras:** Inspect all cameras, sensors, and communication equipment for dirt or water spots. Test sensors like sonar, thermal imaging, and GPS to ensure that they are functioning properly. If any sensors are damaged or compromised, they should be serviced or replaced immediately.
- **Seals and Gaskets:** Inspect the seals and gaskets for wear or damage. If any of the seals appear cracked or degraded, they should be replaced immediately to maintain the water resistance of the drone.
- **Structural Integrity:** Check for any structural issues, such as cracks, dents, or signs of stress. These could affect the drone's performance or water resistance. Pay special attention to the body, propeller arms, and any areas that are frequently exposed to impact.

### 3. Regular Maintenance for Water-Resistant Drones

Water-resistant drones, although built to withstand water exposure, still require routine maintenance to ensure their resilience and reliability. These maintenance practices are essential for extending the drone's lifespan and improving its performance during rescue operations.

#### Regular Inspections

- **Frequency:** Conduct regular inspections every 20-30 flight hours, or after every 10-15 mission completions, whichever comes first. During these inspections, check all critical components for signs of wear, corrosion, or malfunction.
- **Procedure:**
  - o Inspect the drone's entire body for cracks or signs of degradation in the materials, especially in high-stress areas such as the propeller arms and gimbals.
  - o Asegúrese de que todos los sellos y juntas impermeables estén intactos y correctamente colocados. Cualquier daño en estos sellos debe solucionarse de inmediato para evitar la entrada de agua durante las operaciones.
  - o Pruebe el rendimiento de vuelo del dron en condiciones controladas para identificar cualquier problema con la estabilidad, el control o la respuesta a los comandos.

#### Prueba de resistencia al agua

Aunque un dron está diseñado para ser resistente al agua, la eficacia de esta resistencia puede disminuir con el tiempo. Se deben realizar pruebas de resistencia al agua periódicamente para confirmar que el dron permanece sellado y es capaz de soportar la exposición al agua.

- **Procedimiento:**
  - o Sumerja el dron brevemente en agua (según las pautas del fabricante) para verificar que pueda soportar la exposición al agua sin comprometer sus componentes electrónicos o mecánicos.
  - o Realice esta prueba en un entorno controlado para garantizar que no se produzcan daños internos por agua.

#### Actualizaciones de firmware y software

Los drones acuáticos suelen depender de un software especializado para controlar el vuelo, la navegación y las funciones de la misión. Mantener el firmware y el software actualizados garantiza que el dron funcione con las últimas mejoras y parches de seguridad.

- **Procedimiento:**
  - o Compruebe periódicamente si el fabricante tiene actualizaciones de firmware. Muchos drones avisarán a los usuarios sobre las actualizaciones disponibles a través del software o la aplicación de control.
  - o Siga las instrucciones del fabricante para realizar actualizaciones de software, que a menudo incluyen mejoras en la navegación, la calibración del sensor y el rendimiento.

## Conclusión

El mantenimiento y la recuperación de un dron acuático después de cada misión es crucial para garantizar que el dron se mantenga en excelentes condiciones de funcionamiento y pueda funcionar de manera eficaz durante futuras operaciones de rescate. Si se respetan las normas de limpieza, secado, comprobación de la batería e inspección del equipo, así como el mantenimiento y las pruebas de resistencia al agua habituales, se puede maximizar la longevidad, el rendimiento y la fiabilidad del dron. Este compromiso continuo con el mantenimiento no solo garantiza el éxito de futuras misiones, sino que también ayuda a evitar reparaciones costosas y tiempos de inactividad, lo que mantiene al dron listo para operaciones de rescate críticas.



World Academy of  
Safety & Health

## Módulo 9: Evaluación y Certificación

### Sección 9.1 Examen escrito

*\* Consulte el Apéndice A \**

### Sección 9.2 Prueba práctica de vuelo

El objetivo de esta prueba de vuelo es evaluar la capacidad del piloto para operar un dron acuático de manera eficaz en un escenario de rescate simulado, garantizando la finalización exitosa de tareas clave en condiciones realistas. La prueba evaluará el control del vuelo, la navegación, la respuesta a emergencias y la toma de decisiones en tiempo real.

#### Preparaciones previas al vuelo:

##### 1. Inspección con drones:

- Verifique la vida útil de la batería y asegúrese de que esté completamente cargada.
- Inspeccione las hélices, los sensores y el sistema de cámara del dron acuático. Confirme que el dron sea resistente al agua y que todos los sellos estén intactos.
- Verifique la conexión GPS y la intensidad de la señal para una navegación óptima.

##### 2. Comprobación del clima y el medio ambiente:

- Verify current weather conditions (wind speed, water conditions, and temperature).
- Confirm that water is free from obstacles such as debris or large waves.
- Ensure there are no vessels or other obstacles in the operating area.

##### 3. Safety Briefing:

- Review emergency procedures with the team, including return-to-home (RTH) protocols and safety checks. Ensure that all participants are familiar with distress signals, radio communication, and the flight duration limits. Confirm that the water drone has been equipped with emergency supplies, such as a buoyancy device or marker, if necessary.

