

RESPUESTA DIRECTA

Una inspección de PAPI verifica que cada una de las cuatro unidades de un indicador de trayectoria de aproximación de precisión cambia de blanco a rojo en el ángulo para el que fue ajustada. TarmacView vuela la aproximación con dron, mide el ángulo de transición, la cromaticidad, el equilibrio de intensidad y la posición topografiada de cada unidad, y entrega un protocolo en formato ICAO, EASA o FAA el mismo día.



SERVICIO INSIGNIA · DOC 9157 DE LA ICAO PARTE
4

Inspección de luces PAPI, con dron

Un servicio totalmente gestionado con operadores certificados. Medición de grado regulatorio del ángulo, intensidad fotométrica, transición del haz y posición, conforme a ICAO, EASA o FAA, con informes el mismo día.

Definir el alcance de una inspección PAPI

Cómo funciona la visita

$\pm 3'$ tolerancia del ángulo de ajuste contra la que se evalúa el protocolo	$< 20 \text{ min}$ captura por PAPI, volada entre movimientos
RTK $\pm 1 \text{ cm}$ posición topografiada de cada unidad	mismo día protocolo en formato ICAO, EASA o FAA

AJUSTE

Para quién es esto

Este servicio lo compra la persona que debe firmar que un indicador de trayectoria de aproximación de precisión está mostrando a las tripulaciones la pendiente correcta. Encaja en un aeródromo que acaba de instalar o reorientar las unidades y necesita demostrar el ajuste antes de que la ayuda vuelva a estar en servicio, y también encaja para el gestor de mantenimiento que debe un protocolo periódico y prefiere no esperar a la próxima franja de inspección en vuelo para obtenerlo.

PARA

- ✓ Operadores de aeródromo cuyo PAPI acaba de ser instalado, reorientado o relampagueado y necesitan verificar el ajuste antes de que la pista se libere con la ayuda en servicio.

- ✓ Gestores eléctricos y de mantenimiento de aeródromo que deben a su autoridad un protocolo periódico de ayudas visuales y actualmente esperan una franja de inspección en vuelo para obtenerlo.
- ✓ Aeródromos donde se ajustó la senda de planeo del ILS o se movió un umbral, por lo que el PAPI y el ILS deben demostrar de nuevo que coinciden.

NO PARA

- × Certificación del ILS o de cualquier otra ayuda de radio navegación, que corresponde a la organización de inspección en vuelo y a sus aeronaves.
- × Reorientación de las unidades. El protocolo da el valor de ajuste por unidad y el contratista eléctrico del aeródromo lo ejecuta.
- × Una verificación de la superficie de protección contra obstáculos por sí sola, que la verificación de despeje de obstáculos en aproximación entrega como servicio separado.

VAMOS A USTED

Un solo servicio, ambas partes gestionadas

VUELO DE INSPECCIÓN · CAPTURA PAPI

EN EL AERÓDROMO

Nuestro equipo, nuestro equipamiento

Operadores certificados traen el dron, la cámara y el equipo de posicionamiento a su aeródromo. Sin compra de dron, sin formación, nada que su personal deba preparar más allá del acceso al lado aire.

- ✓ Operadores licenciados, con experiencia en aeropuertos
- ✓ Dron profesional, cámara calibrada, posicionamiento RTK
- ✓ Volado entre movimientos de aeronaves, la pista permanece abierta
- ✓ Cada pasada grabada en vídeo

EN EL INFORME

Mediciones, no impresiones

El metraje entra directamente en el proceso de medición, y el protocolo sale el mismo día en el formato que su autoridad espera, con el valor de ajuste para cada unidad que lo necesite.

Ángulo equilibrio de intensidad coloración por unidad

EVALUADO EN LA ENTREGA

Resultados y criterios de aceptación

Tres resultados son por los que se evalúa el servicio, y cada uno tiene un estado que puede comprobar en la entrega, no una promesa en la que deba confiar.

01

Aprobado o no por unidad, con el ángulo detrás

Cada unidad de cada PAPI en el alcance regresa con su ángulo de transición medido, el nominal al que fue ajustada, la diferencia y la tolerancia contra la que se evaluó. El sector de pendiente correcta del conjunto se indica a partir de los cuatro ángulos juntos.

ACEPTACIÓN

Abra la fila de cualquier unidad y allí están el ángulo medido, el nominal y los fotogramas de los que se leyó.

