

Inspección con dron frente a vuelo de comprobación para ayudas aeroportuarias

Una comparación dimensión por dimensión entre la inspección con dron y el vuelo de comprobación con aeronave para verificar ayudas visuales aeroportuarias, y qué cambia la recomendación.

RESPUESTA DIRECTA

Tanto la inspección con dron como el vuelo de comprobación con aeronave verifican las ayudas aeroportuarias, pero cubren aspectos diferentes. Un dron mide la geometría de la ayuda visual y la fotometría relativa desde cerca, sin necesidad de reservar un cierre de pista. Una aeronave verifica las ayudas de radio navegación en el entorno de señal que un piloto realmente vuela. La mayoría de los aeródromos necesitan uno de los dos; algunos necesitan ambos.

VERDICT

INSPECCIÓN CON DRON

Aeródromos que verifican ayudas visuales, donde la disponibilidad de pista es la limitación vinculante y los parámetros deseados son geometría, color, cobertura, comportamiento de atenuación y cambio desde la última visita.

VUELO DE COMPROBACIÓN CON AERONAVE

Aeródromos con ayudas de radio navegación, donde un sistema de aterrizaje instrumental o un VOR debe verificarse en el entorno de señal que una aeronave realmente vuela, y las ayudas visuales pueden ir incluidas.

Si ya hay una aeronave contratada para las ayudas de radio con una periodicidad que no puede cambiar, el coste marginal de añadir las ayudas visuales a esa visita es pequeño, y el dron solo recupera la diferencia si también elimina una ocupación de pista que esté pagando en otro lugar.

Alcance, declaración y método

Esta página compara dos formas de verificar las ayudas de un aeródromo: una inspección con dron realizada entre movimientos de aeronaves, y un **vuelo de comprobación** convencional realizado por una aeronave tripulada. Cubre el mercado europeo y del Reino Unido y fue verificada el 4 de septiembre de 2026.

La declaración precede a la primera afirmación. TarmacView vende la inspección con dron y no vende vuelos de comprobación con aeronave. Por lo tanto, todo en la columna del dron es una afirmación de primera parte, y la forma honesta de leer esta página es verificar la columna del dron con las fuentes enumeradas al final, en lugar de con la confianza de la prosa.

El método detrás de la tabla es deliberadamente limitado. Cada fila establece un hecho por opción con su unidad, y cuando un hecho es una afirmación de un proveedor en lugar de una medición independiente, se indica. Cuando ninguna opción tiene evidencia publicada, la celda lo indica en lugar de estimar. Los precios son el ejemplo más claro: ningún método tiene una tarifa pública, y el único número público en esta comparación es el valor de un contrato que cubre una red de aeródromos.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS

Inspección con dron frente a vuelo de comprobación con aeronave

DIMENSIÓN	INSPECCIÓN CON DRON	VUELO DE COMPROBACIÓN CON AERONAVE
Ayudas visuales cubiertas	Indicadores de senda de planeo, iluminación de aproximación, filas de borde y umbral, iluminación de calles de rodaje, marcas y la superficie de obstáculos de aproximación	Ángulos de ajuste del indicador de senda de planeo y la imagen visual desde la aproximación, con la profundidad que especifica el manual de vuelo de comprobación
Ayudas de radio navegación	Aún no cubiertas por este método; la verificación de ayudas de radio con dron está en desarrollo	Sistema de aterrizaje instrumental, VOR, DME y ayudas relacionadas, que es el propósito principal del método
Intensidad fotométrica absoluta	No se mide directamente. Necesita una lectura de referencia in situ o una calibración cruzada con un instrumento certificado	No se mide. Una aeronave de inspección no lleva fotómetro
Intensidad y color relativos	Se mide como relaciones de canales entre unidades en un solo vuelo, lo cual es independiente de la exposición	Evaluated por el ojo del inspector frente a la imagen esperada
Referencia de posicionamiento	RTK GNSS vinculado a una estación base y un marco geodésico, citado a nivel centimétrico	Sistemas de navegación y referencia de la aeronave, citados con la precisión que requiere el manual de inspección
Ocupación de pista por conjunto	Sin cierre reservado. Se vuela entre movimientos. Aproximadamente 30 minutos por conjunto es la afirmación publicada del proveedor	Aproximadamente una hora de ocupación de pista por conjunto es la cifra de comparación publicada, como afirmación del proveedor