#### Flight Test Directions:

##### 1. Launch:

- Begin the test by launching the drone from a safe, stable position (e.g., shore or boat).
- Ensure the drone maintains a stable altitude and that controls are responsive.

##### 2. Navigation:

- **Task 1:** Pilot the drone to a simulated "victim" location (this can be a designated area or a marked object in the water).
  - Fly at low altitude (approximately 2-3 meters above the water surface) for visibility and precise maneuvering.
  - Maintain consistent control despite potential wind or water disturbances.
- **Task 2:** Perform a 360° reconnaissance scan of the victim area, using onboard sensors (camera, sonar, etc.) to detect any obstacles or hazards.
  - Demonstrate the ability to use onboard equipment (camera, lights, etc.) to locate and identify the victim or target object.

##### 3. Rescue Operation Simulation:

- **Task 3:** Once the victim or target object is located, pilot the drone to within 5-10 meters of the target, maintaining precise control and minimal deviation.
- **Task 4:** Deploy the drone's rescue mechanism (e.g., drop a flotation device, deploy a rope, or lower a rescue net) to simulate a victim extraction or emergency response.
  - The pilot must demonstrate the ability to adjust flight path in real-time based on obstacles or changes in the environment (e.g., wind).
  - Ensure the deployment mechanism is activated and successfully delivers the rescue item.

##### 4. Emergency Simulation:

- **Task 5:** Simulate a sudden emergency (e.g., low battery, lost GPS signal, or a sudden obstacle).
  - The pilot must demonstrate the ability to execute an emergency response, including initiating the drone's Return to Home (RTH) function or manually navigating back to base.
- **Task 6:** Perform a manual landing on a designated safe area (e.g., shore or boat).
  - The pilot should demonstrate precise control when lowering the drone, ensuring a safe and stable landing despite environmental challenges.

### 5. Post-Flight Evaluation:

- o Review the drone's performance, including battery life, stability, and the accuracy of maneuvers. Check
- o for any damage or irregularities that could affect future flights.

---

### Scoring Criteria:

The test will be graded based on the following key areas:

#### 1. Flight Control and Navigation (30%):

- o Ability to maintain steady control during takeoff, flight, and landing.
- o Precision in positioning the drone near the victim target.
- o Adherence to safe operating procedures.

#### 2. Emergency Response (25%):

- o Quick and effective response to simulated emergencies.
- o Accurate and safe use of return-to-home function or manual flight for recovery.

#### 3. Rescue Execution (30%):

- o Accuracy and effectiveness in deploying the rescue device or system. The
- o ability to adjust flight path based on changing conditions.

#### 4. Safety Protocols (15%):

- o Adherence to pre-flight and post-flight safety checks.
- o Correct handling of emergency procedures.
- o Clear communication with ground crew (if applicable).

---

### Completion and Feedback:

- After completing the flight test, the instructor will provide feedback, including areas of strength and suggestions for improvement.
- If the pilot successfully completes all tasks and meets the required standards, they will pass the practical flight test and receive certification for the Water Drone Rescue Course.

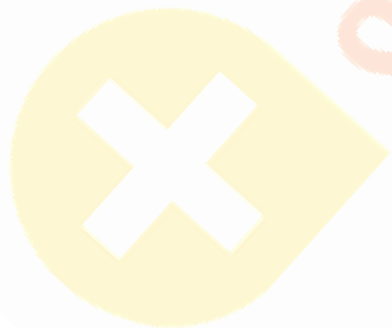
---

### Note:

The instructor may simulate additional challenges or modify test conditions based on the water environment (e.g., moving currents or simulated victim difficulties) to evaluate the pilot's adaptability and decision-making under pressure.

## Section 9.3 Feedback and Course Evaluation

*\* Please See Appendix B\**





# Appendix A - Final Exams, Answer Keys, and Answers Sheets



P.O. Box 311 Riderwood, MD 21139 U.S.A.

Phone: 1-800-484-0419

Email: [admin@lifeguardcertifications.com](mailto:admin@lifeguardcertifications.com)

## Water Drone Rescue Course Final Exam Answer Sheet

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_
- 3. \_\_\_\_\_
- 4. \_\_\_\_\_
- 5. \_\_\_\_\_
- 6. \_\_\_\_\_
- 7. \_\_\_\_\_
- 8. \_\_\_\_\_
- 9. \_\_\_\_\_
- 10. \_\_\_\_\_
- 11. \_\_\_\_\_
- 12. \_\_\_\_\_
- 13. \_\_\_\_\_
- 14. \_\_\_\_\_
- 15. \_\_\_\_\_
- 16. \_\_\_\_\_
- 17. \_\_\_\_\_
- 18. \_\_\_\_\_
- 19. \_\_\_\_\_
- 20. \_\_\_\_\_