02

Un valor de ajuste para cada unidad fuera de tolerancia

Cuando una unidad no pasa, el protocolo indica en cuánto y en qué dirección, en las unidades en las que sus electricistas ajustan el equipo, de modo que la corrección puede hacerse sin una segunda medición para saber qué hacer.

ACEPTACIÓN

Su contratista puede ajustar la unidad solo con el protocolo.

03

Un protocolo que la autoridad reconoce como evidencia

Las filas son las filas PAPI del protocolo de ayudas visuales que su inspector ya utiliza, en redacción ICAO, EASA o FAA, con el registro de vuelo y los fotogramas fuente adjuntos a cada hallazgo.

ACEPTACIÓN

El documento se archiva como verificación periódica sin ser reescrito en otro formulario.

Lo que el servicio no se compromete a hacer es ajustar las unidades ni certificar el ILS. Lo primero es trabajo del aeródromo sobre equipamiento que posee, y mantenerlo separado de la medición es lo que hace que la medición sea independiente. Lo segundo es una ayuda de radio navegación certificada bajo reglas diferentes por la organización de inspección en vuelo, y la [comparación entre dron e inspección en vuelo](#) indica dónde está la línea. Una verificación de la superficie de protección contra obstáculos por sí sola es la [verificación de despeje de obstáculos en aproximación](#), que comparte visita con esta cuando ambas se solicitan.

PARÁMETROS VERIFICADOS

Lo que responde el protocolo

Las filas de senda de planeo del protocolo de ayudas visuales, cada una con la tolerancia contra la que se evalúa.

12 PARÁMETROS

ANEXO 14 DE LA ICAO VOL I

01 Ángulo de senda de planeo

El ángulo al que está ajustada cada unidad, y la senda de planeo nominal que las cuatro unidades producen juntas.

TOLERANCIA $\pm 0.15^\circ$

02 Ángulo de transición de color

El ángulo en el que una unidad cambia de blanco a rojo, medido a través de la transición en lugar de leído sobre ella.

TOLERANCIA $3' / 0.05^\circ$

03 Ángulos de transición entre unidades

La separación angular entre unidades vecinas, que es lo que define la anchura de cada paso de señal en el conjunto.

TOLERANCIA $\pm 0.10^\circ$

04 Armonización con el ILS

Una aeronave que vuela la senda de planeo del ILS permanece dentro del sector de pendiente correcta que indica el PAPI.

TOLERANCIA $\pm 0.10^\circ$

05 Cromaticidad

Cada unidad emite el color correcto, y ningún filtro rojo se ha desvaído hasta el punto de que el haz esté fuera de especificación.

TOLERANCIA Según Anexo 14 de la ICAO

06 Intensidad

La intensidad luminosa por unidad y la relación entre unidades son correctas, con las cuatro ajustadas simétricamente.

TOLERANCIA Simétrica entre unidades

07 Cobertura horizontal

La señal permanece visible en el sector a ambos lados del eje de pista.

TOLERANCIA mín $\pm 12^\circ$

08 Cobertura vertical

La señal permanece visible en el eje de pista a lo largo de toda la banda de elevación de aproximación.

TOLERANCIA 1° a 16.5°

09 Pasos de atenuación

Cada unidad cambia de intensidad a la vez y según el paso comandado, en sincronía con el resto de la iluminación del aeródromo.

TOLERANCIA 3 de 3 pasos

10 Altura mínima del ojo

La señal vista sobre el umbral coincide con la altura mínima del ojo publicada para la pista.

TOLERANCIA Indicación de sector correcta

11 Despeje de obstáculos

La superficie de protección contra obstáculos está despejada, de modo que el contacto visual con la pista se mantiene durante toda

la aproximación.

TOLERANCIA Sin obstrucciones

12 Luces engañosas

Ninguna luz cerca de la aproximación puede confundirse con la señal de senda de planeo, y ninguna deslumbra a la tripulación.

TOLERANCIA Ninguna registrada

- Tolerancias según el Anexo 14 de la ICAO Vol I y el Doc 9157 de la ICAO Parte 4. Los protocolos se emiten en el formato de su autoridad para ICAO, EASA o FAA.