DIMENSIÓN	INSPECCIÓN CON DRON	VUELO DE COMPROBACIÓN CON AERONAVE
Ventana meteorológica y de luz	Limitado por viento, precipitación y visibilidad para la aeronave pequeña	Limitado por los mínimos meteorológicos para la aeronave de inspección y por el procedimiento que se está comprobando
Base normativa	Las normas nombran parámetros y tolerancias, no instrumentos. Algunas autoridades han aceptado explícitamente métodos con dron para indicadores de senda de planeo	Larga trayectoria, con periodicidades sugeridas por ayuda en el manual de pruebas de ayudas de radio navegación de la OACI y en normas nacionales de vuelo de comprobación
Repetibilidad entre visitas	La misma misión autónoma se regenera a partir del perfil del aeródromo, por lo que dos visitas son directamente comparables	Repetible en la medida en que una aproximación volada es repetible, que es una reproducción menos ajustada de la misma trayectoria
Evidencia conservada	El vídeo original y el registro de posicionamiento se conservan, por lo que un valor en disputa puede recalcularse sin volver a volar	El informe de inspección y los parámetros registrados, según la política de conservación del propio operador
Evidencia de precio publicada	Ninguna. Ningún proveedor publica una tarifa, verificado el 2026-09-04	Ninguna a nivel de unidad. Un contrato de red del Reino Unido tiene un valor estimado de 600,000 GBP para una red de aeródromos regionales
Quién lo realiza	Un operador de dron con licencia y experiencia en aeródromos, bajo la coordinación del aeródromo	Una organización de vuelo de comprobación aprobada por una autoridad de aviación civil, con una aeronave tripulada

Un hecho por celda con su unidad, para las once dimensiones sobre las que un aeródromo suele decidir. Las afirmaciones de proveedores están etiquetadas como tales y las incógnitas se indican en lugar de estimarse. · Verified 2026-09-04

Dimensión por dimensión

Ayudas visuales cubiertas

El dron cubre más del inventario de ayudas visuales, y ese es su punto más fuerte. Vuela la aproximación para los **indicadores de senda de planeo**, captura la iluminación de aproximación desde la posición del ojo del piloto, cubre cada unidad en una fila de luces de borde en lugar de una muestra, y puede examinar el pavimento y la superficie de obstáculos en la misma salida. El vuelo de comprobación con aeronave cubre los indicadores de senda de planeo, y lo hace desde la trayectoria de aproximación que describe la norma. Si la lista de parámetros que debe satisfacer abarca una docena de elementos en cuatro sistemas, el dron responde más de ellos en una sola visita.

Ayudas de radio navegación

Esta dimensión decide el caso siempre que sea aplicable, y no favorece al dron. Un sistema de aterrizaje instrumental debe verificarse en el entorno de señal que un receptor experimenta realmente, a las altitudes y distancias que recorre una aproximación real. Ningún método con dron comparado aquí hace eso. Si el aeródromo tiene un ILS, un VOR o un DME con una periodicidad fija, vendrá una aeronave, y el debate pasa de si tener una a qué más darle.

Intensidad fotométrica absoluta

Ninguna de las dos opciones es el instrumento adecuado, y vale la pena decirlo claramente porque ambos mercados tienden a pasarlo por alto. Una cámara aerotransportada registra cuentas que dependen del objetivo, la exposición, el estado del sensor y la distancia, por lo que indicar un valor en candelas requiere un anclaje externo. Ese anclaje es una lectura de referencia tomada in situ o una calibración cruzada con algo que tenga un **certificado de calibración**, y un proveedor que afirme que su dron es un **fotómetro calibrado** ha omitido un paso. Una aeronave de inspección no tiene ningún fotómetro. El instrumento diseñado para este trabajo es un sistema fotométrico terrestre en un vehículo, y su uso requiere una ocupación de pista reservada.