World Academy of Safety & Health



**Water Drone Rescue Course – Final Exam**  
**Multiple Choice Version**

**Name:** \_\_\_\_\_

**Section 1: Water Drone Technology & Capabilities**

1. **What is the primary purpose of using thermal imaging cameras on water drones during rescue operations?**
  - A) To capture high-definition video of the environment
  - B) To locate victims by detecting heat signatures
  - C) To measure the temperature of the water
  - D) To assist with payload delivery
2. **Which of the following features is critical for a water drone to operate in rough weather conditions, such as heavy rain or high winds?**
  - A) High altitude capability
  - B) Waterproofing and wind resistance
  - C) A larger battery size
  - D) Ability to operate in low-light conditions
3. **What is the maximum operational range of a typical water drone used for rescue missions?**
  - A) 1-3 miles
  - B) 5-10 miles
  - C) 15-20 miles
  - D) 30-50 miles
4. **What type of payload is commonly carried by a water drone for rescue operations?**
  - A) Rescue baskets
  - B) First aid kits
  - C) Life-saving flotation devices
  - D) Medical supplies

**Section 2: Water Rescue Operations**

5. **In the event of a missing person in fast-moving floodwaters, how should a drone be deployed?**
  - A) Fly the drone at a very low altitude to detect the victim
  - B) Focus on high altitude scanning to cover a wider area quickly
  - C) Allow the drone to hover in place to wait for further instructions
  - D) Only fly the drone over calm water areas for safety
6. **What is the advantage of using a multi-drone system in large-scale water rescue operations?**
  - A) It increases the operational risk for all drones
  - B) It allows drones to work autonomously without coordination
  - C) It improves the coverage area, reduces search time, and enhances real-time data sharing
  - D) It makes the operation less effective by introducing communication delays
7. **What should drone operators prioritize when flying a drone in a flood zone?**
  - A) Maximizing drone speed to cover more area
  - B) Ensuring the drone remains at a high altitude to avoid obstacles
  - C) Ensuring the drone remains close to the surface for accurate readings
  - D) Managing battery life and monitoring environmental hazards like debris and currents
8. **What is a common use of a water drone during a rescue operation in large bodies of water?**
  - A) To assist in physical rescues by lifting victims out of the water
  - B) To identify and locate victims using real-time imaging and thermal sensors
  - C) To monitor the health status of victims while waiting for ground teams
  - D) To predict future water currents and weather patterns

### Section 3: Coordination and Communication

9. **When conducting a multi-drone rescue operation, how is real-time data typically shared among drones?**
- A) Through a centralized control hub or mesh network
  - B) By broadcasting signals at random intervals to avoid interference
  - C) Drones operate independently without data sharing
  - D) Drones only share data when in close proximity to each other
10. **Why is it important for ground teams to communicate with drone operators during a water rescue?**
- A) To direct drones to specific locations based on visual cues
  - B) To manually control the drones for safety reasons
  - C) To relay updates about the progress of the search and confirm victim locations
  - D) To adjust the drone's camera settings remotely
11. **How can drones assist ground teams during a rescue operation?**
- A) By guiding rescuers to the exact location of victims via GPS coordinates
  - B) By carrying heavy equipment for rescuers to use
  - C) By allowing rescuers to ride the drone to the victim's location
  - D) By providing weather reports and predictions for the operation area
12. **What is the role of a drone operator when multiple drones are deployed in a rescue mission?**
- A) To ensure drones operate independently without monitoring each other
  - B) To assign specific tasks and areas to each drone and monitor the operation from a central hub
  - C) To focus only on controlling one drone and leave the rest to their own systems
  - D) To allow drones to operate in a random pattern until a victim is located

---

### Section 4: Payload Delivery and Timing

13. **When deploying a life-saving payload to a victim in the water, what is the most critical factor to consider?**
- A) The color of the payload
  - B) The speed at which the drone is moving
  - C) The accuracy and timing of the payload drop to match the victim's location
  - D) The weight of the payload
14. **How should drones be used for simultaneous victim location and payload delivery during a rescue?**
- A) One drone locates the victim, and another drone delivers the payload in real-time
  - B) Drones should be used only for location scanning, while ground teams handle payload drops
  - C) All drones should be tasked with both location finding and payload delivery simultaneously
  - D) Drones should focus only on surveillance and leave the actual rescue to the ground teams
15. **What is a potential risk of dropping a payload too early during a water rescue operation?**
- A) The payload might drift away from the victim due to water currents
  - B) The payload could break the surface of the water and sink
  - C) The payload may be too light and not reach the victim
  - D) There is no risk associated with early payload delivery

---

### Section 5: Safety and Emergency Procedures

16. **What should a drone operator do if the drone loses GPS signal during a rescue mission?**
- A) Continue the mission as usual, as GPS is not critical for flight
  - B) Immediately land the drone and await further instructions
  - C) Switch to manual control and fly the drone using visual cues
  - D) Abandon the mission, as a lost GPS signal means the mission cannot continue
17. **How should drone operators handle battery depletion during a rescue operation?**
- A) Continue flying until the battery completely drains, as the drone will automatically land
  - B) Return the drone to the charging station as soon as possible to avoid the drone from losing power mid-operation
  - C) Prioritize critical missions first, even if it risks losing the drone due to battery failure
  - D) Ignore the battery status as long as the drone is performing its mission correctly

18. In the event of a drone malfunction during a rescue, what should the operator prioritize?

- A) Attempting to repair the drone in the field to minimize downtime
- B) Safely landing the drone and ensuring it does not pose a hazard to rescuers or victims
- C) Immediately sending the drone back to the launch site for repairs
- D) Continuing the mission using manual controls, regardless of the malfunction