ENTREGA • 6 PASOS

De la geometría de pista al ajuste verificado

01

Llamada de alcance

Usted indica las cabeceras de pista, la senda de planeo publicada y los datos de umbral, y si las unidades acaban de ser instaladas, reorientadas o relampagueadas. Acordamos si se incluye un vuelo de

02

Construcción de la misión

Las pasadas se generan a partir de la geometría de pista, las posiciones topografiadas de las unidades y los ángulos de ajuste nominales. El ascenso

verificación tras el ajuste y qué plantilla de protocolo quiere su autoridad. La salida es una nota de alcance. Si faltan los datos publicados, la inspección espera por ellos, porque un ángulo medido contra un nominal desconocido es un número sin veredicto.

a través de las transiciones, el descenso de aproximación y el arco de cobertura se calculan para que cada unidad quede encuadrada a la distancia y elevación que la medición necesita. La salida es una misión validada y una solicitud de ventana de captura a su torre.

03

Captura

Volada entre movimientos de aeronaves, en menos de veinte minutos por PAPI. El dron se mantiene en la prolongación del eje y asciende a través de la transición de cada unidad, luego vuela la aproximación en la senda de planeo nominal y barre el sector de cobertura. Cada fotograma lleva la posición RTK. Si un movimiento interrumpe una pasada, la pasada se repite sin cambios.

04

Medición

Cada unidad se sigue a través del metraje y su color se lee fotograma a fotograma. El ángulo de transición es la elevación en la que el color cambia, calculada a partir de la posición del dron en esos fotogramas. La cromaticidad, el equilibrio de intensidad, la cobertura y la posición provienen de las mismas pasadas. Los fotogramas en los que el rastreador no tiene confianza se retienen para revisión en lugar de descartarse.

05

Protocolo

06

Vuelo de verificación

Las filas PAPI del protocolo de ayudas visuales se completan en la redacción de su autoridad, con un valor medido, un nominal y un veredicto por unidad, y la corrección para cada unidad fuera de tolerancia.

Entregado el mismo día, con el registro de vuelo y los fotogramas fuente adjuntos.

Una vez que su contratista ha ajustado las unidades, las mismas pasadas se vuelan de nuevo y el protocolo se reemite con los nuevos ángulos. Cuando el ajuste puede hacerse el mismo día, la verificación es la misma visita. Cualquier punto en disputa se reexamina primero contra el metraje retenido.

SALIDA · ÁNGULOS DE TRANSICIÓN MEDIDOS POR UNIDAD

EVIDENCIA Y CAPACIDAD

La afirmación que vale la pena comprobar es el ángulo

Una unidad PAPI muestra blanco por encima de su ángulo de ajuste y rojo por debajo. La inspección se reduce por tanto a una pregunta por unidad: a qué elevación, vista desde la aproximación, cambia el color.

El dron la responde ascendiendo a través de la transición a una distancia conocida en la prolongación del eje mientras la cámara registra la unidad y el receptor registra la posición del dron. Los fotogramas en los que el color cambia fijan el ángulo de transición, y como el cambio se lee como una proporción de rojo a blanco a través de muchos fotogramas en lugar de como un juicio único, el ángulo lleva una incertidumbre que puede declararse.

Esa es también la razón por la que el método no depende de que la cámara sea un fotómetro. Una proporción entre dos colores de la misma unidad es independiente de la respuesta absoluta del sensor, por lo que el ángulo se mantiene cualquiera que sea la calibración de la cámara. Las filas de intensidad son otra cuestión. Lo que las pasadas dan directamente es la intensidad luminosa de cada unidad relativa a sus vecinas y relativa a sus propios pasos de atenuación, que es lo que piden las filas de simetría y atenuación del protocolo. Un valor absoluto en candela necesita una referencia externa, y cuando una autoridad lo requiere, se acuerda en el alcance.

La cromaticidad de cada unidad se lee del mismo metraje, que es como se detecta un filtro rojo desvaído. La posición de la unidad proviene del posicionamiento RTK y se comprueba contra el diseño topografiado, porque una unidad que ha sido movida muestra el ángulo correcto desde el lugar equivocado. La senda de planeo que las cuatro unidades producen juntas se compara con la geometría ILS publicada para la fila de armonización, y la fila de despeje de obstáculos se completa desde el descenso de aproximación, en el que cualquier elemento que se eleve hacia la superficie de protección cruza la línea de visión ante la cámara.

El metraje retenido es lo que hace comprobable un ángulo en disputa. Si su inspector cuestiona la cifra de una unidad, los fotogramas de los que se leyó siguen ahí, con sus posiciones, y el ángulo puede recalcularse delante de él. Una cifra en un protocolo sin nada detrás

no puede reexaminarse en absoluto, que es la diferencia entre una medición y una opinión.

