

Trabajo Fin de Grado  
Ingeniería de Organización Industrial

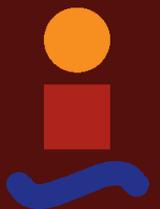
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE  
UN T-23 MILITAR CONFORME A LA  
NORMATIVA EUROPEA PERAM 145

Autor: Carlos Rivero Murillo

Tutor: Antonio Jesús Guillén López

Dpto. Ingeniería de Organización Industrial  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022





Proyecto Fin de Carrera  
Ingeniería de Organización Industrial

# **ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UN T-23 MILITAR CONFORME A LA NORMATIVA EUROPEA PERAM 145**

Autor:

Carlos Rivero Murillo

Tutor:

Antonio Jesús Guillen López

Dpto. de Ingeniería de Organización Industrial

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Grado: ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UN T-23 MILITAR CONFORME  
A LA NORMATIVA EUROPEA PERAM 145

Autor: Carlos Rivero Murillo

Tutor: Antonio Jesús Guillen López

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal



# AGRADECIMIENTOS

---

*A mis padres y a mi hermana, por apoyarme en todo momento y darme las claves necesarias para conseguir todo lo que me proponga.*

*A mi tutor, por sus incansables esfuerzos y consejos en la materia y para hacer que la realización de este trabajo sea dinámica e interesante.*

# RESUMEN

---

Una Organización de Mantenimiento de aeronaves militares tiene como misión asegurar que las capacidades operativas de las mismas están en disposición para realizar las operaciones que se requieran.

El mantenimiento de aeronaves es una tarea delicada en la que se necesita la sinergia entre muchas áreas de conocimiento así como de profesionales de varios sectores. En el presente trabajo se hará hincapié no en la parte técnica de estas tareas sino en los requisitos necesarios para poder crear o certificar una Organización de Mantenimiento militar.

Para conseguir este objetivo se irán comentando y ordenando dichos requisitos adjuntando diagramas de flujo de manera que se siga la estructura de manera más visual.

En primer lugar se definirán los distintos niveles de mantenimiento que existen, recalcando el personal necesario así como su formación para después dar paso a instar las bases de la organización

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>8</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>10</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS GENERALES</b>	<b>14</b>
<b>SECCIÓN 1</b>	<b>15</b>
1. <i>LA AVIACIÓN MILITAR ESPAÑOLA, NACIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL</i>	15
1.1 Nacimiento de la Aviación en España	15
1.2 Primer vuelo en España.	17
1.3 El origen del transporte aéreo.	17
1.4 Nacimiento de Tablada, cuna de la aviación en nuestra ciudad y en España.	18
2. <i>MAESTRANZAS AEREAS, CREACIÓN Y DESARROLLO</i>	20
2.1 Nacimiento de las Maestranzas Aéreas.	20
2.2 Introducción al mantenimiento aeronáutico.	20
2.3 Historia del mantenimiento aeronáutico	21
2.4 Niveles de Mantenimiento Generales para aeronaves	23
<b>SECCIÓN 2</b>	<b>26</b>
3. <i>INTRODUCCIÓN AL ANALISIS DE LA PERAM</i>	26
3.1 <i>NORMATIVA E.M.A.R</i>	27
3.2 <i>NORMATIVA P.E.R.A.M</i>	27
4. <i>REQUISITOS TECNICOS PARA CREAR UNA OM PERAM 145</i>	30
4.1 Requisitos acerca de las instalaciones	31
4.2 Requisitos de personal	35
4.3 Estructura de la OM	38
4.4 Aceptación de elementos	40
4.5 Datos de mantenimiento	42
4.6 Plan de producción	44
5. <i>PROCESO DE CONTROL DEL FLUJO DE INFORMACIÓN Y DATOS DE MANTENIMIENTO</i>	45
5.1 Certificación del mantenimiento	45
5.2 Registro del mantenimiento	46
5.3 Informe de hallazgos	48
5.4 Seguridad y calidad	50
6. <i>MANUAL DE LA ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO (MOM)</i>	52
7. <i>PROCESO DE AUDITORÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL RECONOCIMIENTO COMO ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO ADSCRITA A LA NORMATIVA PERAM145</i>	53
7.1 El equipo auditor	54
7.2 Hoja de no conformidades (HNC)	56
<b>SECCIÓN 3</b>	<b>60</b>
<i>MEMORIA DE LAS PRÁCTICAS EN M.A.E.S.E REALIZADAS POR EL ALUMNO</i>	60
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>67</b>
<b>SIGLUM</b>	<b>69</b>

# INDICE DE FIGURAS

---

<b>Ilustración 1.</b> Plano de las instalaciones (oficinas)	32
<b>Ilustración 2.</b> Plano de las instalaciones (hangar)	33
<b>Ilustración 3.</b> Proceso de habilitación de las instalaciones	34
<b>Ilustración 4.</b> Proceso estructurar la OM	37
<b>Ilustración 5.</b> Organigrama de mando	40
<b>Ilustración 6.</b> Tratamiento de datos	43
<b>Ilustración 7.</b> Certificación, registro y almacenamiento de datos	47
<b>Ilustración 8.</b> Proceso de informe de hallazgos	49
<b>Ilustración 9.</b> Proceso de aseguramiento de seguridad y calidad	51
<b>Ilustración 10.</b> Proceso de auditoría	55
<b>Ilustración 11.</b> Hoja de No Conformidades MASCAL012	59

# INDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla 1.</b> Requisitos principales de la Organización. Fuente: Elaboración propia en base a la PERAM	145
	31
<b>Tabla 2.</b> Elementos de mantenimiento. Fuente: elaboración propia con información de la Instrucción General Interna 70.8 (Material clasificado)	41
<b>Tabla 3.</b> MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTE A LAS 700 HORAS Fuente. Elaboración propia a partir de OTE 1E-26-6 (requisitos de inspección y mantenimiento programado)	62
<b>Tabla 4.</b> Revisión de Mantenimiento de 1400 horas. Fuente: Elaboración propia a partir de OTE 1E-26-6 Requisitos de inspección y mantenimiento programado	63



# INTRODUCCIÓN

---

El presente documento está realizado como parte final de mis estudios en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial en la Universidad de Sevilla.

Tras cuatro años de formación decido realizar este estudio en el área de conocimiento de la Gestión de Mantenimiento, concretamente en el sector de la aeronáutica.

Esto se debe a que como parte de mis enseñanza en el mencionado grado, la Universidad de Sevilla en consonancia con el Ejército del Aire y concretamente con la Base Aérea de Tablada proponen un ciclo de prácticas curriculares a desempeñar por los alumnos en la Maestría Aérea de Sevilla.

Durante los tres meses estivales estuve desempeñando un proyecto muy interesante en esta materia, se trata de la implantación de un sistema de organización del mantenimiento de una aeronave de transporte A400M ATLAS conforme a la normativa europea PERAM 145, la cual será el foco de atención a lo largo de toda esta lectura.

En estos días y debido al alto nivel de tecnología, versatilidad y complejidad que se requiere en las aeronaves militares es casi inimaginable pensar en la falta de necesidad de un sistema de mantenimiento para las mismas. Si nos centramos en el ámbito económico lo que se busca es maximizar la vida útil de las mismas a fin de reducir la necesidad de un nuevo desembolso para la adquisición de nuevo material, es por ello, que la materia de mantenimiento es un elemento clave para obtener el máximo rendimiento operativo posible en nuestras unidades del Ejército del Aire (extensible al resto de las Fuerzas Armadas).

Es por ello que el presente TFG se centra en explicar detalladamente, paso a paso y en forma de diagramas de procesos los requerimientos y necesidades que una Organización de Mantenimiento ha de satisfacer para poder desempeñar sus labores de la mejor manera posible.

Por otro lado y a lo largo de la sección 2 se realiza una comparativa entre las dos normas que han regido el proceso de organización del mantenimiento (EMAR y PERAM) así como una propuesta real de aplicación de dicha norma.

Se explicaran los requisitos que han de poseer instalaciones y personal, así como toda debe tratarse, almacenarse y conservarse en el tiempo toda la información relativa al mantenimiento de esta aeronave en cuestión, susceptible de ser material clasificado.

De acuerdo con lo expuesto, el trabajo se estructura en dos secciones. La primera se dedica a la presentación y revisión de acontecimientos históricos que han derivado en la actual situación; tales como los primeros vuelos de transporte nacional o los primeros hitos en materia del mantenimiento. Se podrá ver claramente cómo evoluciona el panorama de la aviación nacional hasta nuestros días, pasando por la creación de las primeras bases aéreas militares así como de los escuadrones de mantenimiento. También, se explicaran los distintos

tipos y niveles de mantenimiento en función de los objetivos que se quieran conseguir así como hacer ver los dos hitos más importantes en la vida de una aeronave (revisiones de 700 y de 1400 horas de vuelo).

