

Guía de Inspecciones Boroscópicas



REGISTRO DE EDICIONES

EDICIÓN	Fecha de APLICABILIDAD	MOTIVO DE LA EDICIÓN DEL DOCUMENTO
01	Desde publicación	Edición inicial.

ELABORACIÓN	JEFA SERVICIO DE MANTENIMIENTO
REVISIÓN	JEFA DIVISIÓN DE APROBACIONES Y ESTANDARIZACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD
	COORDINADOR DE AERONAVEGABILIDAD
CONFORMIDAD	COORDINADORA DE OPERACIONES AÉREAS Y AERONAVEGABILIDAD
APROBACIÓN	DIRECTORA DE SEGURIDAD DE AERONAVES

REFERENCIAS

CÓDIGO	TIPO DOCUMENTO	TÍTULO
REG. 1321/2014	REGLAMENTO (UE)	REGLAMENTO (UE) Nº 1321/2014 DE LA COMISIÓN DE 26 DE NOVIEMBRE DE 2014 SOBRE EL MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD DE LAS AERONAVES Y PRODUCTOS AERONÁUTICOS, COMPONENTES Y EQUIPOS Y SOBRE LA APROBACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES Y PERSONAL QUE PARTICIPAN EN DICHAS TAREAS.
REG. 2018/1139	REGLAMENTO (UE)	REGLAMENTO (UE) Nº 2018/1139 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, DE 4 DE JULIO DE 2018, SOBRE NORMAS COMUNES EN EL ÁMBITO DE LA AVIACIÓN CIVIL Y POR EL QUE SE CREA UNA AGENCIA DE LA UNIÓN EUROPEA PARA LA SEGURIDAD AÉREA Y POR EL QUE SE MODIFICAN LOS REGLAMENTOS (CE) Nº 2111/2005, (CE) Nº 1008/2008, (UE) Nº 996/2010, (CE) Nº 376/2014 Y LAS DIRECTIVAS 2014/30/UE Y 2014/53/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO Y SE DEROGAN LOS REGLAMENTOS (CE) Nº 552/2004 Y (CE) Nº 216/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO Y EL REGLAMENTO (CEE) Nº 3922/91 DEL CONSEJO.

LISTADO DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
AESA	AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA
APU	UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR
AMC	ALTERNATIVE MEANS OF COMPLIANCE
AMM	AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL / MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL AVIÓN
CAE	MANUAL DE ORGANIZACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD COMBINADA
CAO	ORGANIZACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD COMBINADA
CRS	CERTIFICATE OF REALEASE OF SERVICE
EMM	ENGINE MAINTENANCE MANUAL / MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR
FC	CICLOS DE VUELO
FH	HORAS DE VUELO
MOE	MANUAL DE ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PARTE 145



NDT	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
TC	CERTIFICADO DE TIPO
OJT	ON THE JOB TRAINING / FORMACIÓN EN EL LUGAR DEL TRABAJO
UE	UNIÓN EUROPEA



ÍNDICE

1.	OBJETO Y ALCANCE.....	5
2.	INSPECCIÓN BOROSCÓPICA	6
2.1.	Habilitación de la organización.....	7
2.1.1.	<i>Organizaciones Parte 145.....</i>	<i>7</i>
2.1.2.	<i>Organizaciones Parte CAO.....</i>	<i>9</i>
2.2.	Puesta en Servicio.....	9
2.2.1.	<i>Organizaciones Parte 145.....</i>	<i>10</i>
2.2.2.	<i>Organizaciones Parte CAO.....</i>	<i>11</i>
2.3.	Procedimiento específico	11
2.3.1.	<i>Informe de Inspección Boroscópica</i>	<i>12</i>
2.4.	Personal	13
2.4.1.	<i>Organizaciones Parte 145.....</i>	<i>13</i>
2.4.2.	<i>Organizaciones Parte CAO.....</i>	<i>15</i>
2.4.3.	<i>Tabla comparativa de competencias.....</i>	<i>16</i>
2.5.	Cualificación.....	16
2.5.1.	<i>Formación</i>	<i>17</i>
2.5.2.	<i>Experiencia inicial.....</i>	<i>18</i>
2.5.3.	<i>Formación impartida en centros de mantenimiento Parte 145/CAO.....</i>	<i>20</i>
2.5.4.	<i>Aprobación inicial de la autorización.....</i>	<i>20</i>
2.5.5.	<i>Experiencia recurrente.....</i>	<i>21</i>
2.5.6.	<i>Renovación de la autorización.....</i>	<i>22</i>
2.5.7.	<i>Recuperación de la autorización.....</i>	<i>22</i>
2.5.8.	<i>Ampliación de alcance</i>	<i>23</i>
3.	REGISTROS	25
4.	CAMBIOS RELEVANTES DE ESTA EDICIÓN/REVISIÓN	25

1. OBJETO Y ALCANCE

Esta guía aplica a las siguientes organizaciones de mantenimiento que realizan inspecciones boroscópicas:

- Parte 145
- Parte CAO

El objetivo de esta guía es el de servir de herramienta para identificar los elementos clave, que se considerarán como requisitos recomendados para cumplir con la Parte 145 o Parte CAO (según aplique) y que estas organizaciones pueden desarrollar su:

- Organizaciones Parte 145: MOE y procedimientos asociados a este documento.
- Organizaciones Parte CAO: CAE y procedimientos asociados a este documento.

No es la intención de este documento proporcionar instrucciones sobre cómo realizar las inspecciones boroscópicas y/o reemplazar los requisitos normativos y/o los datos de mantenimiento aplicables.

