

## Prevención de riesgos laborales

### Artículos técnicos

#### Riesgos de volar drones en espacios cerrados

Un dron de interior es un UAS que se utiliza en espacios cerrados, como edificios, almacenes o instalaciones. A diferencia de los drones convencionales, que operan al aire libre, los drones de interior están diseñados para maniobrar en áreas confinadas.

Su uso ha experimentado un crecimiento significativo en distintos sectores: minería, servicios públicos, industrias, construcción. Sus principales ventajas son la seguridad, eficiencia y rapidez, precisión en la recopilación de datos y monitoreo en tiempo real. Los datos que proporcionan permiten un análisis detallado para la toma de decisiones informadas con un menor coste y mayor seguridad para los trabajadores que las metodologías tradicionales.

La operativa con drones de interior presenta desafíos únicos en términos de prevención de riesgos laborales. Conllevan riesgos específicos que deben ser abordados para garantizar la seguridad de las personas trabajadoras y la protección de los activos empresariales.

Las medidas preventivas incluyen medidas organizativas como: evaluación de riesgos, entrenamiento del personal, mantenimiento preventivo, coordinación, supervisión y control.




---

**Autores:**

**Javier Díaz Rojo**

Consultor en prevención Asepeyo Avilés

**M<sup>a</sup> Ángeles Riguera**

Consultora en prevención Dirección de Prevención de Asepeyo

---

A continuación se detallan los principales factores de riesgo específicos en el uso de drones de interior:



### Entornos subterráneos sin señal de GPS

En estos entornos no se puede utilizar un dron programado para volar automáticamente con geolocalización en tiempo real. Esto implica que un piloto debe controlar la aeronave y tomar decisiones durante el vuelo. Las decisiones se basarán en la información de la que disponga, tanto la recopilada de forma previa a la operativa (planos de la instalación, datos de inspecciones...) como la proporcionada por los sensores que carga el propio dron.

En la actualidad existen drones que utilizan la tecnología LIDAR (Light Detection and Ranging), que crea mapas 3D precisos y en tiempo real mediante la emisión de pulsos láser y la medida de su reflexión en objetos cercanos. Durante el vuelo, el LIDAR puede establecer "muros invisibles" virtuales para evitar zonas peligrosas.

### Pérdida de señal entre el mando a tierra y el dron

En vuelos en interior el alcance de la comunicación entre el mando a tierra y el dron varía en función de los materiales y las formas del entorno. Las curvas y ángulos rectos reducen el alcance de la señal de radio. Además, la señal se absorbe en el hormigón y se refleja en el metal.

Se puede introducir un repetidor dentro del entorno, permitiendo tener una señal similar a si el piloto estuviera con el mando en el interior del espacio a inspeccionar. El dron entra y sale por el mismo acceso. Aún así, conviene haber estudiado la geometría en planta del trazado para saber los giros que podemos encontrar. Si los giros son muy pronunciados podemos llegar a perder la "visión" de los sensores por caída en la potencia de la señal. Es habitual que en la tableta con la que se visualizan los controles del dron aparezca un indicador con la potencia de la señal.

Cuando la señal disminuye a la mitad es preferible volver, está al límite. Al seguir alejándose se pixela la imagen. Llega un momento en que apenas se ve y hay un retraso de un segundo. Si se continúa alejando se puede llegar a perder la imagen aunque se mantiene el control del dron. Si sigue alejándose se pierde el control y todos los datos de vuelo.

En un entorno sin señal de GPS no existe la posibilidad de usar la vuelta a casa (RTH) habitual en vuelos en el exterior. El dron de interior incorpora un sistema de seguridad que le hace aterrizar cuando pierde la señal o se queda sin batería. Aterriza en ese punto sin tener en cuenta lo que pueda haber debajo, por ejemplo agua.



#### Diferencias de temperatura

Un espacio cerrado puede contener fuentes de calor que inciden en la temperatura del aire que les rodea. Un incremento de la temperatura del aire provoca la disminución de la densidad del mismo. Esto se traduce en una reducción de la sustentación. Para compensar la velocidad de los rotores debe incrementarse, aumentando con ello el consumo de batería, lo que reduce la autonomía de las operaciones.