Concluida la primera sección, el lector se adentrará en el segundo capítulo, donde podrá conocer la materia técnica necesaria para la consecución del objetivo del trabajo. Se hará referencia a todos los requisitos y necesidades operativas, documentación e incluso licencias del personal necesarias para trabajar en este área. También se podrá conocer la columna vertebral de cualquier organización de mantenimiento, el Manual.

Para concluir, se ilustra el proceso de auditoría interna y externa que ha de superar dicha organización para ser reconocida a nivel europeo así como una parte final más personal; mi propia experiencia y explicación de la metodología de trabajo que seguí durante mi estancia en MAESE, con lo que se intenta hacer ver como son dichas organizaciones desde dentro.

# OBJETIVOS GENERALES

---

El objeto del presente Trabajo de Fin de Grado consiste en dar a conocer los pasos y explicar los pasos a seguir para implantar la normativa de gestión de mantenimiento aeronáutico PERAM145 por la que se establecen los requisitos que debe cumplir una Organización de Mantenimiento según las Publicaciones “European Military Airworthiness Requirements” de la European Defence Agency.

En relación con el punto anterior se pretende hacer una comparación entre las dos normativas más importantes que competen a esta materia; EMAR y PERAM donde se demostrará que existen ciertas similitudes que hacen que sea posible la intercambiabilidad de personal en el ámbito del mantenimiento aeronáutico dentro del marco europeo.

Por otro lado y al haber participado en el proceso de certificación durante las prácticas curriculares en las que la Universidad de Sevilla en consonancia con el Ejército del Aire; donde se me brinda la oportunidad de participar, se hará ver un seguimiento de la metodología de trabajo que se siguió así como ciertas reflexiones personales acerca de la materia en cuestión.

Además de los objetivos propiamente técnicos se encuentra la necesidad de completar la formación de mis estudios en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial con la entrega del presente documento, esto sumado a una primera experiencia que me acerca al mundo laboral en la ya citada MAESE de Sevilla tienen como resultado una mejora del desempeño personal y profesional, traduciéndose en un interés creciente por el sector del mantenimiento aeronáutico.

# SECCIÓN 1

---

## 1. LA AVIACIÓN MILITAR ESPAÑOLA, NACIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL

### 1.1 Nacimiento de la Aviación en España

A finales de 1910 dos capitanes del cuerpo de Ingenieros militares, Alfredo Kindelan y Emilio Herrera, regresaron de Berlín después de haber participado como pilotos de globos aerostáticos en la Copa Gordon-Bennet (1908, EE.UU), decidieron hacer escala en Le Mans y presenciar una de las primeras demostraciones del aeroplano de los hermanos Wright en Europa. Ambos quedaron fascinados pues en sus lecciones de física de la Academia de Ingenieros de Guadalajara se les había demostrado que era imposible el vuelo mecánico debido a un razonamiento técnico enunciado como “el círculo vicioso de la aerodinámica moderna”.

En su regreso a España y haciendo gala de lo que habían vivido en su ambiente profesional consiguieron llamar la atención del Ministerio de Guerra (actualmente conocido como Ministerio de Defensa), el cual percibió el posible potencial del aeroplano como arma y decidió poner especial interés en convencer al Gobierno de la Nación para que aportara los fondos necesarios para iniciar con las gestiones que acabarían con la adquisición del material de vuelo necesario.

Se creó así una Comisión de Experiencias que permitiría a ambos ingenieros viajar por toda Europa inhalando y atrayendo conocimientos acerca de estos nuevos aeroplanos y buscando el país con la más avanzada tecnología aeronáutica, cabe destacar según anotaciones de ambos ingenieros, que viajaron por Roma, Londres, Berlín, París.. Entre otras naciones, fue en Francia donde se reúnen con los aviadores Tissandier y De Lambert donde habían quedado para hacer una evaluación del aeroplano de los hermanos Wright. Todo queda reflejado en sus escritos “*10(S) Arreglo de los carriles. La hélice da 1250 revoluciones en vez 1400. De Lambert solo para probar. Sube y está 4 ½ minutos. Descarrilamiento al salir. Descenso muy bueno, vuelo muy bajo. No se atreve a subir conmigo por falta de fuerza y me dice me espera el lunes. Tissandier cree puede intentar el vuelo y sube a Garnier, salida buena, viraje difícil, casi tocan suelo, y sólo están 1 m 30 s. Quedamos citados para el lunes a las 06,15*” (Kindelan, 1909). [1]

Así nace una primera Real Orden en la que se encomienda al Cuerpo de Ingenieros la creación del Servicio de Aviación, estableciendo que este servicio tendría tres ramas: globos, dirigibles y aeroplanos y para su desarrollo dos Reales Ordenes (actuales Reales Decretos) en las que se dispone la creación de la antes citada Comisión de Experiencias y la aprobación del Reglamento que le corresponde. Kindelan se embarcó en una misión con destino Paris para hacer un estudio de viabilidad acerca de la posible compra de estos nuevos aeroplanos, ejecutándose dicha orden de compra el día 25 de Noviembre de 1910 ante el Sr. Loygorri, el cual

era el representante de la casa Farman. La adquisición fueron 3 aeroplanos así como cierto material de repuesto de los mismos, un coche y un camión todo ello por cien mil pesetas. Nace así la primera flota de aeronaves en España, en la práctica, la Aviación Militar española ve la luz el martes 7 de Marzo de 1911, fecha en la que se conmemora su centenario en los diferentes actos oficiales en los que se hace referencia al nacimiento de la misma. [2]

## 1.2 Primer vuelo en España.

El día 11 de Febrero de 1910 sobrevuela el cielo catalán de Barcelona el francés Lucien Mamet con una aeronave *Bleriot XI* utilizando como aeródromo improvisado los terrenos del Hipódromo Can Tunis. Dada la expectación y fascinación que causo este vuelo se comienza a producir una gran atracción de aviadores procedentes en su mayoría de Francia los cuales hacían exhibiciones remuneradas generalmente insuficientes para cubrir los gastos de mantenimiento que suponía el trayecto. En Madrid se organizaban los mismos espectáculos en los aeródromos improvisados que se montaban en el Hipódromo de la Castellana y Chamartín de la Rosa en Ciudad Lineal (siendo el hipódromo de Chamartín nombrado como el gran Parque de la Aviación. Sin embargo fue en los terrenos de Cuatro Vientos donde se ubicaría el primer campo de vuelo militar y en 1911 donde tuvieron lugar las primeras pruebas de los *Farman* adquiridos en un vuelo protagonizado por Benito Loygorry cuyo trayecto fue Ciudad Lineal-Cuatro Viento donde se estrenaba el campo de vuelo. [3]

## 1.3 El origen del transporte aéreo.

Ocho años después, concretamente el 1 de septiembre de 1919 se inaugura una denominada ruta aerpostal entre la ciudad francesa de Toulouse y Casablanca (Marruecos), donde hubo que hacer una serie de paradas técnicas en Barcelona, Alicante y Málaga para realizarle un mantenimiento a las tres “*Breguet XIV*” que partían del aeródromo de Montradau.

La ruta duro dos días y estaba a cargo de la compañía francesa “*Société des Lignes Latécoère*” la cual se encargaba de transportar ejemplares de un diario local y periódico francés llamado “*La Dépêche*”.

Gracias a esta compañía, sus vuelos y la necesidad de hacer tres escalas en territorio español el Gobierno de la Nación decidió emitir una Real Orden el 29 de Agosto de 1919 por la cual se autorizaba las escalas aéreas en España, abriéndose la veda de lo que posteriormente serían las organizaciones de mantenimiento conocidas como Maestranzas Aéreas. A fin de coordinar las actividades aeronáuticas nace poco después (31 de Julio de 1919) la Comisión Interministerial de Aviación, el primer organismo administrativo de aviación civil española, así como el Real Decreto del 25 de noviembre de 1919 donde se emite el primer Reglamento de la Navegación Aérea Civil. Todos estos cimientos legislativos fueron el inicio de una red de transporte aéreo en España que a día de hoy habiendo pasado más de 100 años mueve una cantidad de más de 263 millones de pasajeros a lo largo de los aeropuertos nacionales de la red de AENA.