Intensidad y color relativos

Aquí el dron tiene una ventaja técnica real que proviene de la aritmética, no de la óptica. Una relación entre canales de color normaliza la exposición, por lo que reducir la exposición a la mitad cambia todos los canales por igual y deja la relación intacta. Por eso un ángulo de transición de color puede medirse con una cámara sin conocer su respuesta absoluta, y por qué la simetría entre cuatro unidades en un solo vuelo es una afirmación sólida. Un inspector en una aeronave evalúa lo mismo a simple vista frente a una imagen esperada, lo que detecta fallos graves pero no produce un número.

Referencia de posicionamiento

La cadena geométrica del dron es su parte más defendible. Las posiciones provienen del **posicionamiento RTK** referenciado a una estación base que a su vez está vinculada a un marco geodésico, los parámetros intrínsecos de la cámara provienen de una calibración basada en un patrón registrada con una fecha, y un ángulo de elevación entre dos posiciones conocidas es geometría, no fotometría. La cadena de la aeronave es diferente, no más débil, y se basa en los sistemas de referencia de la propia aeronave con la precisión que exige su manual de inspección. Los métodos responden a la pregunta a escalas diferentes, uno a centímetros sobre un soporte y otro a lo largo de toda una aproximación.

Ocupación de pista por conjunto

Esta es la dimensión que decide la mayoría de los casos comerciales y no aparece en ninguna factura. Una inspección con dron no reserva ningún cierre y trabaja en los huecos entre movimientos, por lo que su coste de ocupación es tiempo de coordinación. El material de proveedores publicado describe aproximadamente treinta minutos por conjunto con un dron, frente a aproximadamente una hora de ocupación de pista por conjunto para el método que se reemplaza. Ambas cifras son afirmaciones de proveedores. En un

aeródromo con capacidad sobrante, la diferencia es un detalle de programación. En uno congestionado, es mayor que toda la tarifa de inspección.

Ventana meteorológica y de luz

Ambos métodos pierden días por el clima, y pierden días diferentes. Una aeronave no tripulada pequeña se ve detenida por viento y precipitación en umbrales que un turbohélice comercial no notaría, por lo que una inspección con dron está más expuesta a una mala semana. Una aeronave de inspección está limitada por sus propios mínimos meteorológicos y por las condiciones que requiere el procedimiento bajo prueba. La diferencia práctica es que reprogramar una visita de dron es barato y una franja horaria de aeronave generalmente no lo es.

Base normativa

Las normas describen lo que debe verificarse y la tolerancia con la que se evalúa, y dicen mucho menos sobre el instrumento. Ese es todo el argumento normativo a favor de los métodos con dron, y es un buen argumento, pero no es un permiso general. Algunas autoridades nacionales han aceptado explícitamente métodos con dron para las comprobaciones de indicadores de senda de planeo, y al menos una ha publicado una guía que establece que no se requiere un vuelo de comprobación de estos indicadores para fines de calibración. Otras no han dicho nada. Consulte a su autoridad por escrito y pregunte por el parámetro, no por la plataforma.

Repetibilidad entre visitas

El dron gana en este aspecto y la razón es que la misión es un archivo. Se genera a partir del perfil del aeródromo y se vuela de forma autónoma, por lo que la segunda visita reproduce la primera con suficiente precisión como para que una diferencia de unos minutos de arco sea una medición, no ruido. Una aproximación volada reproduce la misma trayectoria de forma más laxa, lo cual es adecuado para la pregunta que responde una aeronave y menos útil para la

detección de tendencias en un soporte fijo. Un método que se reproduce es lo que convierte una serie de visitas en un registro de deriva, ya que la **incertidumbre** solo se vuelve procesable una vez que está acotada y repetida.