Esta guía servirá de apoyo al personal de AESA de la Dirección de Seguridad de Aeronaves (División de Aprobaciones y Estandarización de Aeronavegabilidad y de las Oficinas de Seguridad en Vuelo) para la realización de las tareas inspectoras. Es igualmente aplicable al personal de Sociedades Instrumentales en el ejercicio de las actividades encomendadas por AESA.

Cualquier sugerencia de modificación de la guía, por errores, mejoras u omisiones, deberá comunicarse al Servicio de Mantenimiento a través del buzón de email: mantenimiento.aesa@seguridadaerea.es que analizará, contestará y archivará dichas sugerencias para ser evaluadas en la siguiente revisión del procedimiento. Para la evaluación de tales sugerencias, en caso de ser necesario se solicitará el apoyo del grupo de trabajo correspondiente. Dichos grupos de trabajo, con carácter permanente, tienen como objetivo la estandarización y difusión de decisiones consensuadas en su seno y cuentan con la participación de todas las unidades involucradas.



PARTE 145

Reglamento (UE) N.º 1321/2014, en su apartado 145.A.30 f), establece que las organizaciones parte 145 que realizan tareas especializadas, donde se incluye las inspecciones boroscópicas, deben disponer de personal debidamente cualificado para realizar este tipo de inspecciones.

AMC del apartado 145.A.30 f), indica que la organización parte 145 deberá establecer un procedimiento en el MOE, que será evaluado y aprobado por AESA, donde se establece y se asegura que el personal que realiza e interpreta estas tareas especializadas está debidamente capacitado y evaluado por su competencia en el proceso de realización de estas. Este AMC también indica que este tipo de tareas especializadas que no se consideran END por la Parte 145, no se enumeran en el Apéndice II bajo la clasificación de clase D1, por lo que se tendrán que realizar dentro de otra Habilitación (Alcance) aprobada en la organización (A – Aeronaves o B – Motor/APU).



Reglamento (UE) N.º 1321/2014, en su apartado CAO.A.035 d), establece que las organizaciones Parte CAO deberán disponer de personal debidamente cualificado para realizar los trabajos planificados, por lo que si la organización realiza inspecciones boroscópicas este personal deberá estar debidamente cualificado para realizarlas.

El apartado CAO.A.025 a) 10) indica que la organización Parte CAO deberá desarrollar un manual CAE que incorpore los procedimientos de cómo la organización garantizará el cumplimiento de los requisitos de la Parte CAO. Dicho manual, será evaluado y aprobado por AESA, garantizándose que la organización evalúe debidamente la competencia del personal que realiza e interpreta estas tareas especializadas.

2. INSPECCIÓN BOROSCÓPICA

La inspección boroscópica es un método de inspección visual, no destructivo, que permite realizar inspecciones sin realizar grandes desmontajes a través de diferentes accesos a las partes internas no directamente accesibles de un motor/APU o de una aeronave, y realizar comprobaciones y mediciones en esas zonas en busca de daños.

El boroscopio es una herramienta muy útil para la detección y visualización de defectos, además permite la posibilidad de grabar las imágenes, para su consulta y análisis posterior.

Su ventaja principal es que se trata de un procedimiento sencillo que, como se ha mencionado anteriormente, puede realizarse sin apenas desmontajes (en algunas ocasiones grandes desmontajes pueden generar problemas o daños en el motor/APU y/o aeronave). Para la inspección se seguirán las instrucciones del fabricante del boroscopio, así como las instrucciones en el manual de mantenimiento de la aeronave/motor/APU.

- ⚠ Esta guía no es exhaustiva por lo que se deberá usar en conjunción con las siguientes guías:
- 1) *Guía de Evaluación Manual Organización De Mantenimiento (MOE)*, para definir todos los requisitos de boroscopia en el MOE.
 - 2) *Guía de Evaluación Del Manual De Organización De Aeronavegabilidad Combinada (CAE)*, para definir todos los requisitos de boroscopia en el CAE.

⚠ En esta guía se tratan los APU's como motores de Turbina y se deben incluir en el Alcance de los trabajos a desarrollar por el centro de mantenimiento.

⚠ Para información sobre el Certificado de Puesta en Servicio (CRS) ver [apartado 2.2 Puesta en Servicio](#) de esta guía.

2.1. Habilitación de la organización

2.1.1. Organizaciones Parte 145

Las inspecciones boroscópicas deben realizarse y liberarse “en el curso de mantenimiento*” bajo la Habilitación Ax (mantenimiento de línea o base de aeronaves) o la Habilitación Bx (mantenimiento de motores/APU (en función de los datos de mantenimiento utilizados)).

* “En el curso del mantenimiento” significa que no existe una Habilitación específica (Ax, Bx, Cx, D1) para la inspección boroscópica. Esta tarea especializada no se incluirá dentro de la Habilitación D1, pues es solamente para ensayos no destructivos.

Tanto para el Habilitación Ax como para la Bx, la organización de mantenimiento podrá desinstalar temporalmente un componente, con el fin de mejorar el acceso.

2.1.1.1. MOE 1.9.4.3: Otras tareas especializadas

Los alcances que se aprueben deberán estar claramente limitados, no siendo aceptables sin limitaciones o indicando “Todos”.

La limitación deberá indicar claramente el tipo de inspección boroscópica que han demostrado que pueden realizar a:

- Cualquier parte del interior de la aeronave (Bajo Habilitación Ax);
- Motores a pistón alternativos (indicando si usando el AMM, EMM o ambos) (Bajo Habilitación Ax o Bx);
- Motores a turbina (indicando si usando el AMM, EMM o ambos) (Bajo Habilitación Ax o Bx);
- a cualquier combinación de las anteriores.