Con la senda abierta y gran entusiasmo se inaugura el 15 de Octubre de 1921 por parte de la primera compañía aérea española (CETA, compañía española de tráfico aéreo) la ruta Sevilla-Larache, tras el gran triunfo de la misma, se amplió con la inauguración de las conexiones Sevilla-Tánger, Barcelona-Palma de Mallorca y Málaga-Melilla. Dos años después, en 1923, nace la segunda compañía (CAMSA, compañía aeromarítima mallorquina) la cual se encargaba de las rutas Barcelona-Palma de Mallorca. [4]

El gran incremento que estaba sufriendo la actividad aeronáutica de carácter comercial dejó ver la necesidad de crear nuevos emplazamientos en los cuales se pudiese operar, así, el 9 de abril de 1927 se da vida al Consejo Superior de Aeronáutica y se emite un nuevo Real Decreto Ley donde se esquematiza donde se construirán y explotaran bases aéreas y aeropuertos nacionales, pasándose a operar en aeropuertos militares como el de Tablada, Getafe o el Prat de Llobregat.

#### **1.4 Nacimiento de Tablada, cuna de la aviación en nuestra ciudad y en España.**

Nos retraemos a 1910, momento en el que el alcalde de Sevilla tiene la iniciativa de organizar un evento llamado Semana de la Aviación en los terrenos de la dehesa de Tablada que por aquel entonces era un hipódromo y el cual anteriormente, se componía de terrenos propios del ayuntamiento y de propiedad privada, dichos terrenos habían sido cedidos por el Rey Alfonso X el Sabio a la ciudad de Sevilla gracias a los privilegios reales de 1253.

Durante estos festejos, aparte de poder observarse los aviones de manera estática, cuatro pilotos competirían en velocidad, lanzamiento y despegue, virajes y permanencia en el aire viendo cual era capaz de demostrar mejores habilidades. El premio era de 20.000 pesetas por lo que acerco a muchos curiosos de los alrededores, el ganador fue el apodado “demonio belga” Jan Olieslagers piloto también de motociclismo y precursor de la aviación belga.

En 1914 con el comienzo de la Primera Guerra Mundial se demuestra el creciente interés de las aeronaves como potentes armas de guerra apareciendo la figura del coronel Luis Vives como precursor de la Aeronáutica Española ya que tras muchas negociaciones consiguió que el Ayuntamiento de Sevilla cediese una parcela de 240.000 metros cuadrados por 15.000 pesetas a fin de construir un aeródromo militar compuesto por dos barracones, una escuela de pilotos, talleres de mantenimiento así como todo lo necesario para la vida de los acuartelados (pabellones, cocina, etc.).

Poco después, en la década de 1920 se organiza el territorio nacional en las ahora llamadas “Bases Aéreas” y antiguamente conocidas como “Zonas territoriales de aeronáutica”, donde a Sevilla le corresponde ser la sede de la 3ª Zona Aérea Sur y por consiguiente se da el comienzo de la construcción de la Base Aérea de Tablada donde se albergarían una escuadrilla de reconocimiento aéreo, otra de caza y una última de bombardeo aeronáutico. Tres años después se termina de construir dicha base y los reyes de España la inauguran oficialmente para poco después crear en 1928 el real Aero Club de Andalucía que serviría para acercar la aeronáutica civil y militar a aquellos curiosos que desearan formar parte de ella, todo esto como medio de propaganda para incentivar que la población se especializase en este sector, que como ahora conocemos, estaba en auge.

Curiosamente y debido a su peculiar ubicación a la ribera del río Guadalquivir, Tablada sufrió varios inundaciones y desbordes del río, por lo que en 1949 hubo que realizar una expansión de los terrenos cedidos

previamente por el Ayuntamiento para realizar obras de defensa contra las riadas complementando los cerramientos con muros y compuertas metálicas así como barricadas.

En 1939 se crea el Ejército del Aire lo que hace que siga en aumento la expansión de la aeronáutica en nuestro país necesitándose una reorganización del territorio nacional el cual se dividiría ahora en cinco Regiones y tres Zonas Aéreas donde Sevilla se establecería en la cabecera de la 2ª Región (la cual se conoce como “del Estrecho”). Numerosos modelos de aeronaves han pasado por esta base así como diferentes escuadrones como el 11 Regimiento de bombarderos o el 22 Regimiento de Caza, creados en 1943. Ya por aquel entonces al existir un constante flujo de aeronaves por la ciudad, se vio la necesidad de crear una organización de mantenimiento la cual pusiese a punto las aeronaves allí establecidas así como tener la posibilidad de realizarle mantenimiento de apoyo a otras aeronaves desplegadas en otras bases.

## **2. MAESTRANZAS AEREAS, CREACIÓN Y DESARROLLO**

### **2.1 Nacimiento de las Maestranzas Aéreas.**

Dado el creciente interés por la aeronáutica en el 1920, la incorporación de los primeros aeroplanos al ejército, la compra de aeronaves civiles para transporte de pasajeros, correos y mercancías así como el simple uso recreativo que tenían, se ve la necesidad de crear una institución de mantenimiento de los que ya por aquel entonces se conocían como sistemas de armas (aviones en el ámbito coloquial) para garantizar su funcionamiento.

La actividad principal que desarrollan estos talleres es de trabajos de ingeniería, mantenimiento, así como abastecimiento y almacenamiento de material, de manera que el Ejército del Aire o aerolíneas privadas dispongan del mayor número de aeronaves con una alta operatividad.

La Maestranza Aérea de Sevilla, organización en la que se desenvuelve este trabajo de fin de grado es una institución creada en 1926 casi a la par de la Base Aérea de Tablada. En un comienzo se le llamo “Talleres del aeródromo de Tablada” y poco después cambio su nombre al de “Parque Regional del Sur”, debido a su situación geográfica en España. En los años 90 la Maestranza sufre un contratiempo que pasa por el cierre de la pista de aterrizaje de la base de Tablada debido a la expropiación de los terrenos por parte del Ayuntamiento de Sevilla para la construcción de una circunvalación a la ciudad (SE-30), lo que hizo que se separara la pista de aterrizaje de los hangares, esto fue un gran jarro de agua fría para los trabajadores que se temían lo peor al quedarse sin su emplazamiento de trabajo. Poco después en 1995 se inaugura los nuevos hangares construidos en San Pablo en los que en vez de mudarse todos los talleres de trabajo solo se trasladan los de aeronaves, quedándose en su antiguo emplazamiento de Tablada aquellos que no necesitaban acceso a las pistas tales como el de motores, componentes, aviónica y mecanizado.

Actualmente el complejo MAESE ( forma en la que se hará referencia a la Maestranza Aérea de Sevilla a partir de ahora) realiza el mantenimiento a varias aeronaves como son la Echo-26 (E-26 TAMIZ), sistema de armas escuela utilizado por los cadetes de la Academia General del Aire, el AIRBUS C-212 coloquialmente conocido como “Aviocar” (T-12) avión de una de unos 12 metros normalmente utilizado para el transporte de personal o material militar, así como para los saltos paracaidistas que se realizan. Sin duda, la joya con la que trabajan y a la que actualmente se le está dando más cabida es el AIRBUS A400M (T-23) el cual con una envergadura de casi 43 metros y una capacidad máxima al despegue de 141.000 kilogramos es el avión de transporte de mercancías que está a la cabecera de Europa.

### **2.2 Introducción al mantenimiento aeronáutico.**

Toda aeronave puesta en servicio actualmente se encuentra bajo la norma de ser inspeccionada de tal manera que la seguridad de todos los que se ven involucrados en ella lo haga de manera segura. Esta certeza se alcanza

respetando estrictamente todas las regulaciones de aeronavegabilidad impuestas por la entidad reguladora que le concierne así como el propio sentido común.

Cada inspección es muy específica, según el tipo de aeronave, pero todas ellas comparten la obligatoriedad y periodicidad de la misma. Es este el carácter que define al mantenimiento aeronáutico.

En primer lugar se va a analizar el mantenimiento civil para después presentar sus diferencias con la operatividad del mantenimiento militar de aeronaves (objeto del presente TFG).

Las aeronaves civiles se ven sometidas a minuciosos controles de calidad en los que participan múltiples agentes, con una creciente necesidad de ser optimizados de cara al procesamiento de la información y de los recursos. Estas actividades significan una necesaria inversión de alto coste (el coste global anual en 2018 fue de más de 57.000 millones de euros) que la gran mayoría de factorías aeronáuticas y aerolíneas pueden hacer frente. Sin embargo, esta afirmación no se cumple en el caso de empresas de menor volumen que poseen una pequeña flota de aeronaves consideradas de categoría inferior o el caso de propietarios de aeronaves privadas de uso recreativo o en su defecto aeroclubes como del que disponemos en Sevilla.