CÓMO SE LEE EL ÁNGULO

4 de 4

unidades medidas individualmente en cada pasada

cada fotograma

lleva la posición RTK y la elevación del dron

relativa

intensidad, unidad contra unidad y paso contra paso

CÓMO SE CONSTRUYE EL PRECIO

Cuatro cosas mueven el presupuesto

No hay una tarifa publicada para este servicio, porque una visita que mide un PAPI en un aeródromo a una hora de distancia y una visita que mide cuatro y el resto de la iluminación son días de trabajo diferentes sobre el mismo método. La guía de costes da la forma del mercado, y el presupuesto da su cifra.

EUR

POR AERÓDROMO POR VISITA

EXCL. IVA

EU

Indicador de coste 01

Instalaciones PAPI

Cada cabecera de pista con PAPI es su propio conjunto de pasadas. Dos cabeceras en una misma pista comparten la preparación y la coordinación con la torre.

Indicador de coste 02

Vuelo de verificación

Una remediación tras el ajuste se incluye o no, y es más barata el mismo día que como visita de regreso.

Indicador de coste 03

Visita combinada

Medir las luces de borde de pista y de aproximación, o escanear el pavimento, en la misma visita cuesta menos que comprar cada servicio por separado, porque el desplazamiento y el acceso se pagan una sola vez.

Indicador de coste 04

Desplazamiento

Aparece como desplazamiento y no como una inspección diferente.

Díganos el aeródromo y las cabeceras de pista y recibirá una cifra y una fecha. La [guía de costes de calibración PAPI](#) expone lo que el mercado cobra por el mismo trabajo con otros métodos, y la [página de precios](#) describe la visita combinada que cubre cada luz y cada superficie.

CADA UNO CON UN RESPONSABLE

Riesgos y dependencias

Tres cosas pueden detener o degradar una inspección, y cada una tiene un responsable.

PROPIETARIO · CLIMA

Visibilidad y viento

El color de una unidad debe leerse limpiamente desde la aproximación, por lo que la niebla, la precipitación y el sol bajo en el eje detienen la captura. El viento por encima del límite del dron también la detiene. La misión se vuela cuando se abre la ventana en lugar de medirse a través del clima. Esta es la razón más común por la que una fecha se mueve.

PROPIETARIO · OPERADOR

Acceso y datos publicados

La captura necesita coordinación con la torre y, en la mayoría de los aeródromos, un escolta. También necesita los ángulos de ajuste nominales, la senda de planeo publicada y los datos de umbral, porque el veredicto es una comparación contra ellos. Ambos recaen en el operador del aeródromo y conviene confirmarlos antes de reservar el viaje.

PROPIETARIO · AMBOS, EN EL ALCANCE

Estado de las unidades

Una unidad con una lámpara fundida no tiene transición que medir, y una unidad en ajuste durante la visita da un ángulo que es verdadero por un momento. Acordamos en el alcance que las unidades están en el estado para ser medidas, y una unidad encontrada de otro modo se informa como tal en lugar de calificarse.

La responsabilidad recae en TarmacView por la captura, la medición y el protocolo, y en el operador del aeródromo por el acceso, los datos publicados y el ajuste de las unidades. Nada en esta página es una declaración de cumplimiento. Si un protocolo determinado satisface a una autoridad particular es una cuestión para esa autoridad, y la [página de aceptación regulatoria](#) recoge lo que se sabe hasta ahora.

Preguntas Frecuentes

¿La medición con dron reemplaza a la aeronave de inspección en vuelo?

Para el PAPI, mide lo mismo que mide la aeronave, el ángulo en el que cada unidad cambia de color, y lo hace desde más posiciones y más cerca. Si su autoridad lo acepta como verificación periódica es una cuestión para esa autoridad, y la respuesta difiere entre estados. Muchos aceptan un protocolo con dron para el PAPI mientras mantienen el ILS con la organización de inspección en vuelo, porque las dos ayudas se certifican bajo reglas diferentes. La guía comparativa presenta los dos métodos lado a lado, y la página de aceptación regulatoria recoge lo que las autoridades han dicho hasta ahora.

¿Cuánto tiempo se ve afectada la pista?

No se cierra. La captura de un PAPI toma menos de veinte minutos y se vuela entre movimientos de aeronaves en coordinación con la torre. El dron se mantiene en la prolongación del eje, bien dentro del límite del aeródromo, y despeja la franja de pista cuando la torre lo pide. Presupueste alrededor de una hora en sitio por cabecera de pista para la preparación, las pasadas y una repetición si un movimiento interrumpe alguna. Un vuelo de verificación tras el ajuste es una segunda visita de la misma duración, o el mismo día si su contratista puede ajustar las unidades mientras esperamos.