Ejemplos de Alcances aceptables que se pueden incluir en el **capítulo 1.9.4.3 del MOE**:

Habilitación	Titular del Certificado de Tipo	Limitación (Modelo de Aeronave / Motor / APU)	Nivel de Mantenimiento (Tarea especializada)
--------------	---------------------------------	-----------------------------------------------	----------------------------------------------

Ejemplo 1:

A1	Airbus	A330-341	Inspección Boroscópica a Motor Inspección Boroscópica a APU
----	--------	----------	----------------------------------------------------------------

En este caso se tiene aprobado realizar inspecciones boroscópicas (usando el AMM y el EMM) a los motores RR Trent 700 y a los APUs instalados en las aeronaves A330-341.

Ejemplo 2:

A1	Airbus	A330-341 A330-321	Inspección Boroscópica a Motor AMM
----	--------	----------------------	------------------------------------

En este caso se tiene aprobado realizar inspecciones boroscópicas según lo que se indique en el AMM a los motores:

- RR Trent 700 instalados en las aeronaves A330-341.
y
- PW 4000 instalados en las aeronaves Airbus A330-321.

Ejemplo 3:

A1	Airbus	A330 Series	Inspección Boroscópica al Interior de la Aeronave
----	--------	-------------	---------------------------------------------------

En este caso se tiene aprobado realizar inspecciones boroscópicas al interior de todas las aeronaves A330.

Ejemplo 4:

A1	Cessna Aircraft Company	152 Series	Inspección Boroscópica EMM
----	-------------------------	------------	----------------------------

En este caso se tiene aprobado realizar inspecciones boroscópicas usando el EMM del motor, a motores instalados en las aeronaves Cessna 152 Series.

Ejemplo 5:

A3	Airbus Helicopters Deutschland GmbH	MBB-BK117 C-2	72-43-00: Inspección Boroscópica
----	-------------------------------------	---------------	----------------------------------

En este caso se tiene aprobado realizar la tarea 72-43-00 de inspección boroscópica al motor de la aeronave MBB-BK117 C-2.

Ejemplo 6:

B1	Pratt & Whitney Canada	P&W 100 Series	Inspección Boroscópica a motores
----	------------------------	----------------	----------------------------------

En este caso se tiene aprobado realizar inspecciones boroscópicas. En todos los motores de la serie P&W100:

- PW118
- PW120
- PW121
- Etc.

2.1.2. Organizaciones Parte CAO

Las inspecciones boroscópicas deben realizarse y liberarse “en el curso de mantenimiento*” bajo la Habilitación “Aeronave” y/o Habilitación “Componentes” (mantenimiento de motores). * “En el curso del mantenimiento” significa que no existe una Habilitación específica (aeronaves, componentes, servicios especializados) para la inspección boroscópica. Esta tarea especializada no se incluirá dentro de la Habilitación “Servicios Especializados”, pues es solamente para ensayos no destructivos.

Tanto para la Habilitación de “Aeronaves” como de “Componentes”, la organización de mantenimiento podrá desinstalar temporalmente un componente, con el fin de mejorar el acceso.

2.1.2.1. CAE A.4: inspecciones boroscópicas bajo la habilitación aeronaves y/o bajo la habilitación componentes

Se deberá definir el alcance aprobado para realizar inspecciones boroscópicas en el CAE A.4.

Los alcances que se aprueben deberán estar debidamente limitados, no siendo aceptables sin limitaciones o indicando “Todos”.

La limitación deberá indicar claramente el tipo de inspección boroscópica que han demostrado que pueden realizar a:

- Cualquier parte del interior de la aeronave (Bajo Habilitación Aeronaves);
- Motores a pistón alternativos (indicando si usando el AMM, EMM o ambos) (Bajo Habilitación Aeronaves o Componentes);
- Motores a turbina (indicando si usando el AMM, EMM o ambos) (Bajo Habilitación Aeronaves o Componentes);
- a cualquier combinación de las anteriores.

2.2. Puesta en Servicio

Antes de la emisión del CRS (Certificado de Puesta en Servicio) la organización debe formalizar la realización de la inspección boroscópica mediante un:

- “Informe de inspección boroscópica”.
- o
- Documento equivalente, como por ejemplo una job card. Como ejemplo de la información que puede contener este documento, se puede ver el apartado [2.3.1 – “Informe de Inspección Boroscópica”](#) de esta guía.



**PARTE
145**

Su contenido y como se rellena se debe especificar en el capítulo del MOE:

- MOE 2.24 – Procedimientos específicos de mantenimiento.
- MOE 2.24.2 – Tareas especializadas de mantenimiento.
 - MOE 2.24.2.X – Boroscopia.
 - **MOE 2.24.2.X.Y – Documentación de Mantenimiento**
 - ...
 - **MOE 2.24.2.X.Y – Puesta en Servicio**



**PARTE
CAO**

Su contenido y como se rellena se debe especificar en el capítulo del CAE:

- **CAE C.14 – Procedimientos especiales**

Todos los CRS emitidos deberán tener una referencia cruzada al informe de inspección boroscópica o documento equivalente.

Para la emisión de un EASA Form 1 de una inspección boroscópica:

- a) Bloque 11 – “Estado/Trabajo”. Indicará siempre “INSPECTED/TESTED”.
- b) Bloque 12 – “Observaciones”. Indicará como mínimo la siguiente información:
 - Detalles de la inspección boroscópica.
 - Resultado de la inspección.
 - Referencia cruzada al informe de inspección boroscópica.
 - etc.