A estos grupos minoritarios se les oferta la posibilidad de acudir a una organización MRO (Maintenance, Review & Overhaul) debido a su falta de capacidad económica. Pese a operar con aeronaves de categoría inferior con un tiempo de inspección menor en las operaciones de mantenimiento, las regulaciones son también estrictas puesto que la integridad de los usuarios se encuentra comprometida en caso de haber alguna complicación.

Esto se traduce en un incremento de los costes, pues mantener las aeronaves así como su documentación necesaria en regla es una tarea minuciosa.

### **2.3 Historia del mantenimiento aeronáutico**

Finalizando la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) ocurre un evento conocido como la Convección sobre Aviación Civil en la ciudad de Chicago que tenía por objetivo dejar establecidos los acuerdos internacionales para la aviación civil entre los diferentes países que por aquel entonces lo componían (actualmente la cifra ronda los 190 países) ya que, en pleno auge de la aviación y con vistas al fin de la guerra dichos países querían potenciarla.

El resultado de estas reuniones desembocó en lo que se conoce como el Convenio de Aviación Civil Internacional o coloquialmente el Convenio de Chicago [5], siendo este el primer documento en el que se presenta de manera oficial el concepto de aeronavegabilidad, definiéndose con carácter obligatorio y dándole la importancia que merece de tal manera que se mantiene en la actualidad (artículos 31, 33, 37,39 y 41 del convenio de Chicago)

Una vez que estaba marcado el sendero por el que discurriría la línea de mantenimiento se comienzan a aplicar

dichos programas hasta el final del conflicto bélico. Este rudimentario sistema de mantenimiento se caracterizaba por un uso de maquinaria sencilla e inespecífica de gran generalidad, la cual se utilizaba en procesos principalmente de carácter correctivo buscándose la avería una vez se hacía presente en vez de aplicar conceptos como el de mantenimiento preventivo, en el que se intenta evitar la aparición de este tipo de fallos. Por otro lado, los periodos de parada eran muy elevados así como la vida útil de los diferentes elementos era muy corta y la calificación del personal no eran tenidos en cuenta como elementos importantes.

Todo esto se fue optimizando con el paso del tiempo, de tal manera, que al final de la guerra comienza un periodo de tiempo conocido como Segunda Generación del Mantenimiento Aeronáutico la cual dura hasta 1970 aproximadamente. Fue clave el final del conflicto para que se avanzara en el desarrollo de nuevos modelos y tipos de aeronaves así como el comienzo de su producción en cantidades industriales y en serie, de manera que el uso de aeronaves era casi obligatorio, por lo que las empresas encargadas de mantenerlas operativas comenzaron así a tener gran visibilidad.

Durante la siguiente década de 1980 se comenzaron a introducir ciertas aplicaciones y nuevas metodologías enfocadas en solventar los problemas relacionados con la aeronave para el correcto funcionamiento de la aeronavegabilidad, nace así lo que se conoce como Tercera Generación del Mantenimiento donde se comenzó a almacenar información detallada acerca de los procesos de mantenimiento utilizados para analogías futuras. Se experimentaba entonces con los elementos a mantener para así poder establecer unos límites en cuanto a operaciones y vida útil.

Esta generación delimita las tareas en las que debían emplearse cada una de las características antes expuestas, naciendo así dos tipos de mantenimiento definidos;

- **Mantenimiento:** Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida. [6].

El fin último del mantenimiento es conseguir que dicho elemento consiga el término de “fiable” mientras que se encuentre en un estado de “mantenibilidad”. Salen por tanto dos nuevos conceptos que han de ser definidos y tenidos en cuenta durante todo el ciclo de vida del elemento en cuestión

- **Mantenibilidad:** Capacidad que posee un elemento en aquellas condiciones de utilización, preservación o devolución a un estado en el que se pueda realizar la función requerida.[10]
- **Fiabilidad:** Aptitud que posee, de nuevo, un elemento de realizar una función requerida bajo ciertas condiciones determinadas durante un intervalo de tiempo acotado. [11]
- **Mantenimiento no programado:** Aquel que se realiza en el momento en que se detecta un fallo que pone en peligro la aeronavegabilidad de la aeronave. Rectificación de los fallos obtenidos en el mantenimiento programado o modificación de los programas de mantenimiento.

- **Mantenimiento programado:** Conservación de la aeronavegabilidad de la aeronave y restablecimiento completo del nivel de fiabilidad especificado en los manuales de la misma. Lubricación, inspecciones funcionales, tareas de descarte o lubricación de algún componente son ejemplos de este tipo de mantenimiento.

Según la norma UNE En 13306, se define como aquel que se realiza de acuerdo con un programa de calendario establecido o un número establecido de unidades de utilización. [7]

## 2.4 Niveles de Mantenimiento Generales para aeronaves

Como el presente Trabajo tiene como ámbito de investigación la doctrina militar y está relacionado con el mantenimiento de aeronaves de esta clase, se hará una clasificación de los distintos niveles de mantenimiento conforme a la normativa PERAM-145 (Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares), esta misma tiene su análoga, la EMAR 145. La diferencia entre ambas es que una profundiza en los requisitos militares y la otra hace referencia a las publicaciones de aeronavegabilidad civil. El objetivo del presente trabajo es en base a la EMAR145 conseguir que una organización de mantenimiento militar sea reconocida como centro de mantenimiento adscrito a la PERAM145.

Según la UNE EN 13306 [8] existen 5 niveles de mantenimiento general aplicables a cualquier industria:

- Nivel 1: Se caracteriza por acciones sencillas que se realizan con un entrenamiento mínimo.
- Nivel 2: Acciones básicas que deberían ser realizadas por personal cualificado aplicando conocimientos detallados.
- Nivel 3: Acciones complejas que se realizan por personal técnico cualificado aplicado procedimientos detallados.
- Nivel 4: Acciones que implican el conocimiento de una técnica o de una tecnología, y que se realizan por personal técnico especializado.
- Nivel 5 Acciones que implican el conocimiento que tiene el fabricante o una compañía especializada con un equipo de apoyo logístico industrial.

Para el mantenimiento de aeronaves se establecen tres niveles siendo estos A, B y C:

Los niveles A y B se llevan a cabo en los Escuadrones de Mantenimiento de las Unidades (EMU). Para aquellas unidades que no dispongan de este Escuadrón se estudiara la integración de los primeros niveles de mantenimiento en las Maestranzas Aéreas, Bases Aéreas o subcontratadas civiles en el caso de que sean necesarias mientras que el nivel C se llevara a cabo en Maestranzas y/o empresas civiles

A continuación se presenta un listado de tareas correspondiente a los distintos niveles de mantenimiento tal y

como se recoge en las instrucciones generales (IG)

- Trabajos de Mantenimiento de Nivel A o Primer Escalón:
  - Inspecciones pre y post-vuelo.
  - Limpieza de componentes, aplicación de tratamientos anticorrosivos, tareas preventivas y engrases.
  - Repostado, aparcamiento y tareas de servicio en aeronaves.
  - Trabajos que requieran medios y experiencia elementales como cambio de instrumentos, sustitución de una tubería, cambio de ruedas...).
- Trabajos de Mantenimiento de Nivel B o Segundo Escalón:
  - Pequeñas reparaciones de sistemas de vuelo o elementos estructurales que estén recogidas en los Manuales de Reparaciones Estructurales, siempre que los medios y la experiencia lo permita.
  - Revisiones periódicas.
  - Averías.
  - Sustitución de motores.
  - Pruebas funcionales/Pruebas en vuelo.
- Trabajos de Mantenimiento de Nivel C o Tercer Escalón:
  - Reparaciones estructurales de nivel superior.
  - Revisiones generales de los siguientes tipos:
    - IRAN (Inspection and Repairs As Necessary).
    - PARC (Progressive Aircraft Reconditioning Cycle).
    - GV (General View).
    - PDM (Predictive Maintenance). Mantenimiento basado en la condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento. [9]
  - Reparación de aviones accidentados cuyo nivel de reparación necesite un trabajo superior al Nivel B.
- Se puede hacer otra categorización de los niveles de mantenimiento en función de la postura que se

tome ante el modo de fallo, distinguiendo entre postura reactiva y proactiva. [12]

- **Mantenimiento predictivo:** Son aquellas prácticas que permiten determinar las condiciones de funcionamiento de un elemento en un periodo futuro de tiempo, para predecir cuándo se deben realizar las acciones de mantenimiento antes de que se produzca un fallo.