---

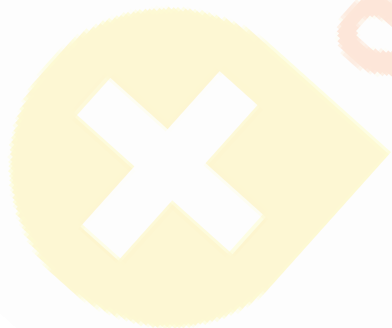
## Section 6: Drone and Rescue Environment

19. What environmental factor can significantly impact drone performance during a water rescue mission?

- A) Low water temperature
- B) Clear skies and calm winds
- C) High wind speeds, rain, and poor visibility
- D) Excessive sunlight and bright lighting

20. When operating drones in fast-moving floodwaters, why is it important to avoid obstacles such as floating debris?

- A) Floating debris can damage the drone's propellers or sensors, causing failure
- B) It is not a concern, as the drone can simply fly above the debris
- C) The drone will automatically avoid debris without operator intervention
- D) The drone will be able to use the debris to track the victim's location







## Water Drone Rescue Course – Final Exam

Name: \_\_\_\_\_

### Section 1: Multiple Choice Questions (1 point each)

1. **Which of the following is the primary advantage of using drones in water rescue operations?**
  - A) Ability to carry heavier payloads than ground teams
  - B) Faster deployment and larger area coverage
  - C) Higher risk to rescuers
  - D) Only useful in calm, shallow waters
2. **What type of sensor is most useful for locating victims in cold, dark water at night?**
  - A) Visual camera
  - B) Thermal imaging sensor
  - C) LiDAR
  - D) Barometer
3. **When operating a drone in fast-moving floodwaters, what is the most important consideration?**
  - A) Minimizing the drone's altitude to get a closer view of the water surface
  - B) Ensuring the drone's waterproof capabilities and managing wind resistance
  - C) Avoiding the use of any payloads
  - D) Maintaining flight speeds higher than 25 mph
4. **Which of the following best describes the role of communication between ground teams and drone operators during a rescue?**
  - A) Communication is not required during drone operations, as drones operate autonomously
  - B) Communication ensures that the drone fleet and ground team are synchronized for coordinated victim rescue
  - C) Communication is only necessary if the drone loses connection
  - D) Communication is needed only for reporting the drone's battery level
5. **What is a potential limitation of using drones in large bodies of water?**
  - A) The inability to detect victims due to poor battery life
  - B) Limited signal range and potential loss of communication between drones and operators
  - C) Drones being able to fly only a short distance above the water surface
  - D) Limited operational time in areas with minimal water movement

### Section 2: True/False Questions (1 point each)

6. **Drones are effective in large-scale search operations because they can provide real-time video and thermal imaging to locate victims in vast bodies of water.**
  - True / False
7. **Multi-drone operations increase the risk of collisions when drones are not properly coordinated.**
  - True / False
8. **In flood rescue operations, it is important to consider factors like water turbulence, debris, and changing water levels when deploying drones.**
  - True / False
9. **Drones are not suitable for rescue operations during adverse weather conditions such as strong winds and heavy rain.**
  - True / False
10. **A water drone's payload delivery system can be used to drop life-saving devices like life vests or flotation devices in critical rescue situations.**
  - True / False

### Section 3: Short Answer Questions (3 points each)

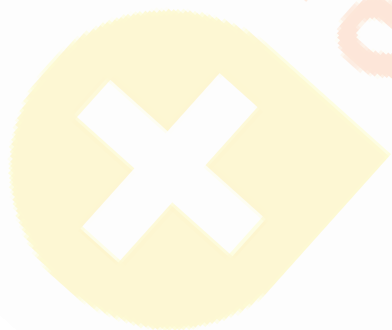
11. Explain how a drone can be used in a multi-drone operation for a large-scale water rescue mission. What benefits does this approach offer over using a single drone?
  12. Describe the key factors that should be considered when flying a drone over fast-moving water during a rescue mission.
  13. What are the essential features of a water drone designed for extreme weather conditions, and why are they important for successful rescue operations?
  14. Outline the steps involved in coordinating drone fleets for a large search area in a water rescue operation. How do drones communicate with each other during these missions?
  15. Discuss the importance of real-time data sharing between drones in a rescue mission. How does this affect decision-making and coordination with ground teams?
- 

### Section 4: Scenario-Based Questions (5 points each)

16. Scenario 1: You are tasked with leading a multi-drone search operation over a large lake to find a missing swimmer. One of the drones in the fleet has just spotted a heat signature that might be a victim. What actions should you take next, and how should you coordinate with the rest of the fleet and ground personnel?
  17. Scenario 2: A sudden storm has developed while you are conducting a flood rescue operation with multiple drones. The wind speeds are increasing, and visibility is reducing. What steps should you take to ensure the drones remain operational and the mission continues safely? Consider drone adjustments, communication with the fleet, and coordination with ground teams.
  18. Scenario 3: During a drone-assisted water rescue, you are required to deliver a flotation device to a victim in fast-moving floodwaters. How would you ensure the payload is deployed accurately, and what factors would you need to consider in the timing of the drop?
- 

### Section 5: Practical Knowledge (10 points)

19. Describe the procedure for safely deploying a life-saving payload using a water drone. Include considerations for payload release, drone stability, and environmental factors.
20. Using a map of a flooded area, explain how you would set up a multi-drone operation to cover the largest possible search area. Include how you would divide the area, assign tasks to different drones, and ensure effective communication with ground teams.