2.2.1. Organizaciones Parte 145

Se deberán incluir los requisitos de CRS específicos de las inspecciones boroscópicas (distintos a los generales que se han definido en el MOE 2.16.1) en el MOE 2.24.2.X.Y – Puesta en Servicio. Para casos excepcionales se podrán definir los requisitos de CRS específicos de las inspecciones boroscópicas en el MOE 2.16.2 y no en el MOE 2.24.2.X.Y.

2.2.1.1. Puesta en servicio bajo la habilitación Ax – Aeronaves

Para más información sobre los requisitos generales del CRS consultar la guía:

Guía de Evaluación Manual Organización De Mantenimiento (MOE) capítulo 2.16.1 cuando la organización parte 145 realiza estas inspecciones bajo la Habilidad A – Aeronaves.

2.2.1.2. Puesta en servicio bajo la habilitación Bx - Motores

Para más información sobre los requisitos generales del CRS consultar la guía:

Guía de Evaluación Manual Organización De Mantenimiento (MOE) capítulo 2.16.2 cuando la organización parte 145 realiza estas inspecciones bajo la Habilidad B - Motores.

2.2.2. Organizaciones Parte CAO

2.2.2.1. Puesta en servicio bajo la habilitación Aeronaves

Se deberán incluir los requisitos de CRS específicos de las inspecciones boroscópicas (distintos a los generales que se han definido en el CAE C.9) en el CAE C.14.

Para más información sobre los requisitos generales del CRS consultar la guía:

Guía de Evaluación Del Manual De Organización De Aeronavegabilidad Combinada (CAE) capítulo C.14, cuando la organización parte CAO realiza estas inspecciones bajo la Habilitación Aeronaves.

2.2.2.2. Puesta en servicio bajo la habilitación Componentes

Se deberán incluir los requisitos de CRS específicos de las inspecciones boroscópicas (distintos a los generales que se han definido en el CAE C.9) en el CAE C.14.

Para más información sobre los requisitos generales del CRS consultar la guía:

Guía de Evaluación Del Manual De Organización De Aeronavegabilidad Combinada (CAE) capítulo C.14, cuando la organización parte CAO realiza estas inspecciones bajo la Habilitación Componentes.

2.3. Procedimiento específico

⚠ Es un error común, confundir el contenido que deberá constar en los capítulos 2.24.2 del MOE y C.14 del CAE.

⚠ El objetivo de este apartado es dar información sobre su contenido y aclarar algunos conceptos. No es obligatorio incluir su contenido en el MOE/CAE, pero si usarse como ayuda para el desarrollo de los procedimientos de la organización.

PARTE
145

El apartado de los procedimientos específicos de mantenimiento se desarrolla en el MOE 2.24.2 – Tareas especializadas de mantenimiento.

En este capítulo del MOE se deberá incluir lo específico de la inspección boroscópica distinto a los procedimientos genéricos (MOE 2.13, 2.16, 2.28, etc.) de la organización.

PARTE
CAO

El apartado de los procedimientos específicos de mantenimiento se desarrolla en el CAE C.14 – Procedimientos especiales.

En este capítulo del CAE se deberá incluir lo específico de la inspección boroscópica distinto a los procedimientos genéricos (CAE C.9) de la organización.

Los **procedimientos específicos** deberán especificar cómo la organización de mantenimiento realiza la inspección boroscópica solicitada por la WO del cliente/operador, asegurando de que se cumplan los requisitos de la Parte 145/CAO en relación con la existencia de:

- Instalaciones adecuadas.
- Personal suficiente.
- Personal certificador y no certificador apropiado (debidamente cualificado).
- Disponibilidad de herramientas y equipos.
- Disponibilidad de datos de mantenimiento actuales.

- Planificación adecuada.
- Cómo se realiza la inspección boroscópica.
- Cómo se rellena el informe de inspección boroscópica.
- Procedimientos de puesta en servicio.
- Si se realizan inspecciones boroscópicas al motor también se deberá considerar como una tarea crítica.
- etc.

2.3.1. Informe de Inspección Boroscópica

Uno de los puntos más importantes es especificar como se rellena el “informe de inspección boroscópica” o documento equivalente (job card por ejemplo) donde el técnico a cargo de la inspección anota, por ejemplo, detalles de la inspección boroscópica, como son:

-  Datos de la aeronave/motor donde se ha realizado la inspección boroscópica.
-  Datos de mantenimiento utilizados incluyendo su estado de revisión y apartados aplicables.
-  Parámetros.
-  Persona que ha realizado la inspección.
-  Equipos utilizados.
-  Fecha y lugar de inspección/aeropuerto.
-  Resultado de la inspección en cada una de las partes inspeccionadas.
-  Comentarios del técnico (si aplica).
-  Todo aquello que establezca el procedimiento de realización de mantenimiento.

- Referencia a los datos de mantenimiento usados y su revisión.
- Horas / Ciclos
- Detalles de la inspección boroscópica.
- Resultado de la inspección.
- Referencia cruzada al informe de inspección boroscópica.
- Si aplica alguna restricción/límite a la operación (en calendario/FH/FC etc), por hallazgos.

2.4. Personal

En este apartado se especifica los requisitos específicos del personal (certificador y no certificador) relacionado con las inspecciones boroscópicas.