Gracias a esto se consigue una reducción en los costes operativos lo que facilita que las aeronaves se encuentren siempre en disposición. Para ello se utilizan técnicas de analítica avanzada así como inteligencia artificial que permiten la monitorización de una serie de parámetros.

- **Mantenimiento correctivo:** Son acciones que se llevan a cabo para corregir cualquier incidencia que acontezca. Es un tipo de mantenimiento reactivo ya que la orden se ejecuta una vez se ha producido el modo de fallo.
- **Mantenimiento preventivo:** Obliga a mantener un nivel de servicio bastante exigente gracias a una planificación orientada a evitar modos de fallo basándose en estudios históricos, comparaciones y análisis de datos.

La manera de intervenir es ejecutando una programación sistema centrándose en los componentes con mayor vulnerabilidad pese a que estos no hayan dado ningún fallo, el motivo de esto es conseguir alargar la vida útil de los mismos y reducir las paradas inesperadas.

- **Mantenimiento prescriptivo:** Actualmente es el siguiente escalón al mantenimiento predictivo. Utilizando modelos y con la posibilidad de detectar posibles roturas en un momento determinado del tiempo, la inteligencia artificial y la sonorización son capaces de detectar desviaciones en los parámetros usuales y proponer al mismo tiempo acciones correctivas.

Este tipo de modelos se utilizan sobre todo en materia de defensa, donde es conveniente que todo el material se encuentre en las mejores condiciones durante el mayor tiempo posible. Si somos capaces de averiguar cuando se va producir el fallo de los componentes no tan sensibles seremos capaces de reducir casi al 0% las paradas operativas.

Un ejemplo de esta práctica es la que se utiliza actualmente en los sistemas de fijado automático de los cascos de los pilotos de combate, son material muy delicado que debe estar siempre calibrado con la mayor precisión posible, es por ello, que durante la fase de vuelo de los mismos, estos se van actualizando constantemente de manera que se encuentran al cien por cien de su capacidad gracias al IoT (Internet of Things).

# SECCIÓN 2

---

A lo largo de esta sección se hace un recorrido de las partes principales del presente documento. En un primer lugar se encuentra una introducción a lo que se conoce como agencia reguladora en materia de aeronavegabilidad.

Acto seguido se presenta una comparativa entre la antigua norma por la que se regían las organizaciones de mantenimiento militar a nivel europeo (EMAR) y como se ha adaptado dicha legislación al panorama nacional naciendo así la PERAM en su parte 145 (ámbito militar).

El siguiente punto se estructura de la siguiente manera:

- Un primera parte donde se tratan los requisitos técnicos necesarios para cumplir con la legislación.
- El tratamiento de la información, que hace referencia a todo el proceso de notificación de hallazgos, comunicación interna entre personal-personal y personal-mandos.
- Un apartado final donde se explica el proceso de certificación, validación y auditoria para ser reconocidos a nivel europeo.

## 3. INTRODUCCIÓN AL ANALISIS DE LA PERAM

Se denomina EASA a la agencia civil europea formada a partir de la antigua JAA (Joint Aviation Authorities, autoridades conjuntas de aviación) la cual posee su sede principal en Colonia, Alemania y esta operativa desde el año 2003, cabe destacar que posee más de 600 empleados de todas partes de Europa. [13]

El trabajo principal de esta agencia internacional es la unificación de los estándares de aeronavegabilidad civil de todos los Estados miembros de la Unión Europea.

Otras operativas que llevan a cabo derivadas de su labor principal son:

- Asegurar un nivel máximo de seguridad para los ciudadanos europeos.
- Asegurar un nivel máximo de compromiso en material de protección medio ambiental.
- Trabajar con distintas organizaciones reguladoras de aeronavegabilidad internacional como lo puede ser la FAA (Federal Aviation Administration,) la cual tiene sede en Estados Unidos.

La EASA lleva a cabo estas labores para cumplir con los estándares de calidad y los objetivos previamente mencionados:

- Creación de vínculos así como cooperación con participantes internacionales de otras agencias para aumentar el nivel de seguridad.
- Desarrollo de normas comunes para todos los ámbitos pertinentes de la EASA.
- Certificación y aprobación de elementos y organizaciones en el ámbito de su competencia
- Ofrecer su apoyo y supervisión en aquellos países en los que la EASA tiene competencias compartidas con otras agencias de aviación.

### 3.1 NORMATIVA E.M.A.R

Se denomina EMAR (European Military Airworthiness Requirements) a la adaptación de las normas EASA utilizadas como una forma estándar para toda la comunidad aeronáutica militar europea. [14]

Dicha norma nace en el seno de la EDA (European Defence Agency) con el objetivo de lograr una armonización de la regulación en materia de aeronavegabilidad militar. En noviembre de 2008 y tras reunirse 26 naciones europeas se crea MAWA (Military Airworthiness Authorities Fórum) con el fin de darle vida a esta normativa.

### 3.2 NORMATIVA P.E.R.A.M

Se define la Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militar como la adaptación de las EMAR a la normativa nacional.

Se establece que dichas resoluciones son el instrumento oficial por el cual el Ministerio de Defensa define los requisitos de aeronavegabilidad militar recogiéndose las correspondientes publicaciones EMAR y adaptándolas a dicho ámbito de manera que no se contradigan con lo establecido en el Reglamento de Aeronavegabilidad de la Defensa.

Dentro de esta norma existen multitud de apartados que cubren todos los aspectos relacionados con el ciclo de vida normal de una aeronave. A continuación se nombrara cada una de ellas y se hará especial hincapié en el apartado PERAM 145 [15], objeto principal del presente trabajo en el que se analizan los requisitos necesarios para crear una organización de mantenimiento militar adscrita a dicha norma.

- **PERAM 21:** Certificación de aeronaves militares y productos, componentes y equipos relacionados y de organizaciones de diseño y de producción
- **PERAM 145:** Requisitos para organizaciones de mantenimiento

- **PERAM 147:** Requisitos para las organizaciones de formación de mantenimiento.
- **PERAM 66:** Licencias de mantenimiento de aeronaves militares.
- **PERAM-M:** Requisitos para el mantenimiento de la aeronavegabilidad

La Publicación 145 establece de manera concreta cuales son los requisitos que deben cumplir aquellas Organizaciones de Mantenimiento de aeronaves en el ámbito del Reglamento de Aeronavegabilidad de la Defensa cuando se aplique la normativa PERAM.

Dicha Publicación recoge y adapta aquellos requisitos de la norma europea EMAR 145 al ámbito de la Defensa militar española, pasándose a considerarse y a la que se referirá a ella como *antigua norma*.

La PERAM 145 introduce una serie de adaptaciones que la diferencia de la Parte 145 civil (Antigua norma):

- Se van a definir nuevas características en la emisión y renovación de las licencias de mantenimiento.
- Las aeronaves militares pasaran a denominarse como “aeronaves complejas a motor”.
- Las habilitaciones de tipo serán emitidas personalmente por la AAD a nivel nacional. Se entiende por “habilitación de tipo” como la autorización que debe obtener un piloto para poder volar un modelo específico de aeronave.
- Las aeronaves militares se consideran equivalentes y similares a CAT (Comercial Air Transport) por lo que se eliminan las referencias a las aeronaves consideradas no-CAT.
- El contenido de la subparte D y E de la EMAR M se incluye en esta PERAM 145. En resumen, todo el mantenimiento de las aeronaves que estén bajo la responsabilidad de un Organización para la Gestión del Mantenimiento de la Aeronavegabilidad (CAMO, según sus siglas en inglés) debe llevarse a cabo en una organización certificada como 145.
- Se introduce el concepto de Organización Operativa (Estructura militar que opera con aeronaves militares y por tanto es responsable de su correcto mantenimiento).
- La CAMO puede contratar empresas externas a la Organización Operativa.
- Se utilizara un Plan de Mantenimiento de Aeronave (AMP) específico para cada aeronave compleja a motor.
- La Organización deberá crear un documento denominado MOM (Manual de la Organización de Mantenimiento) donde se explique de manera detallada el alcance de los trabajos para los que se solicita aprobación.

A continuación se puede ver un índice resumen con los distintos capítulos de esta PERAM en su parte 145 lo que permite una visión más general y clara del proceso de extracción de requisitos técnicos.

Como se puede ver más adelante, se ha realizado una extracción de los requisitos necesarios a fin de poder contenerlos todos en una tabla resumen. La metodología de trabajo se basa en ir desglosando cada capítulo de

esta norma a fin de obtenerlos los citados requerimientos.