P.O. Box 311 Riderwood, MD 21139 U.S.A.

Phone: 1-800-484-0419

Email: [admin@lifeguardcertifications.com](mailto:admin@lifeguardcertifications.com)

**Water Drone Rescue Course  
Final Exam Answer Key**

**Answer Key:**

- 21. B
- 22. B
- 23. A
- 24. C
- 25. B
- 26. C
- 27. D
- 28. B
- 29. A
- 30. C
- 31. A
- 32. B
- 33. C
- 34. A
- 35. A
- 36. C
- 37. B
- 38. B
- 39. C
- 40. A

## Appendix B – Course Evaluation & Feedback Form

### Course Evaluation & Feedback Form

Please rate the following aspects of the course on a scale from 1 to 5, where 1 = Poor and 5 = Excellent.

#### 1. Course Content and Structure

- How would you rate the overall quality of the course content?  
 1  2  3  4  5

#### 2. Clarity and Organization

- How clear and organized was the presentation of the course material?  1  2  3  4  5

#### 3. Relevance to Practical Applications

- How relevant and applicable was the course content to real-world water drone rescue operations?  1  2  3  4  5

#### 4. Instructor Expertise

- How would you rate the instructor's knowledge and ability to explain complex topics clearly?  1  2  3  4  5

#### 5. Hands-on Training and Practical Exercises

- How effective were the practical flight sessions and simulations in preparing you for actual water drone rescues?  1  2  3  4  5

#### 6. Use of Technology and Equipment

- How would you rate the quality and functionality of the water drones and other equipment used during the course?  1  2  3  4  5

#### 7. Realistic Simulation of Rescue Scenarios

- How realistic were the rescue scenarios simulated during the course?  1  2  3  4  5

#### 8. Training Materials and Resources

- How useful were the course materials, such as manuals, videos, and online resources?  1  2  3  4  5

#### 9. Course Duration

- How satisfied were you with the length of the course?  1  2  3  4  5

#### 10. Safety Measures and Guidelines

- How well did the course emphasize safety precautions and guidelines for drone operation during rescues?  1  2  3  4  5

### Instructor and Course Delivery

#### 11. Instructor Communication and Engagement

- How would you rate the instructor's ability to engage with participants and provide clear communication?  1  2  3  4  5

#### 12. Instructor's Responsiveness to Questions

- How would you rate the instructor's responsiveness to questions and concerns during the course?  1  2  3  4  5

#### 13. Instructor's Ability to Provide Constructive Feedback

- How would you rate the instructor's ability to provide helpful and constructive feedback during the practical sessions?  1  2  3  4  5



## Course Impact and Application

### 14. Confidence in Performing Rescue Operations

- How confident are you in applying what you learned to perform real-world water drone rescues?  
 1  2  3  4  5

### 15. Knowledge Gained on Safety Protocols

- How much did you learn about the safety protocols and best practices for water drone rescues?  
 1  2  3  4  5

### 16. Understanding of Drone Capabilities in Rescue Operations

- How well do you understand the capabilities of water drones in various rescue scenarios after completing the course?  
 1  2  3  4  5

## Course Improvements and Feedback

### 17. What did you like most about the course?

*Please describe the aspects of the course that you found most beneficial or enjoyable.*

### 18. What aspects of the course could be improved?

*Please provide suggestions on areas that could be enhanced for future courses.*

### 19. Were there any topics or skills you feel were not adequately covered?

*Please list any subjects or practical skills you would have liked to see included in the course.*

### 20. Overall Course Rating

- How would you rate your overall experience with the Water Drone Rescue Course?  
 1  2  3  4  5

### 21. Would you recommend this course to others?

Yes  No

*Please explain why or why not.*

**Additional Comments**

22. Please share any additional comments or feedback about the course.

---

---

---

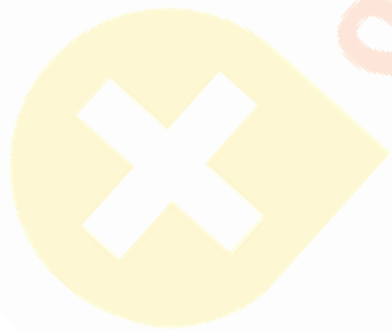
---

**Participant Information** (Optional)

- Name: \_\_\_\_\_
- Email: \_\_\_\_\_
- Organization: \_\_\_\_\_
- Date of Completion: \_\_\_\_\_

**Thank You for Your Feedback!**

Your responses will help us continually improve the Water Drone Rescue Course to better serve participants and rescue operations in the future.



World Academy of  
Safety & Health

## Appendix C – Ancillary Resources

To supplement your learning and enhance your capabilities during the Water Drone Rescue course, the following ancillary resources are highly recommended. These resources provide valuable information on various topics related to water drones, safety protocols, rescue techniques, maintenance, and operational procedures. They will serve as references during the course and as tools to improve your skills in real-world rescue situations.