Se espera en el MOE/CAE una clara diferenciación entre certificador bajo las Habilitaciones:



- A – Aeronaves
- B – Motores/APU



- Aeronaves
- Componentes/Motores

Ver apartado [2.4.3 – “Tabla Comparativa de Competencias”](#) de esta guía para aclarar las funciones que puede realizar.

2.4.1. Organizaciones Parte 145

2.4.1.1. MOE 3.4.1: Certificador Habilitación Ax – Aeronaves

Para ser certificador de inspecciones boroscópicas deberá cumplir con lo establecido en 3.4.1.1 de la guía *Evaluación Manual Organización De Mantenimiento (MOE)* y además realizar un curso de procedimientos relativos a las inspecciones boroscópicas.

El curso de procedimientos relativos a las inspecciones Boroscópicas, deberá cubrir el contenido del MOE 2.24.2 y demás capítulos que contengan procedimientos de boroscopia. Este curso puede estar contenido en el curso de procedimientos de la organización o ser un curso adicional.

Deberá incluirse procedimientos de emisión, renovación y retirada de autorizaciones de este personal y de su control de la competencia.

2.4.1.2. MOE 3.4.2: Certificador Habilitación Bx – Motor/APU

Para ser certificador de inspecciones boroscópicas deberá cumplir con lo establecido en 3.4.1.2 de la guía *Evaluación Manual Organización De Mantenimiento (MOE)* y además realizar un curso de procedimientos relativos a las inspecciones boroscópicas.

El curso de procedimientos relativos a las inspecciones boroscópicas, deberá cubrir el contenido del MOE 2.24.2 y demás capítulos que contengan procedimientos de boroscopia. Este curso puede estar contenido en el curso de procedimientos de la organización o ser un curso adicional.

2.4.1.3. MOE 3.7 – MECÁNICOS CUALIFICADOS

La organización puede disponer de mecánicos especializados, la cual define la cualificación y

atribuciones de los mismos. Estas pueden ser:

- Realizar inspecciones boroscópicas.
 - o
- Supervisar inspecciones boroscópicas realizadas por otros.
 - o
- Firmar las inspecciones boroscópicas llevadas a cabo por personal en formación.
 - o
- Firmar las inspecciones boroscópicas llevadas a cabo por los mecánicos que se encuentren bajo supervisión, al haber perdido la capacidad de realizar inspecciones boroscópicas, sea por una evaluación de la competencia negativa o por falta de formación o experiencia recurrente.
 - o
- Supervisar las inspecciones boroscópicas llevadas a cabo por los mecánicos que pretendan renovar su capacidad de realización de inspecciones boroscópicas.
 - o
- Supervisar y firmar las inspecciones boroscópicas llevadas a cabo por los mecánicos que pretendan ampliar su capacidad de realización de inspecciones boroscópicas.

El mecánico cualificado debe cumplir con los requisitos de cualificación descritos en el [apartado 2.5 Cualificación de esta guía](#) y además disponer de una experiencia y formación adicional que le permite supervisar al personal en formación o bajo supervisión en caso de disponer de dicha atribución. Esta experiencia y formación adicional deberá ser definida por la organización de mantenimiento. Deberá incluirse procedimientos de emisión, renovación y retirada de autorizaciones de este personal y de su control de la competencia.

2.4.1.4. PERSONAL BAJO SUPERVISIÓN O EN FORMACIÓN

Una persona que trabaja bajo supervisión o en formación significa que puede realizar las inspecciones boroscópicas que su supervisor (inspector cualificado) está autorizado a realizar. El supervisor debe observar personalmente el trabajo que se está realizando en la medida necesaria para asegurarse de que se está haciendo correctamente. El supervisor debe estar disponible físicamente, para consultas.

El MOE deberá indicar las limitaciones que debe cumplir este personal, como mínimo deberá dejar claro que el técnico boroscopista bajo supervisión o el candidato a mecánico/técnico de boroscopia puede realizar la inspección boroscópica, pero siempre bajo supervisión.

Este personal puede firmar el informe de inspección boroscópica o documento equivalente, pero siempre visado por el supervisor.

La firma de la tarea en la WO o en el CRS deberá ser realizada por el supervisor.

2.4.2. Organizaciones Parte CAO

2.4.2.1. CAE B.4: Certificador Habilitación Aeronaves

Para ser certificador de inspecciones boroscópicas deberá cumplir con lo establecido en el CAE B.4 de la guía *Evaluación Del Manual De Organización De Aeronavegabilidad Combinada (CAE)* capítulo B.4 y además realizar un curso de procedimientos relativos a las inspecciones boroscópicas.

El curso de procedimientos relativos a las inspecciones Boroscopicas, deberá cubrir el contenido del CAE C.14 y demás capítulos que contengan procedimientos de boroscopia. Este curso puede estar contenido en el curso de procedimientos de la organización o ser un curso adicional.

2.4.2.2. CAE B.4: CERTIFICADOR HABILITACIÓN COMPONENTES

Para ser certificador de inspecciones boroscópicas deberá cumplir con lo establecido en el CAE B.4 de la guía *Evaluación Del Manual De Organización De Aeronavegabilidad Combinada (CAE)* capítulo B.4 y además realizar un curso de procedimientos relativos a las inspecciones boroscópicas.

El curso de procedimientos relativos a las inspecciones Boroscopicas, deberá cubrir el contenido del CAE C.14 y demás capítulos que contengan procedimientos de boroscopia. Este curso puede estar contenido en el curso de procedimientos de la organización o ser un curso adicional.