- 1) Requisitos técnicos de las instalaciones y del personal.
- 2) Personal certificador y personal de apoyo; Alcance, solicitud de licencias y ámbito de aplicación.
- 3) Equipos, herramientas y material de uso en los hangares y oficinas.
- 4) Aceptación de elementos según su estado de vida y posterior trata una vez que se consideran “irrecuperables”.
- 5) Gestión de datos de mantenimiento y control de los mismos.
- 6) Planificación y control del rendimiento de las labores de mantenimiento.
- 7) Certificación y validación del mantenimiento.
- 8) Registro del mantenimiento e informe de hallazgos (No conformidades e incidencias).
- 9) Políticas de control de seguridad y calidad; Procedimientos de mantenimiento y sistemas de gestión de la calidad.
- 10) Manual de la Organización de Mantenimiento.
- 11) Atribuciones, obligaciones y limitaciones de la Organización de Mantenimiento.
- 12) Solicitud de cambios en la Organización.
- 13) Continuidad y procesos de auditoria de la validez de la aprobación.

## 4. REQUISITOS TECNICOS PARA CREAR UNA OM PERAM 145

El objetivo final de este proceso es emitir por parte del organismo de certificación de la propia organización dos documentos: un certificado para dicho producto, servicio o proceso así como una licencia a nombre del operador.

En el presente documento se pretende establecer una relación de procesos a cumplir por la Organización de manera que se certifique como tal cumpliendo con todos los requisitos legales y pueda cumplir con su objetivo principal; Emitir CAS (Certificado de Aptitud del Servicio)

Para ello es vital conocer el concepto de “certificación”; Se denomina proceso de certificación al procedimiento mediante el cual una entidad garantiza por escrito que un servicio, producto o grupo de procesos se lleva a cabo conforme a unos requisitos previamente especificados.

A continuación se presenta una tabla resumen donde se hace referencia a los principales requisitos necesarios para la validación de la citada Organización de Mantenimiento en base a la PERAM 145.

TABLA-RESUMEN DE REQUISITOS TÉCNICOS	
REQUISITOS DE TEMPERATURA EN EL AREA DE TRABAJO	<b>Según Real Decreto 374/2001 en materia de PRL</b>
REQUISITOS DE LUMINOSIDAD	
REQUISITOS DE SEGURIDAD PERSONAL (EPIS)	
REQUISITOS DE PERSONAL EN FUNCIÓN DE LOS TRABAJOS A DESEMPEÑAR	<b>Licencias de Mantenimiento Militar según AAD</b>
REQUISITOS ACERCA POLÍTICA DE USO DE DATOS	<b>Propios de cada Organización de Mantenimiento</b>
REQUISITOS DEL PLAN DE PRODUCCIÓN	<b>Control de la productividad según KPI's</b>
REQUISITOS ACERCA DE LA CERTIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	<b>Emisión del CAS por parte de la AAD</b>
REQUISITOS SOBRE EL REGISTRO DE MANTENIMIENTO	<b>Almacenamiento de datos durante un periodo de tiempo definido por cada Organización</b>
REQUISITOS EN MATERIA DETRANSMISION DE INFORMACIÓN	<b>Propios de cada Organización de Mantenimiento pero comunes en materia de seguridad</b>

<b>REQUISITOS DE AUDITORÍA</b>	<b>Equipo auditor certificado interno y externo.</b>  <b>Procedimientos detallados en el flujo de información.</b>  <b>Proceso de actuación en el hallazgos de No Conformidades</b>
--------------------------------	---

**Tabla 1.** Requisitos principales de la Organización. Fuente: Elaboración propia en base a la PERAM 145

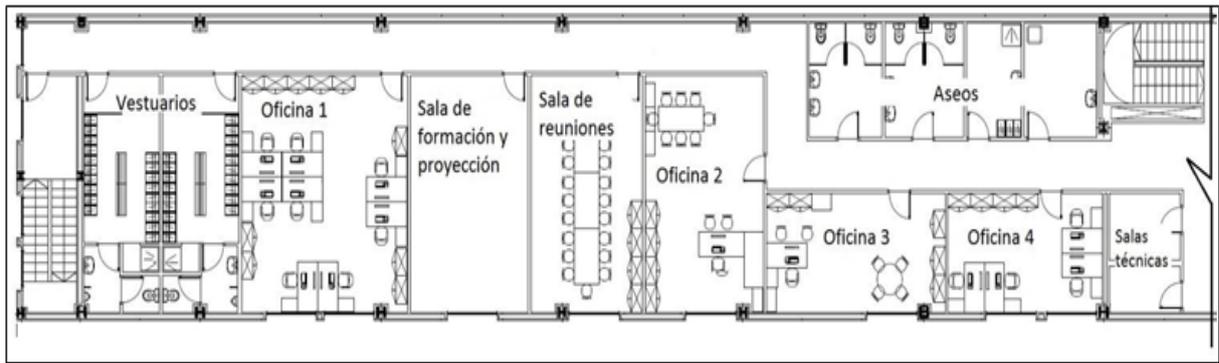
#### 4.1 Requisitos acerca de las instalaciones

Al tratarse de labores de mantenimiento los trabajos a desempeñar llevaran asociado un gran coste de recursos (tiempo, materiales, etc.) por lo que la OM deberá garantizar instalaciones adecuadas para el correcto desempeño de estas labores y su mantenimiento.

Los talleres y hangares especializados deberán contar con: Suficiente separación para que no se produzca contaminación ambiental y del área de trabajo. Para el correcto uso de los mismos se deberá contar con protección frente a inclemencias meteorológicas así como zonas de trabajo de dimensiones suficientes para albergar tanto aeronaves como elementos de la misma.

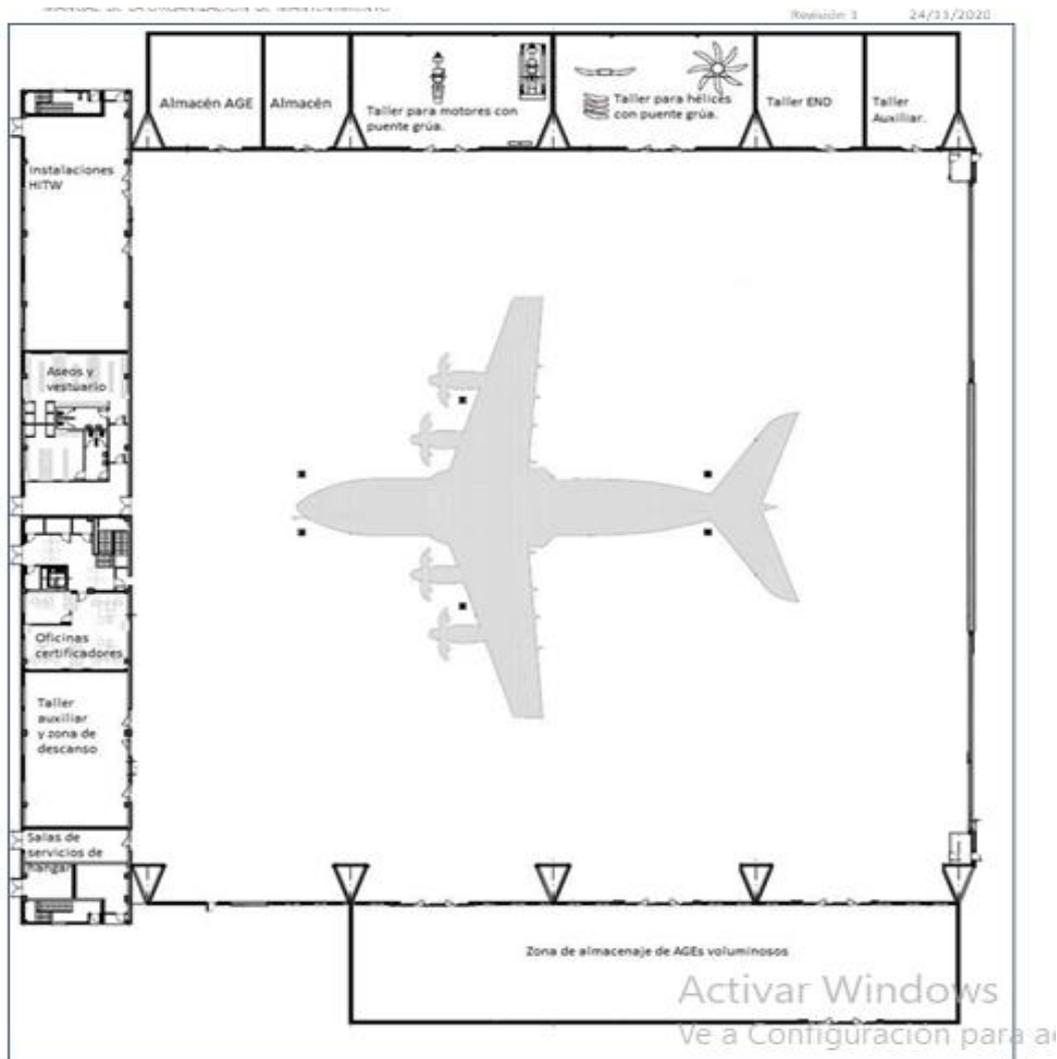
Se debe contar también con un espacio de oficinas para la dirección de los trabajos mencionados y las actividades de soporte. Como dictaminan las buenas prácticas en materia de Prevención de Riesgos Laborales (*Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes contaminantes durante el trabajo*) [16] se deberá tener en cuenta:

- La temperatura del ambiente deberá mantenerse en un rango de 17º y 25º garantizándose también que la presencia de polvo y otros contaminantes sea mínima e invisible.
- Al igual que con la temperatura, las condiciones lumínicas deben estar garantizadas evitando el agotamiento de la vista.
- Todo personal que esté vinculado a las labores de mantenimiento debe ir provisto de un equipo de protección individual necesario para amortiguar las posibles lesiones (ruido, ácidos, caídas, etc.).
- Es necesario disponer de instalaciones de almacenamiento seguro para aquellos materiales, herramientas, componentes y equipos necesarios. Todos ellos deberán ser almacenados según lo indiquen las instrucciones emitidas por el fabricante para evitar el daño y deterioro de los mismos.
- El acceso a todas estas instalaciones debe ser restringido y controlado al personal autorizado por lo que se proveerá de los medios de seguridad necesarios para ello.



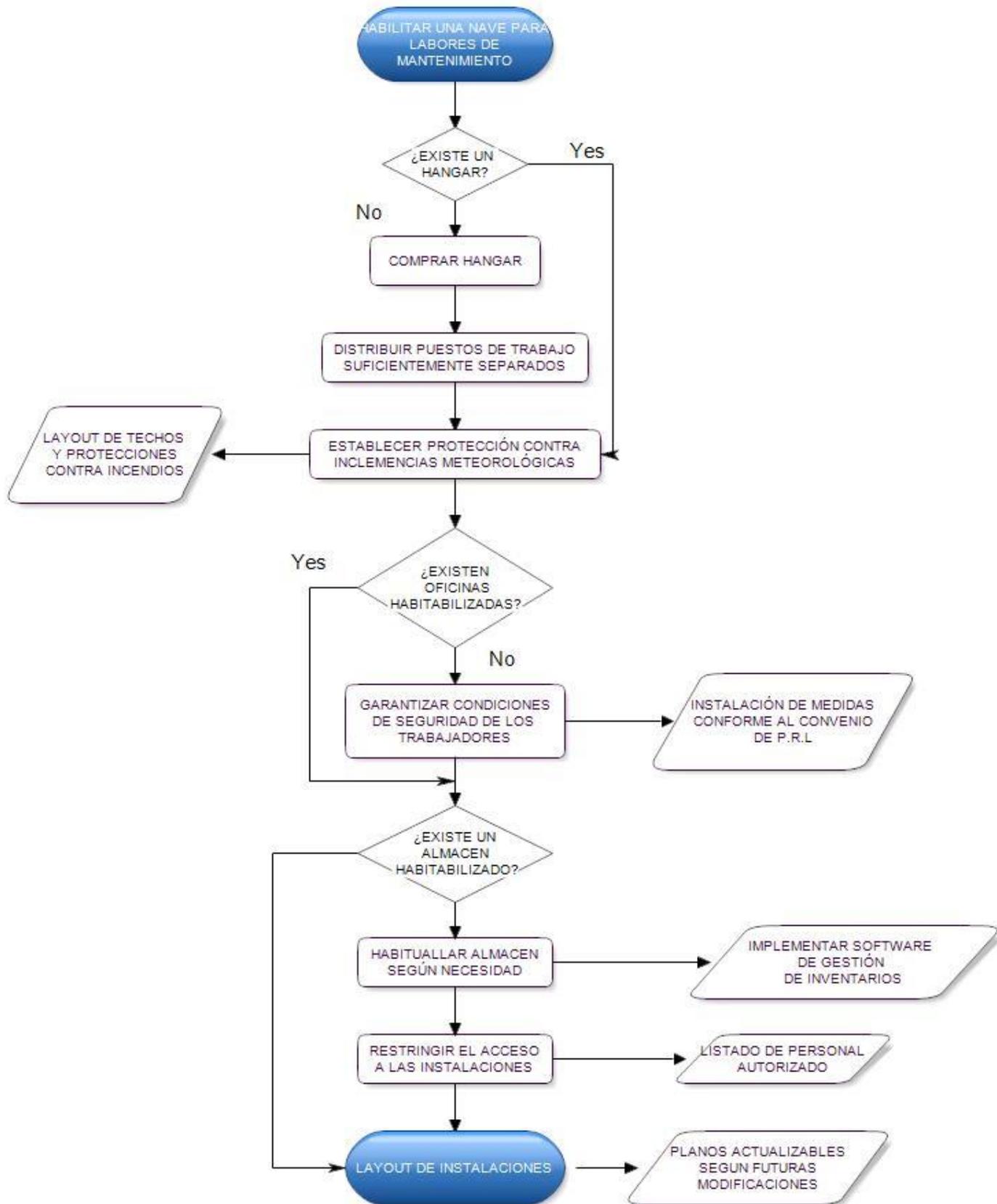
Activar |  
Ve a Configuración

**Ilustración 1.**Plano de las instalaciones (oficinas)



**Ilustración 2.** Plano de las instalaciones (hangar)

A continuación se comienza con la representación del diagrama de procesos de manera que se pueda interpretar el contenido de este trabajo de una manera más sencilla y visual.



**Ilustración 3.** Proceso de habilitación de las instalaciones

## 4.2 Requisitos de personal

Debido a que la organización es de ámbito militar se tendrán unos rangos claramente diferenciados en cada sección del departamento, es por ello que internamente siempre habrá un sistema de mando piramidal que asegure que se cumple en todo momento con lo dispuesto en el acta de constitución de la organización.

EL primer paso será el de nombrar un Gerente Responsable (GR) que tendrá la autoridad necesaria para asegurar que se cumplen todas las normas establecidas en materia de mantenimiento. Entre sus funciones cabe destacar que será el encargado de garantizar que todos los recursos necesarios se encuentren disponibles, así como promover y asegurarse de que se cumple con una política de seguridad y calidad especificada en el apartado PERAM 145.A.65 a).

Todo aquel que desempeñe labores de mantenimiento, auditoria o cualquier trabajo asociado a la organización deberá demostrar un pleno conocimiento de la PERAM 145. De esta manera la manera de proceder será la de elaborar un plan de trabajo por horas/hombre que reflejara que se dispone en todo momento de personal suficiente para realizar, supervisar, y controlar la calidad del desempeño de la Organización.

En caso de que la disponibilidad real del personal sea menor a la prevista se establecerá un procedimiento para reubicar los trabajos previstos en cierto turno o periodo de trabajo, esto ha de ser escalado y aprobado por la AAD y quedando reflejado en el Manual de Mantenimiento de la Organización (de aquí en adelante se hará referencia a él como MOM).

Debido a la gran importancia de las labores que se desempeñan en esta Organización, es necesario que todo el personal que se dedique al mantenimiento de aeronaves en cualquiera de sus ámbitos posea una licencia adecuada para cada tipo, quedando esto reflejado de manera concisa en el apartado PERAM 145.A.35 (Apartado Estructuras/ Categoría de licencias).

La obtención de las licencias tanto de mantenimiento como del personal certificador consiste en un proceso complejo en el que el interesado/a debe realizar un curso de ciertas horas, pasar una prueba escrita y demostrar sus competencias de manera práctica.

Algunas de ellas, las que implican un conocimiento técnico superior, llevan consigo asociadas un requisito de tiempo, es decir, que el interesado/a debe haber trabajado en la categoría inferior una serie de horas que demuestren que domina completamente dicha materia.

A continuación se expone los diferentes tipos de licencias necesarios para certificar una Organización de Mantenimiento así como los requisitos técnicos para obtenerlas.