Por otra parte, si la temperatura del dron es muy diferente a la temperatura en el ambiente interior la lente de la cámara se empaña impidiendo la visión. Antes de entrar interesa conocer las fuentes de calor o frío en el interior, comprobar que la temperatura interior es similar a la exterior y, si no es así, el dron debería aclimatarse a la estancia.

Las baterías tienen un rango de temperatura óptima de trabajo de entre 10° a 40°C. Esto puede ser un problema para iniciar el vuelo cuando el ambiente del espacio interior es frío. Una batería fría no permitirá armar el dron para iniciar el vuelo, por lo que será necesario partir de una batería a temperatura de trabajo que una vez se ponga en funcionamiento generará calor.

Si la situación es la contraria, con temperaturas ambientales muy altas en el espacio a inspeccionar, las baterías del dron pueden sobrecalentarse mientras se esfuerzan por crear sustentación. El sobrecalentamiento daña las conexiones por cable o la electrónica. En condiciones extremas la batería podría incendiarse. No es aconsejable volar un dron en condiciones de calor extremo.

#### Colisión con objetos y estructuras

El espacio limitado dentro de edificios, almacenes y fábricas aumenta el riesgo de colisión de drones con objetos estáticos como paredes, columnas y maquinaria. Las corrientes de aire producidas por los rotores del propio dron, al rebotar en las paredes de los recintos interiores, desestabilizan su vuelo. Esto aumenta el riesgo de sufrir colisiones, que pueden provocar daños materiales, lesiones personales y la interrupción de las operaciones.

Existen drones con protecciones perimetrales que les proporcionan tolerancia a las colisiones; aún así, cuando se produce un impacto el dron tiene una reacción adversa, se separa y, si el espacio es reducido, puede generar otros choques gastando más energía y mermando la autonomía de vuelo.

#### Visibilidad

Los espacios confinados pueden carecer de iluminación, por lo que los drones de interior incorporan luces led. En espacios interiores con material en superficie el aire desplazado por el propio dron dispersa las partículas de polvo en el ambiente y la luz se refleja en ellas igual que en el vapor. Estos reflejos reducen la visibilidad, lo que afecta a la operativa y al resultado de la inspección.



#### Interferencias electromagnéticas

Los drones disponen de sensores clave para asegurarse de que permanecen en vuelo estable. Uno de estos sensores es la brújula. Las zonas con altos campos electromagnéticos, como los alrededores de las torres de alta tensión o las antenas de telefonía móvil, pueden interferir en las lecturas de la brújula, provocando una pérdida de control en el dron. Otras fuentes de interferencias electromagnéticas en espacios interiores son los techos metálicos, las estructuras de acero o distintos equipos eléctricos. Aunque se pueden coordinar actuaciones y tener parados los equipos para que no generen interferencias se recomienda inspeccionar a distancia las estructuras de acero o techos metálicos.

#### Riesgo de contaminación

En ciertos entornos, como centrales nucleares, plantas químicas o instalaciones de procesamiento de alimentos, se puede representar riesgo de contaminación por productos químicos, partículas o agentes biológicos. En caso de no poder descontaminar se tendrá que desechar el UAS tras la inspección.

#### Ruido

La exposición a ruido se incrementa respecto al uso del mismo dron en un espacio abierto ya que se opera en espacios reverberantes. Se recomienda usar protección auditiva. En el mercado existen sistemas de protección a medida que reducen todas las frecuencias al mismo nivel, de manera que la percepción del usuario es similar a no llevar protector, con lo que al piloto se le facilita la conversación entre personas.

#### Acceso a zonas con riesgo de explosión

No se comercializan drones con marcado ATEX. Podemos usarlos en un área peligrosa como cualquier otro equipo no certificado: con un permiso de trabajo en atmósfera segura, libre de gases.

La posibilidad de encontrarse con este tipo de zonas durante la operación debe tenerse en cuenta a la hora de planificar una inspección.