2.4.2.3. PERSONAL BAJO SUPERVISION O EN FORMACIÓN

Una persona que trabaja bajo supervisión o en formación significa que puede realizar las inspecciones boroscópicas que su supervisor está autorizado a realizar. El supervisor debe observar personalmente el trabajo que se está realizando en la medida necesaria para asegurarse de que se está haciendo correctamente. El supervisor debe estar disponible físicamente, para consultas.

El CAE deberá indicar las limitaciones que debe cumplir este personal, como mínimo deberá dejar claro que el técnico boroscopista bajo supervisión o el candidato a mecánico/técnico de boroscopia puede realizar la inspección boroscópica, pero siempre bajo supervisión.

Este personal puede firmar el informe de inspección boroscópica o documento equivalente, pero siempre visado por el supervisor.

La firma de la tarea en la WO o en el CRS deberá ser realizada por el supervisor.

2.4.3. Tabla comparativa de competencias

	Certificador	Inspector Cualificado	Mecánico Cualificado	Bajo Supervisión o en formación
Realizar inspecciones boroscópicas de forma independiente	SI (1)	SI	SI	NO
Realizar inspecciones boroscópicas supervisadas	SI (2)	SI(2)	SI (2)	SI (3)
Firmar CRS/F1	SI	NO	NO	NO
Supervisar inspecciones boroscópicas realizadas por otros	SI (4)	SI	SI	NO
Firmar inspecciones realizadas por otros	SI (4)	SI	SI	NO

(1) Solo si cumple con los requisitos de cualificación definidos en el apartado 2.5 de la guía.

(2) Siempre supervisado por personal cualificado y en los siguientes casos:

- I. Recuperación Autorización (ver [apartado 2.5.7](#) de esta guía)
- II. Ampliación Autorización (ver [apartado 2.5.8](#) de esta guía)

(3) Siempre supervisado por el personal cualificado.

(4) Solo si además de ser certificador también cumple con los requisitos especificados para ser personal cualificado.

2.5. Cualificación

La cualificación tiene dos componentes: formación y experiencia, que necesita cumplir el personal para poder realizar inspecciones boroscópicas.



En el MOE 3.11.2.X se definirá la cualificación del personal que realiza inspecciones boroscópicas.



En el CAE B.4. se definirá la cualificación del personal que realiza inspecciones boroscópicas.

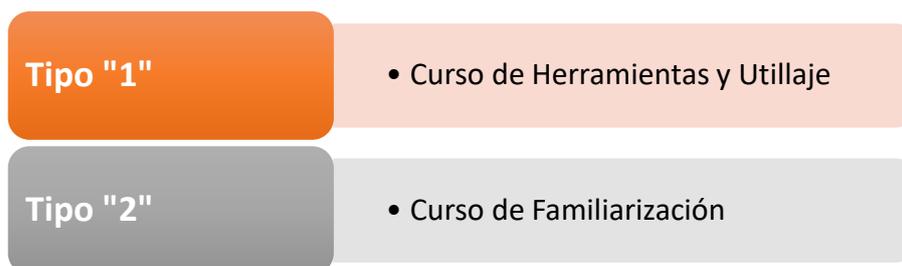
2.5.1. Formación

La formación consiste en la realización de determinados cursos que debe realizar el candidato a técnico de inspecciones boroscópicas.

Son aceptables cursos efectuados en otras organizaciones, previa aceptación por parte del Responsable de Calidad que deberá verificar que cumplen con los requisitos de la organización.

El registro de formación que el candidato ha realizado se incluirá en su expediente como demostración que cumple con los requisitos.

Se han definido 2 tipos de cursos:



En las siguientes tablas se especifican los requisitos de cada tipo de curso:

Curso Tipo "1" Herramientas Y Utillaje

- Curso para la obtención de conocimientos para el empleo del equipo de inspección (boróscopo) y su utillaje en el entorno objeto de la inspección (aeronave y/o motor según aplique).
- Podrá ser impartido por personal representante del fabricante del equipo o por personal cualificado habituado a su uso.
- El curso estará enfocado al manejo del mismo. Pudiendo ser teórico o teórico /práctico
- En caso de que la organización cambie de modelo de equipo, analizará la necesidad de realizar un nuevo curso.

Curso Tipo "2" Familiarización

- Curso de familiarización enfocado a boroscopia de cada (según aplique):
 - Aeronave.
 - Motor.
- Técnico debe:
 - Tiene como fin familiarizar al técnico con los elementos básicos del modelo de aeronave o motor (según aplique),
 - Proporcionará una descripción simple de toda la aeronave o motor (según aplique), sus sistemas básicos, utilizando palabras y ejemplos comunes.

- Empleará términos normalizados.
- Entidades de formación:
 - Fabricante de la aeronave o motor (según aplique).
 - Organización aprobada por el fabricante de la aeronave o motor (según aplique).
 - Organización parte 147.
 - Centro de Mantenimiento parte 145/CAO (según aplique) aprobado para realizar inspecciones boroscópicas al interior de la aeronave o motor.
 - El propio Centro de Mantenimiento
- Podrá incluir formación práctica en la realización de inspecciones boroscopias al interior de la aeronave o motor.