### 1. Water Drone Manufacturer Manuals and Guides

- **Purpose:** Understanding the specific operational, maintenance, and safety requirements of your water drone model is crucial.
- **Examples:**
  - **User Manuals:** Detailed instructions on operating the drone, battery management, and troubleshooting. **Maintenance and**
  - **Service Guides:** Step-by-step procedures for regular drone maintenance, cleaning, and repairs. **Safety Precaution**
  - **Documents:** Manufacturer-specific safety recommendations for operating water drones in various environmental conditions.

### 2. National and International Drone Operation Guidelines

- **Purpose:** Familiarizing yourself with the legal and operational standards for using drones in rescue operations is essential for safety and compliance.
- **Examples:**
  - **Federal Aviation Administration (FAA) (USA):** FAA regulations for drone operations, including remote pilot certifications, airspace regulations, and operational guidelines for rescue missions.
  - **European Union Aviation Safety Agency (EASA):** Similar guidelines for drone operation in the EU. **International**
  - **Civil Aviation Organization (ICAO):** Global drone regulations for rescue operations and airspace management.

### 3. Search and Rescue Protocols and Procedures

- **Purpose:** Learning established rescue protocols and procedures will ensure that your actions in real-life rescue scenarios are effective, efficient, and coordinated.
- **Examples:**
  - **National Search and Rescue Manual:** Comprehensive rescue protocols, including water-based rescue guidelines.
  - **Rescue Coordination Center (RCC) Resources:** Guidelines for working with RCCs and understanding multi-agency rescue operations.
  - **Rescue Case Studies:** Real-life examples of water rescue operations where drones were used to provide insights into mission planning and execution.

### 4. Drone Software and Flight Planning Tools

- **Purpose:** Familiarizing yourself with the software tools used for flight planning, navigation, and mission execution will enhance your efficiency during operations.
- **Examples:**
  - **DJI Ground Station Pro (GSP):** A flight planning app for creating autonomous flight paths for drone missions, including water-based rescues.
  - **UgCS (Universal Ground Control Software):** Software for mission planning and control for drones, especially in complex or large-scale water rescue operations.
  - **Litchi:** An app for DJI drones, useful for pre-programming flight routes and controlling the drone remotely in rescue scenarios.

## 5. Water Rescue Techniques and First Aid

- **Purpose:** A solid understanding of water rescue techniques, along with first aid knowledge, will help you respond effectively during an actual mission.
- **Examples:**
  - **World Academy of Safety & Health (WASH) Basic Water Rescue:** A training program focusing on open water safety and rescue techniques.
  - **Health and Safety Institute (formerly known as ASHI) First Aid & CPR:** Essential first aid and CPR certification courses that are critical for water rescue professionals.
  - **Advanced Water Rescue Training:** Courses covering more specialized rescue techniques, including swift water rescue, recovery, and victim stabilization.

## 6. Drone Maintenance and Repair Resources

- **Purpose:** Gaining expertise in maintaining and repairing water drones ensures that the drone remains operational, even after exposure to harsh conditions.
- **Examples:**
  - **Online Drone Communities:** Forums like **DronePilots** and **DIY Drones** offer advice and shared experiences for troubleshooting and repairing water drones.
  - **Drone Repair Tutorials:** YouTube channels and online platforms offering step-by-step videos on repairing water drones, focusing on parts like motors, propellers, and cameras.
  - **Drone Maintenance Workshops:** Participate in workshops focusing on the maintenance and servicing of water drones, especially focusing on waterproofing and sensor calibration.

## 7. Environmental and Weather Resources

- **Purpose:** Understanding environmental conditions, such as wind speed, water temperature, and weather forecasts, will help you make informed decisions during rescue operations.
- **Examples:**
  - **Weather Apps:** Apps like **Windy** and **Windfinder** provide real-time weather data, including wind conditions, which are crucial for drone flight operations.
  - **NOAA Marine Forecasts:** The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) provides marine weather forecasts and warnings, which are particularly helpful for water rescue missions.
  - **Environmental Monitoring Tools:** Devices and apps that measure environmental parameters (water temperature, turbidity, etc.) to help plan effective water rescue operations.

## 8. Drone Safety and Risk Management Training

- **Purpose:** Ensuring safety in drone operations is crucial, especially when flying in complex environments like open water.
- **Examples:**
  - **Aerial Work Safety Training:** Courses that focus on safety in drone operations, specifically for rescue or high-risk missions.
  - **Risk Management Courses:** Training that teaches how to assess, mitigate, and manage risks associated with drone operations, especially in unpredictable or hazardous environments.

## 9. Emergency Communication Tools

- **Purpose:** Reliable communication tools are vital for coordinating water rescue missions.
- **Examples:**
  - **Two-way Radios:** Communication systems designed for coordination during rescue operations. Ensure all team members have radios that are waterproof and reliable.
  - **Satellite Phones:** For long-distance communication when operating in remote or offshore environments where cellular coverage is unavailable.
  - **Incident Reporting Platforms:** Software or systems that allow teams to report progress, share mission status, and provide updates to control centers in real-time.