¿Qué se mide exactamente en cada unidad?

El ángulo en el que cambia de blanco a rojo, visto desde la aproximación. El dron asciende a través de la transición en la prolongación del eje a una distancia conocida mientras cada fotograma registra el color de la unidad y la posición RTK del dron, por lo que el ángulo se calcula a partir de los fotogramas en los que el color cambia, en lugar de estimarse. De las mismas pasadas se obtienen la cromaticidad de la unidad, su intensidad relativa a sus vecinas y a sus propios pasos de atenuación, el sector en el que permanece visible y su posición topografiada. Los cuatro ángulos juntos dan el sector de pendiente correcta que el conjunto muestra a la tripulación.

¿Reorientan ustedes las unidades?

No. El protocolo indica, para cada unidad fuera de tolerancia, el ángulo medido, el ángulo nominal y la corrección a aplicar, en las unidades en las que trabaja su personal de mantenimiento. Ajustar el equipo es trabajo del aeródromo, normalmente realizado por sus propios electricistas o su contratista de iluminación, porque toca equipamiento que el aeródromo posee y certifica. Una vez ajustadas las unidades, un vuelo de verificación las mide de nuevo y el protocolo se reemite con las nuevas cifras. Mantener separados los dos trabajos es lo que permite que la medición sea independiente del ajuste.

¿En qué formato se entrega el protocolo?

El protocolo de ayudas visuales que su inspector ya utiliza. Las filas son las filas PAPI de ese protocolo, ángulo de transición por unidad, ángulos entre unidades, armonización con el ILS, cromaticidad, equilibrio de intensidad, cobertura, pasos de atenuación, altura mínima del ojo, superficie de protección contra obstáculos y luces engañosas, cada una con la tolerancia contra la que se evaluó. La plantilla sigue la redacción de ICAO, EASA o FAA según requiera su autoridad. El registro de vuelo y los fotogramas de los que se leyeron los ángulos se adjuntan, de modo que una cifra en disputa puede comprobarse contra la evidencia en lugar de volver a volarse.

¿Pueden verificar el PAPI contra la senda de planeo del ILS?

Sí, contra el ángulo de senda de planeo publicado y la altura del punto de referencia. La verificación es si una aeronave que vuela la senda de planeo del ILS permanece dentro del sector de pendiente correcta que indica el PAPI, lo que es una comparación entre los ángulos PAPI medidos y la geometría ILS publicada. No es una medición de la señal ILS en sí, que requiere la aeronave de inspección en vuelo y su receptor. Si el ILS acaba de ser recertificado, envíenos las nuevas cifras y la fila de armonización se calcula contra ellas.

¿Qué ocurre si una unidad tiene una lámpara fundida o un filtro desvaído?

Se informa como tal en lugar de calificarse como fuera de tolerancia. Una unidad que no enciende no puede tener ángulo de transición, y el protocolo lo indica y nombra la unidad. Un filtro rojo que se ha desvaído aparece en la fila de cromaticidad, porque la transición se mide a partir del color de la luz y un filtro desvaído la desplaza. Ambos casos se informan el día de la captura, antes del protocolo completo, porque son hallazgos de servicio más que hallazgos de calibración y el aeródromo puede querer actuar sobre ellos de inmediato.

Referencias

- | | |
|------------------------------------|---|
| icao-annex-14-v1 | Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Volumen I: Diseño y Operaciones de Aeródromos
Organización de Aviación Civil Internacional |
| icao-doc-9157-p4 | Doc 9157, Manual de Diseño de Aeródromos, Parte 4: Ayudas Visuales
Organización de Aviación Civil Internacional |
| easa-cs-adr-dsn-7 | Especificaciones de Certificación y Material de Guía para el Diseño de Aeródromos, CS-ADR-DSN Número 7
(https://www.easa.europa.eu/en/document-library/certification-specifications/cs-adr-dsn-issue-7)
Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea |
| faa-ac-150-5345-28 | AC 150/5345-28, Sistemas de Indicador de Trayectoria de Aproximación de Precisión (PAPI)
(https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.current/documentnumber/150_5345-28)
Administración Federal de Aviación |
| tarmacview-pricing | Precios: una visita, cada luz y cada superficie
(https://www.tarmacview.com/pricing/)
TarmacView |
-