2.5.2. Experiencia inicial

La experiencia se puede obtener a través de 3 modalidades de OJT:

- a) Recibir formación práctica y realizar bajo supervisión de personal cualificado o instructor, un número determinado de inspecciones boroscópicas a definir por la organización. A continuación, se muestran ejemplos de experiencia. El candidato deberá demostrar su capacidad para realizar la inspección, incluyendo la evaluación de daños. El personal a cargo de la supervisión será el encargado de evaluar si el candidato ha realizado correctamente la inspección y la evaluación de daños. A resultados de dicho proceso, el personal cualificado podrá estimar si el técnico requiere superar un número adicional de inspecciones.
- b) Inspecciones boroscópicas efectuadas en otras organizaciones debidamente aprobadas para realizarlas, previa aceptación por parte del Responsable de Calidad que deberá verificar que cumplen con los requisitos de la organización.
- c) Mix de la modalidad a) y b)

El registro de inspecciones Boroscópicas que el candidato ha realizado bajo supervisión se incluirá en su expediente de modo a demostrar que cumple con los requisitos y ha aprobado el OJT.

A continuación, se incluyen unos datos que pueden servir como referencia de experiencia inicial para ser técnico de inspecciones boroscópicas. En todo caso es el personal cualificado responsable de la formación junto con el responsable de calidad, de acuerdo con los procedimientos de la organización y cumpliendo los requisitos de EASA/AESA quienes deciden que un personal en formación está cualificado:



Ejemplo de experiencia: Interior de La Aeronave

Acreditar al menos las siguientes inspecciones boroscópicas:

2 inspecciones al interior de la aeronave

- Entidades para la obtención de la experiencia:
 - Fabricante de la aeronave.
 - Organización aprobada por el fabricante de la aeronave.
 - Organización parte 147.
 - Centro de Mantenimiento parte 145/CAO (según aplique) aprobado para realizar inspecciones boroscópicas al interior de la aeronave.
 - El propio Centro de Mantenimiento.



Ejemplo de experiencia: Motor a Pistón

Acreditar al menos las siguientes inspecciones boroscópicas:

2 inspecciones al Motor a Pistón

- Entidades para la obtención de la experiencia:
 - Fabricante del motor.
 - Organización aprobada por el fabricante de motor.
 - Centro de Mantenimiento parte 145/CAO (según aplique) aprobado para realizar inspecciones boroscópicas al motor, incluida la propia organización.
 - El propio Centro de Mantenimiento.



Ejemplo de experiencia: Motor a Turbina

Acreditar al menos ⁽¹⁾ las siguientes inspecciones boroscópicas por cada modelo (certificado de tipo) de motor:

5 Inspecciones en Zona Fría



5 Inspecciones en Zona Caliente

- Entidades para la obtención de la experiencia:
 - Fabricante del motor.
 - Organización aprobada por el fabricante de motor.
 - Centro de Mantenimiento parte 145/CAO (según aplique) aprobado para realizar inspecciones boroscópicas al motor, incluida la propia organización.
 - El propio Centro de Mantenimiento.

⁽¹⁾ Zona Fría: Compresor. Zona Caliente: Cámara de combustión y turbina.

2.5.3. Formación impartida en centros de mantenimiento Parte 145/CAO

Cuando se utilice un Centro de Mantenimiento parte 145 (puede ser la propia organización o una contratada por esta) para dar formación en inspecciones boroscópicas:

- ✓ La organización parte 145/CAO deberá disponer en su alcance la aprobación para realizar la inspección boroscópica a la cual va a dar formación.
- ✓ La persona designada (instructor) para llevar a cabo la formación debe demostrar que ha recibido formación a un nivel apropiado para la inspección boroscópica.
- ✓ La persona designada para llevar a cabo la formación (instructor) está debidamente autorizada por una organización de mantenimiento y puede demostrar una experiencia significativa en la realización de inspecciones boroscópicas.
- ✓ El programa de formación (syllabus) haya sido revisado por el responsable de calidad.
- ✓ Debe tener medios para impartir la formación (aulas, boroscopio, aeronaves, motores, etc.).
- ✓ Debe ser un curso detallado sobre los elementos teóricos y prácticos. No debe tomar la forma de un boletín de capacitación u otro autoaprendizaje.

2.5.4. Aprobación inicial de la autorización

Cuando el candidato cumpla con los requisitos mínimos de formación + experiencia y apruebe la evaluación de la competencia inicial, se recomienda formalizar esa aprobación/autorización mediante un certificado/aprobación de inspector de boroscopia que indique claramente las limitaciones (inspecciones boroscópicas que puede realizar).



El proceso de evaluación de la competencia inicial se describe en el MOE 3.14 "Evaluación de la competencia".



El proceso de evaluación de la competencia inicial se describe en el CAE B.4 "Evaluación de la competencia".

2.5.5. Experiencia recurrente

Para que el mecánico/técnico de boroscopias mantenga la capacidad de realizar las inspecciones boroscópicas, es necesario que demuestre una experiencia real en el mantenimiento para cada periodo de 2 años consecutivos.

La organización deberá controlar y documentar esa experiencia de manera apropiada, registrándola en cualquier tipo de registro individual o sistema de archivo (es aceptable un sistema automatizado), siempre que contenga la información mínima para demostrar la experiencia. Es aconsejable que se realice mediante un libro de registro de experiencia.

En el caso de que no se pueda demostrar la experiencia reciente, la autorización para la realización de inspecciones boroscópicas no podrá renovarse.

Seguidamente se presentan unos datos de experiencia recurrente que pueden servir como referencia para mantener la capacidad de realización de inspecciones boroscópicas. En todo caso, es la organización, con el acuerdo de la autoridad, quien decide los requisitos mínimos:

Referencia experiencia recurrente



Interior de La Aeronave

- a) En los últimos 24 meses es necesario realizar como mínimo **2** Inspecciones Boroscópicas
- b) No es necesario por tipo de aeronave (se puede acumular experiencia en varios tipos de aeronaves similares dentro de su autorización el mecánico/técnico de boroscopias).
- c)



Motor a Pistón

- a) En los últimos 24 meses realizar como mínimo **2** Inspecciones.
- b) No es necesario por tipo de motor (se puede acumular experiencia en varios tipos de motor similares dentro de su autorización el mecánico/técnico de boroscopias).