## 10. Industry Reports and Research Papers

- **Purpose:** Staying up-to-date with the latest technological advancements, research, and trends in the field of water drones and rescue operations will ensure you remain at the cutting edge of your profession.
  - **Examples:**
    - **Drone Industry Reports:** Research and market reports on the latest drone technology and trends in rescue operations, such as those published by **Drone Life** or **Commercial UAV News**.
    - **Academic Research:** Research papers on drone technology, water rescue operations, or advancements in sensor technology relevant to water-based rescues.
    - **Whitepapers on UAVs in Rescue Operations:** Documents that provide insights into the successful implementation of drones in search-and-rescue missions, as well as case studies from real-life operations.
- 

## 11. Online Communities and Peer Support

- **Purpose:** Engaging with other professionals in the drone and rescue communities can help you expand your knowledge, share experiences, and stay connected with industry trends.
  - **Examples:**
    - **Reddit UAV & Drone Rescue Subreddits:** Subreddits like **r/drones** or **r/DroneRescue** where professionals and enthusiasts discuss water drone rescue operations, tips, and techniques.
    - **LinkedIn Groups:** Professional groups related to drones, search and rescue, or public safety technology.
    - **Local Drone Clubs or Associations:** Participating in drone clubs or rescue organizations can connect you with local experts and provide networking opportunities for joint missions or training.
- 

## 12. Video Tutorials and Webinars

- **Purpose:** Visual learning can enhance your understanding of water drone rescue operations, maintenance techniques, and other critical skills.
  - **Examples:**
    - **YouTube Channels:** Channels like **Drone World**, **DroneLife**, and **UAV Coach** offer tutorials and reviews on water drones, safety practices, and real-world operational training.
    - **Webinars by Manufacturers:** Manufacturers like **DJI**, **Parrot**, or **Swarm Technologies** often host webinars or online seminars focused on best practices for drone operations and rescue missions.
    - **Rescue Operation Simulation Videos:** Online resources that demonstrate how drones are used in simulated water rescue scenarios to enhance operational understanding.
- 

These ancillary resources are essential tools for participants in a water drone rescue course, providing the knowledge and support needed to enhance practical skills, improve safety, and ensure successful mission outcomes. Leveraging these resources will help you gain a deeper understanding of water drone operations, maintenance, and rescue tactics, contributing to your growth as a skilled water drone rescue professional.



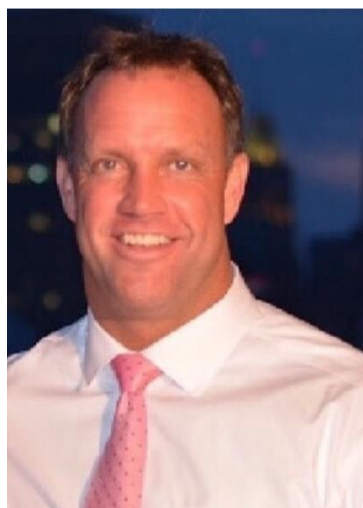


## **References**

1. American College of Surgeons Committee on Trauma. Advanced Trauma Life Support, 7th ed. Chicago: American College of Surgeons, 2007.
2. Association for Experiential Education. <https://www.aeee.org/> .
3. Bart R. and Lau H. 2021. Shallow Water Blackout. Available: [Shallow Water Blackout - StatPearls - NCBI Bookshelf \(nih.gov\)](#) .
4. Blaquiere G, et al. Unmanned aerial vehicles (drones) to prevent drowning. Resuscitation, 2018; 127:63-67. ScienceDirect website, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300957218301667#:~:text=UAV%20can%20deliver%20a%20flotation,away%20from%20dangerous%20sea%20conditions> . Accessed on 07/03/2020.
5. Boyd C, Levy A, McProud T, Huang L, Ranases E, Olson C., Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Fatal and nonfatal drowning outcomes related to dangerous underwater breath-holding behaviors - New York State, 1988-2011. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2015 May 22;64(19):518-21.
6. Calvert, Deb. Six preferred learning styles for adults-Adapt your message for a better response. Web-based Managing Americans. Available at: <http://www.managingamericans.com/Workplace-Communication-Skills/Success/Six-preferredlearning-styles-for-adults-424.htm>.
7. Centers for Disease Control and Prevention. 2015. Fatal and Nonfatal Drowning Outcomes Related to Dangerous Underwater Breath-Holding Behaviors – New York State, 1988-2011. Available: [Fatal and Nonfatal Drowning Outcomes Related to Dangerous Underwater Breath-Holding Behaviors — New York State, 1988–2011 \(cdc.gov\)](#) .
8. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control. Webbased Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS) [online]. [cited 2012 May 3]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/injury/wisqars>.
9. CDC. Wide-ranging online data for epidemiologic research (WONDER). Atlanta, GA: CDC, National Center for Health Statistics; 2016. Available at <http://wonder.cdc.gov>.
10. Conner E. and Hawanwan P. 2020. Prehospital Use of Cervical Collars. Web-based EMS World Print Online Expo [online]. [cited 2020 February 28]. Available at: <https://www.emsworld.com/1223899/carticle-prehospital-use-cervical-collars>.
11. Dudley, Jeffrey. **Manual del instructor de rescate en inundaciones y aguas rápidas** Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), Riderwood, MD. 2021