Evidencia conservada

Lo que sobrevive a la visita decide sobre qué se puede discutir después. Una inspección con dron conserva el vídeo original y el registro de posicionamiento, por lo que un número en disputa puede recalcularse a partir de los datos originales sin volar de nuevo. El vuelo de comprobación conserva el informe de inspección y los parámetros registrados según la política del propio operador, que es un registro formal pero más limitado para fines de reconstrucción. Ninguno es automáticamente mejor. La pregunta que debe hacer a cualquier proveedor es qué se conserva, durante cuánto tiempo y si usted recibe una copia.

Evidencia de precio publicada

Ninguno de los métodos publica tarifas, lo cual es inusual para un mercado tan antiguo y es la razón por la que existe la **guía de costes de calibración PAPI** . La única cifra pública en esta comparación es un contrato del Reino Unido para servicios de vuelo de comprobación aeronáutico con un valor estimado de 600,000 libras esterlinas, adjudicado a una organización de vuelo de comprobación aprobada que presta servicio a una red de aeródromos regionales. El plazo del contrato no se indica en el anuncio, por lo que la cifra es un orden de magnitud para la verificación aeronáutica a escala de red, y nada más preciso.

Quién lo realiza

Un vuelo de comprobación con aeronave lo realiza una organización aprobada por una autoridad de aviación civil para ese fin, y esa aprobación es parte de lo que se está comprando. Una inspección con dron la realiza un operador con licencia y experiencia en aeródromos que trabaja bajo la coordinación del

aeródromo, y las aprobaciones involucradas son diferentes. Comparar los dos por sus credenciales es un error de categoría. Compárelos según qué aprobaciones requiera su autoridad para el parámetro que necesita verificar.

Precios y coste total

Ninguna opción puede tener un precio a partir de fuentes públicas, por lo que la comparación útil es estructural, no numérica.

La estructura de costes del dron está dominada por los desplazamientos y por el número de sistemas en la visita. El coste marginal de añadir otro sistema a un equipo que ya está in situ es pequeño, por lo que una visita que cubra todo el aeródromo es más barata que tres visitas que cubran tercios del mismo. La estructura de costes de la aeronave está dominada por las horas de vuelo y por que la aeronave esté donde debe estar, por lo que existen contratos de red y los aeródromos individuales rara vez compran una visita por sí solos.

El número que falta en ambos es la ocupación de pista, y suele ser el mayor. Una hora de una pista concurrida vale más que cualquiera de las dos tarifas. Esa es la cifra que debe calcular para su propio campo antes de comparar cualquier otra cosa, porque puede cambiar la clasificación por sí sola.

EVALUACIÓN PAREADA

En qué es bueno y malo cada método

Inspección con dron

PROS

- Sin cierre de pista reservado, porque el trabajo se realiza entre movimientos de aeronaves
- Cubre más del inventario de ayudas visuales en una visita, incluido el pavimento y la superficie de obstáculos de aproximación

- Reproduce la misma misión en cada visita, por lo que el cambio entre visitas es medible
- Conserva el vídeo original y los datos de posicionamiento, por lo que un valor en disputa puede recalcularse

CONS

- Aún no verifica las ayudas de radio navegación, por lo que un aeródromo con un ILS mantiene su aeronave para ese programa hasta que se publique el método con dron
- No puede indicar la intensidad fotométrica absoluta sin un anclaje calibrado externo
- El viento y la precipitación retrasan una visita de dron, al igual que retrasan un vuelo de comprobación tripulado. El dron vuela bajo nubes bajas que inmovilizan la aeronave y pierde días por viento que la aeronave volaría
- No hay aceptación general por parte de las autoridades, por lo que la posición de su propio regulador debe establecerse caso por caso

Vuelo de comprobación con aeronave

PROS

- Verifica las ayudas de radio navegación en el entorno de señal que un piloto realmente vuela, que nada más hace
- Larga trayectoria, con periodicidades y normas que las autoridades ya reconocen
- Realizado por una organización que posee una aprobación de una autoridad de aviación civil para el fin
- Verifica la aproximación como una imagen integrada, no soporte por soporte