Motor a Turbina

- a) En los últimos 24 meses realizar por lo menos las siguientes inspecciones boroscópicas:
 - **2** a la zona fría, y;
 - **2** a la zona caliente.
- b) No es necesario acumular experiencia por cada modelo (certificado de tipo) de motor dentro de su autorización el mecánico/técnico de boroscopias.

2.5.6. Renovación de la autorización

Cuando el candidato cumpla con los requisitos mínimos de experiencia recurrente ([ver apartado 2.5.5 Experiencia Recurrente de esta guía](#)) y apruebe la evaluación de la competencia recurrente (MOE 3.11 / CAE B.4), se formalizará la renovación.

El proceso de evaluación de la competencia para la renovación y retirada del certificado/aprobación de mecánico/técnico de boroscopia se describe en el MOE 3.14 / CAE B.4 “Evaluación de la competencia”.



2.5.7. Recuperación de la autorización

La autorización del mecánico/técnico de boroscopia se recuperará mediante un procedimiento de reactivación que incluirá una o varias de las siguientes opciones:

1. Realización de un curso de refresco y prácticas de inspección boroscópica supervisada, o bien,
2. Realización de inspecciones boroscópicas supervisadas, bajo supervisión de “Personal Cualificado” (MOE 3.7 o MOE 3.8 / CAE B.4). El personal cualificado decide el número de inspecciones rqueridas. O bien,
3. Realización de un curso equivalente a la formación inicial (tipo 2 o tipo 3) que incluya componente práctica.

Cuando el candidato cumpla con estos requisitos y apruebe la evaluación de la competencia, se formalizará la emisión del certificado/aprobación del mecánico/técnico de boroscopia.

El proceso de evaluación de la competencia para la emisión y extensión del certificado/aprobación se describe en el MOE 3.14 / CAE B.4 “Evaluación de la competencia”.



2.5.8. Ampliación de alcance

Cuando el candidato cumpla con los requisitos mínimos de formación + experiencia y apruebe la evaluación de la competencia inicial, se recomienda formalizar esa aprobación/autorización mediante un certificado/aprobación que indique claramente las limitaciones (inspecciones boroscópicas que puede realizar).

Para la inclusión de nuevas aeronaves y/o motores en el certificado/aprobación del mecánico/técnico de boroscopia sería recomendable realizar lo siguiente:



Interior de La Aeronave

Formación:

- I.a) Si la aeronave **es similar no es necesario** realizar el curso tipo "2"
- I.b) Si la aeronave **no es similar es necesario** realizar el curso tipo "2"

Experiencia:

La define la organización con el acuerdo de la autoridad.

- Ejemplos de entidades para la obtención de la formación y/o experiencia:
 - Fabricante de la aeronave.
 - Organización aprobada por el fabricante de la aeronave.
 - Organización parte 147.
 - Centro de Mantenimiento parte 145/CAO (según aplique) aprobado para realizar inspecciones boroscópicas al interior de la aeronave.
 - El propio Centro de Mantenimiento.

Aeronave Similar:



Aeronave No Similar:





Motor a Pistón

Formación:

II.a) Si el motor a pistón **es similar no es necesario** realizar el curso tipo "2"

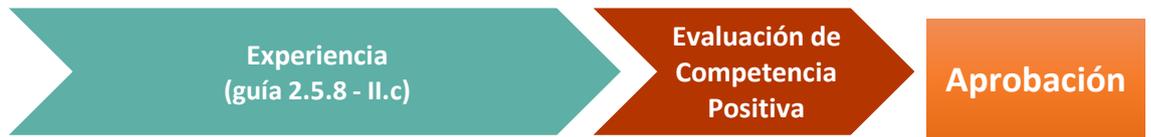
II.b) Si el motor a pistón **no es similar es necesario** realizar el curso tipo "2"

Experiencia:

La define la organización con el acuerdo de la autoridad.

- Ejemplos de entidades para la obtención de la formación y/o experiencia:
 - Fabricante del motor.
 - Organización aprobada por el fabricante del motor.
 - Centro de Mantenimiento parte 145/CAO (según aplique) aprobado para realizar inspecciones boroscópicas al motor.
 - El propio Centro de Mantenimiento.

Motor a pistón Similar:



Motor a pistón No Similar:





Motor a Turbina

Formación:

III.a) Si el motor a Turbina **es** similar **no es** necesario realizar el curso tipo “2”

III.b) Si el motor a Turbina **no es** similar **es** necesario realizar el curso tipo “2”

Experiencia⁽¹⁾:

La define la organización con el acuerdo de la autoridad.

III.c) Ejemplos de entidades para la obtención de la formación y/o experiencia:

- Fabricante del motor.
- Organización aprobada por el fabricante de motor.
- Centro de Mantenimiento parte 145/CAO (según aplique) aprobado para realizar inspecciones boroscópicas al motor.
- El propio Centro de Mantenimiento.



⁽¹⁾ Zona Fría: Compresor. Zona Caliente: Cámara de combustión y turbina.

3. REGISTROS

N/A

4. CAMBIOS RELEVANTES DE ESTA EDICIÓN/REVISIÓN

N/A al ser edición inicial.