#### Caso de uso inspección de alcantarillado

El objetivo es evaluar el estado de las infraestructuras para identificar la necesidad de posibles reparaciones. Los sensores pueden ser: LIDAR, cámara RGB y térmica (facilita diferenciar entre agua de lluvia fría, y agua residual caliente). Entre los objetivos de la inspección está la identificación de obstrucciones, la detección de posibles fugas o deterioros.

La gestión requiere de coordinación preventiva entre la empresa responsable de la instalación y su proveedor de servicios dron. Siguiendo el procedimiento de trabajo para espacios confinados establecido para la entrada de personas se realizan adaptaciones a la inspección con un dron.

A continuación se enumeran aspectos a tener en cuenta:

- En la **etapa de información** previa se recopilan planos, información relativa a materiales constructivos, la planta y sección de las instalaciones, así como posibles puntos de acceso. Con estos datos se lleva a cabo un estudio previo para identificar el trazado a seguir en el recorrido del dron y los puntos potencialmente peligrosos, por ejemplo el paso ante una intersección en que podría darse una descarga de agua o cambios en la dirección velocidad o temperatura del aire.
- En la **etapa de reconocimiento preliminar**, desde los puntos de acceso medir distintos parámetros como: velocidad de la corriente de aire (si por ejemplo es mayor de 1,5 m/s arrastra un dron de 500 gr), diferencia de temperatura entre exterior e interior (si hay mucha diferencia la lente de la cámara se empaña). Desde el exterior del acceso y por cotas descendentes se comprobará la concentración de gases (O<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>) y el índice de explosividad (el metano CH<sub>4</sub> es un gas más ligero que el aire que, en alcantarillado, se produce por la descomposición de materia orgánica). En función de los resultados, se establecerán los métodos de ventilación natural o forzada a establecer y la protección individual respiratoria. Mientras se efectúen mediciones o trabajos previos desde el exterior de espacios con posibles atmósferas inflamables se mantendrá el dron, sus baterías y cargador apagados o alejados ya que no suelen ser equipos ATEX.
- En la **etapa de preparación del entorno**, si el acceso se realiza desde una boca de alcantarillado en zona de tráfico, deberá tenerse en cuenta para su notificación a la administración local responsable de la regulación del tráfico en vías públicas.
- En la **etapa de operativa** plantear la actuación que se llevará a cabo en caso de perder el dron en el interior del espacio confinado. Esta situación se podría dar por pérdida de señal de comunicación, batería baja, colisión o contacto con líquidos que tengan como consecuencia la pérdida de capacidad de vuelo. Se identificará la necesidad o no de recuperar el dron, en ese punto de acceso. Si es necesario que una persona acceda para recuperarlo se seguirá el procedimiento establecido para la entrada de personas en ese espacio confinado.

A continuación, ejemplos de puntos de interés que se evalúan como resultado de la inspección de sistemas de alcantarillado con dron:

- Estructuras donde podrían haber grietas o desprendimientos.
- Conexiones o uniones en las que pueden darse filtraciones.
- Nivel de agua para determinar la capacidad de drenaje de la instalación.
- Acumulación de sedimentos.
- Presencia de raíces vegetales.
- Presencia de objetos extraños (ej: bicicletas, patines,...)

En conclusión, el vuelo de drones en entornos interiores presenta desafíos significativos en términos de seguridad, que deben ser abordados con una adecuada planificación previa de medidas adecuadas de prevención y control de riesgos. Al adoptar un enfoque proactivo hacia la seguridad laboral, las empresas pueden aprovechar los beneficios de esta tecnología emergente mientras minimizan los riesgos para las personas y las instalaciones.

(1) Se pueden consultar criterios de elaboración de procedimientos de trabajo para la entrada de personas en el documento "Guía para la prevención de riesgos laborales en el mantenimiento de redes de alcantarillado" editado por Osalan.

[https://www.osalan.euskadi.eus/webosa00-contpub/es/contenidos/libro/higiene\\_200315/es\\_200315/index.shtml](https://www.osalan.euskadi.eus/webosa00-contpub/es/contenidos/libro/higiene_200315/es_200315/index.shtml)