CONS

- Ocupa la pista durante un tiempo considerablemente mayor, que es el coste dominante en un aeródromo concurrido
- Cubre una porción más estrecha del inventario de ayudas visuales que una inspección realizada cerca de los soportes
- No produce ninguna medición fotométrica, ya que la aeronave no lleva fotómetro

- Reproduce una trayectoria volada solo de forma laxa, lo que limita su valor para detectar deriva lenta

Veredicto por segmento

Un aeródromo regional sin ayudas de radio navegación. Elija la inspección con dron. No hay ninguna visita de aeronave a la que sumarse, las ayudas que importan son visuales y el método cubre más de ellas en una sola ventana que cualquier otra opción disponible.

Un aeródromo concurrido con un ILS y una pista congestionada. Elija ambos y divídalos por parámetro. La aeronave es responsable de las ayudas de radio en su periodicidad. El dron es responsable de las ayudas visuales, porque el tiempo de pista que ahorra vale más que la segunda tarifa.

Un aeródromo con un ILS y capacidad de pista sobrante. El acuerdo actual es defendible. Si la aeronave ya está verificando los indicadores de senda de planeo con la profundidad que su programa requiere, el dron debe ganar por cobertura de parámetros y evidencia, no por ocupación, y ese es un caso más limitado.

Un aeródromo que se enfrenta a una no conformidad de auditoría sobre su registro de ayudas visuales. Elija primero la inspección con dron, independientemente de lo que esté contratado. La no conformidad trata sobre la evidencia, y el método que conserva los datos originales y se reproduce entre visitas es el que la subsana.

La condición que cambia cualquiera de estos escenarios es un cambio en lo que debe verificarse. Añada una ayuda de radio y la aeronave se vuelve necesaria. Elimine la presión sobre la pista y el argumento de la ocupación se debilita. Ambos merecen una revisión anual en lugar de darse por sentados, razón por la cual esta página tiene una fecha de revisión del 4 de diciembre de 2026.

Fuentes y registro de verificación

Verificado el 4 de septiembre de 2026. Los conjuntos de parámetros y tolerancias referenciados provienen del manual de diseño de aeródromos de la OACI para ayudas visuales y de las normas nacionales de vuelo de comprobación mencionadas en la lista de referencias. El marco de periodicidad proviene del manual de la OACI sobre pruebas de ayudas de radio navegación, que establece intervalos sugeridos que cada Estado modifica. Las cifras de duración son afirmaciones publicadas por proveedores y están etiquetadas como tales en la tabla, no presentadas como mediciones. El valor del contrato es un registro de contratación pública. La descripción de lo que una medición con dron puede y no puede respaldar es el propio relato publicado de TarmacView sobre su método, que es una fuente de primera parte y se declara como tal.

Si su aeródromo se encuentra en el segmento donde la inspección con dron es la respuesta, la página del [servicio de inspección PAPI](#) detalla lo que cubre una visita, y [TarmacView](#) preparará un alcance adaptado a su número de pistas.

Preguntas Frecuentes

¿Puede un dron reemplazar legalmente un vuelo de comprobación?

La pregunta suele hacerse sobre la plataforma y se responde sobre el parámetro. Las normas de diseño de aeródromos y de ayudas visuales establecen lo que debe verificarse y las tolerancias con las que se evalúa, y en gran medida no especifican el instrumento que realiza la verificación. Algunas autoridades nacionales han aceptado explícitamente métodos con dron para las comprobaciones de los indicadores de senda de planeo, y al menos una autoridad de aviación civil afirma que no se requiere un vuelo de comprobación de estos indicadores para fines de calibración. Lo que le vincula es su propio programa de mantenimiento aprobado y la posición de su autoridad, y ambos merecen obtenerse por escrito antes de una contratación.

¿Qué método es más preciso?