12. Dudley, J y David Peresenda, D. **Manual del nadador de rescate** Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), Riderwood, MD. 2023
13. Dudley, Jeffrey. **Manual del instructor de rescate en el surf** Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH), Riderwood, MD. 2018
14. Ham W, et al. Úlceras por presión causadas por inmovilización espinal en pacientes con traumatismos: una revisión sistemática. *J Trauma Acute Care Surg*, 2014; 76(4): 1,131-41.
15. Hauswald M, Ong G, Tandberg D, Omar Z. Inmovilización espinal extrahospitalaria: su efecto sobre la lesión neurológica. *Acad Emerg Med*, 1998; 5(3): 214-9.
16. Malvik, Callie. 2020. 4 tipos de estilos de aprendizaje: cómo adaptarse a un grupo diverso de estudiantes. Publicado por primera vez en 2018. Disponible en: <https://www.rasmussen.edu/grados/education/blog/types-of-learning-styles/> .
17. March J, et al. Cambios en el examen físico causados por el uso de inmovilización espinal. *Atención de emergencia prehospitalaria*, 2002; 6(4):421-4.
18. Peresenda, David. **Manual de primeros auxilios acuáticos**. AguaSeguras LLC, Argentina. 2023
19. Pia F. 1984. El factor RID como causa de ahogamiento. Publicado por primera vez en *Parks & Recreation*, junio: 52-67. Disponible en: [www.pia-enterprises.com/RID.pdf](http://www.pia-enterprises.com/RID.pdf)
20. Totten VY, et al. Efectos respiratorios de la inmovilización espinal. *Atención de emergencia prehospitalaria*, 1999; 3(4): 347-52.
21. Universidad de California Davis (UC Davis). (2011). *Definiciones del ciclo de aprendizaje experiencial de 5 pasos*. [https://www.experientialearning.ucdavis.edu/module1/e11\\_40-5step-definitions.pdf](https://www.experientialearning.ucdavis.edu/module1/e11_40-5step-definitions.pdf) .
22. White CC et al. Precauciones de los servicios médicos de urgencia para la columna vertebral y el uso de la camilla larga: documento de referencia para la declaración de posición de la Asociación Nacional de Médicos de Servicios Médicos de Urgencia y el Comité de Traumatismos del Colegio Estadounidense de Cirujanos. *Prehosp Emerg Care* 2014; 18(2): 306
18. Wurdinger, SD y Carlson, JA (2010). *Enseñar para el aprendizaje experiencial: cinco enfoques que funcionan*. Lanham, MD: Educación Rowman & Littlefield.

## Biografía del presidente



Jeff Dudley fundó la Academia Mundial de Seguridad y Salud (WASH) en 2020 con el objetivo de reducir los accidentes relacionados con el agua al brindar opciones de capacitación asequibles y accesibles para todas las poblaciones. Ha trabajado en actividades acuáticas desde 1990. Durante este tiempo, se desempeñó como Director de Actividades Acuáticas para Seapointe Village; Oficial de Capacitación, Médico y Teniente de Rescate Oceánico para el Municipio de Cape May Point; Oficial de los Campeonatos Nacionales de Salvavidas de la Asociación de Salvavidas de los Estados Unidos (USLA); y ha brindado capacitación y servicios internos sobre salvavidas y salvamento en todo el mundo a salvavidas de piscinas y océanos; departamentos de policía; operadores del 911; y departamentos de bomberos y servicios médicos de emergencia.

Posee una licenciatura y una maestría, así como certificaciones en varios estados en educación especial, profesor de ciencias, administrador I y II. Ha trabajado como profesional de la educación desde 1998 y ha ocupado puestos de profesor, director de atletismo, decano, director y jefe de escuela tanto en entornos públicos como privados. Dudley ha sido seleccionado para formar parte de varios comités nacionales de revisión de acreditación escolar.

Dudley vive en el condado de Baltimore, Maryland.



Worldwide  
Safety & Health



**Dirección de la sede corporativa:  
1209 Mountain Rd PL NE, Suite R,  
Albuquerque, NM 87110 Estados Unidos**

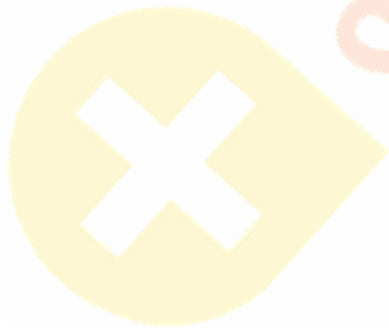
**Dirección de facturación/envío postal:  
PO Box 311 Riderwood, MD 21139  
EE.UU**

**E: [admin@lifeguardcertifications.com](mailto:admin@lifeguardcertifications.com)**

**Teléfono: 1-800-484-0419**

**W: [LifeguardCertifications.com](http://LifeguardCertifications.com)**





World Academy of  
Safety & Health

ISBN 979-889692099-1

US \$58.00  
55800