Son precisos en aspectos diferentes, lo que hace que una comparación única carezca de sentido. Un dron mide un ángulo de elevación entre dos posiciones topografiadas, que es un problema geométrico, y puede expresar su incertidumbre en minutos de arco. Una aeronave mide la señal que un receptor ve realmente a lo largo de una trayectoria de aproximación real, que es la única forma de responder preguntas sobre una ayuda de radio en su entorno real. Preguntar cuál es más preciso es como preguntar si una cinta métrica es más precisa que un termómetro.

¿Qué pasa con la intensidad fotométrica en candelas?

Ninguno de los dos métodos es el instrumento natural. Una cámara aerotransportada registra cuentas, no candelas, por lo que la intensidad absoluta necesita un anclaje externo, ya sea una lectura de referencia tomada in situ o una calibración cruzada con un instrumento que tenga un certificado. Una aeronave de inspección tampoco es un fotómetro. El instrumento diseñado para ese trabajo es un sistema fotométrico terrestre, que es una tercera opción y requiere una ocupación de pista reservada.

¿Cuánto tiempo de pista necesita cada método?

Una inspección con dron se realiza entre movimientos de aeronaves sin reservar un cierre, por lo que la ocupación es tiempo de coordinación, no un bloque de pista no disponible. El material de proveedores publicado describe aproximadamente treinta minutos por conjunto de indicador de senda de planeo con dron, frente a aproximadamente una hora de ocupación de pista por conjunto para el método que reemplaza. Estas son cifras de proveedores, no mediciones independientes. La diferencia es más importante en un aeródromo congestionado y menos en uno tranquilo.

¿Necesitamos ambos?

Muchos aeródromos lo necesitan, y por una razón simple. Si el campo tiene un sistema de aterrizaje instrumental, algo debe verificarlo en el aire, y eso es una aeronave. Si el campo también tiene ayudas visuales que se desvían, algo debe verificarlas, y la visita de la aeronave puede cubrirlas o no con la profundidad que su programa requiera. La decisión no es qué método gana. Es qué método es responsable de qué parte del programa.

¿Es más barato el dron?

En la tarifa, casi siempre. En el coste total, la respuesta depende de si ya viene una aeronave de todos modos. Ningún método tiene un precio público, por lo que la comparación debe hacerse con presupuestos, no con una tarifa. La única evidencia pública en esta guía es un contrato de red para vuelos de comprobación aeronáuticos en el Reino Unido con un valor estimado de 600,000 libras esterlinas para una red de aeródromos regionales, lo que establece un orden de magnitud y nada más preciso.

Referencias

icao-doc-9157-p4 Doc 9157, Manual de Diseño de Aeródromos, Parte 4: Ayudas Visuales
Organización de Aviación Civil Internacional

icao-doc-8071 Doc 8071, Manual sobre Pruebas de Ayudas a la Radio navegación, Volumen I
Organización de Aviación Civil Internacional

faa-order-8200-1 Orden 8200.1D, Manual de Vuelo de Comprobación Estándar de los Estados Unidos
(https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/8200_1D_USSFIM_%2804_15_15%29.pdf)
Administración Federal de Aviación

tc-ac-300-014 Circular de Asesoramiento AC 300-014, Indicador de Trayectoria de Aproximación de Precisión y sistemas PAPI Abreviados
(<https://tc.canada.ca/en/aviation/reference-centre/advisory-circulars/advisory-circular-ac-no-300-014>)
Transport Canada

hial-flight-inspection Servicios de Vuelo de Comprobación Aeronáutico, Highlands and Islands Airports Limited
(<https://app.stotles.com/explore/notices/c15ac9fa-c8fc-4b3e-8f72-be39ef79bd98/aeronautical-flight-inspection-services>)
Registro de contratación pública del Reino Unido, vía Stotles

fracs-papi-drone Revolucionando la Calibración PAPI con Tecnología de Drones
(<https://fracs.aero/2025/03/20/revolutionizing-papi-calibration-with-drone-technology/>)
France Aviation Civile Services

tarmacview-evidence Cómo una Medición con Dron se Convierte en Evidencia
(<https://www.tarmacview.com/blog/how-a-drone-measurement-becomes-evidence/>)
TarmacView