- **Categorías A y B1:** Capacitado para emitir certificados de aptitud para puesta en servicio de trabajos de mantenimiento programado en línea así como reparación de defectos leves definidos en las tareas especificadas en su autorización de certificación.

Dichas categorías están divididas en sus diferentes combinaciones de aeronaves existentes, siendo estas:

- A.1 y B1.1 Aviones con motor de turbina.
- A.2 y B1.2 Aviones con motor de pistón.
- A.3 y B1.3 Helicópteros con motor de turbina.
- A.4 y B1.4 Helicópteros con motor de pistón.

En el caso concreto de poseer una licencia de mantenimiento B1 se permitirá a su titular emitir certificados de aptitud para puesta en servicio así como actuar como personal de apoyo frente a órdenes de trabajo tales como mantenimiento de la estructura de la aeronave, el grupo motropulsor y los sistemas de aviónica que necesiten comprobaciones sencillas

- **Categoría B2:** Habiendo obtenido el certificado de aptitud podrá:

Emitir el certificado de aptitud para el servicio después de trabajos secundarios de mantenimiento programado de línea que no se pudo emitir con la categoría A/B1.

Actuar como personal de apoyo para labores de mantenimiento en sistemas eléctricos y de aviónica, y sistemas mecánicos que necesiten únicamente comprobaciones de categoría inferior.

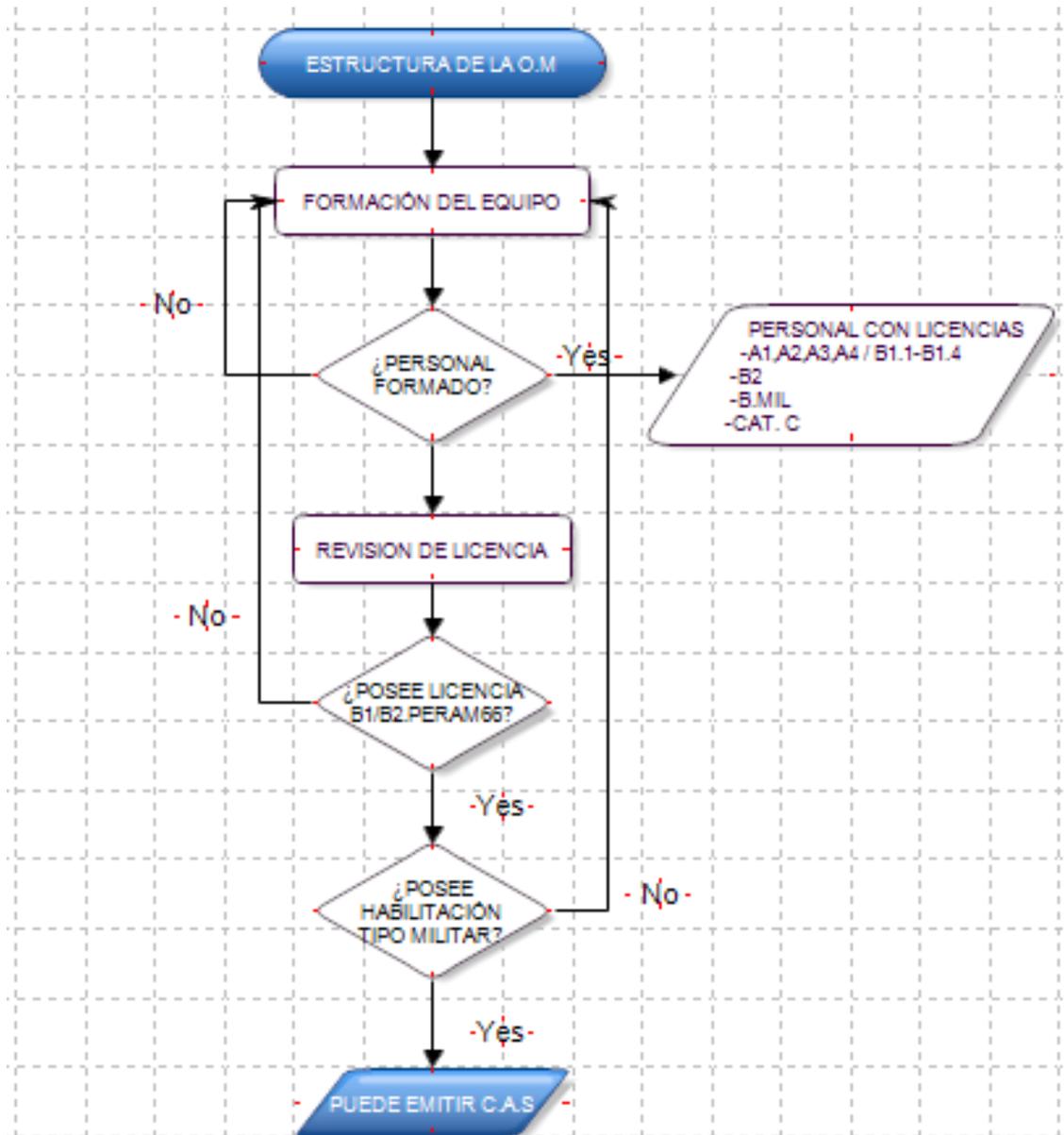
- **Categoría Bmil:** Es una categoría específicamente militar (ya que el resto también son aplicables al ámbito civil) aplicable en sus dos versiones para el mantenimiento de aviones (Bmil.a) y helicópteros (Bmil.b). Está enfocada a aquellos componentes que diferencian las aeronaves complejas a motor militares de las civiles.

Trabajos de mantenimiento en sistemas de armamento, rescate y evacuación de personal.

Emitir certificados de aptitud para el servicio después de trabajos secundarios de mantenimiento programado de línea y rectificación de defectos sencillos

- **Categoría C:** Una licencia de mantenimiento de esta categoría permite a su titular emitir certificados de aptitud para el servicio una vez que se han completado los trabajos de mantenimiento en base de la aeronave.

De manera más visual se puede observar en el siguiente diagrama que incluye de manera secundaria ciertos aspectos del siguiente punto



**Ilustración 4.** Proceso estructurar la OM

La manera que tiene la organización de controlar su personal y de hacer responsable tanto al personal de apoyo como al personal certificador es mediante lo que se conoce como Ordenes de Trabajo. Estos documentos son emitidos por los responsables de planificación ya sea del departamento de mantenimiento, calidad, abastecimiento, etc. en los que se hace una disposición del trabajo a realizar, el tiempo asignado para la tarea, los recursos necesarios para su uso así como cualquier aportación que facilite el trabajo del operario y le indique de manera precisa como debe desempeñar su labor.

En función de la licencia que posean los trabajadores podrán desempeñar una labor u otra, esto viene reflejado en la orden de trabajo. Dichas órdenes deben ser completadas por el operario en caso de que sea necesario algún apunte en base a la tarea desempeñada, una vez acabe con ella será reenviada al responsable para que el mismo la cierre y la almacene de manera correcta. Existen multitud de programas para esto, el utilizado por

MAESE y por el EA en general es el SL2000.

### 4.3 Estructura de la OM

Una vez que han quedado definidos los requisitos necesarios acerca de personal e instalaciones para formar una Organización de Mantenimiento adscrita a la normativa PERAM 145 se describe al personal que realiza las labores de mantenimiento y supervisa que se llevan a cabo de manera correcta.

En primer lugar se encuentra el *personal de apoyo*, el cual posee una licencia de mantenimiento (LMAM) emitida acorde a PERAM 66 en las categorías B1 y/o B2 con sus correspondientes habilitaciones de tipo militares. Este tipo de personal trabajara en el mantenimiento en base y no es necesario que posea autorización de certificación puesto que sus competencias son limitadas.

Se entiende por autorización de certificación emitida por la OM para el personal que haya desarrollado sus competencias en dicha materia, pueden emitir Certificados de Aptitud para el Servicio (CAS) dentro de las limitaciones de su autorización.

Definido este concepto, se extrapola que el *personal certificador* será el encargado de emitir dicho CAS en un plazo de 72 horas a la autoridad competente (en función del departamento) sin restricciones, puesto que poseen las competencias necesarias.

En ambos puestos la Organización se asegurara que todo su personal reciba formación continua durante un periodo de 2 años para confirmar que poseen el conocimiento actualizado de las tecnologías y procedimientos pertinentes. Esto quedara reflejado en un archivo denominado Registro del Personal Certificador y de Personal de Apoyo en el que se incluirá:

- Detalles de las licencias de mantenimiento de aeronaves que poseen.
- Formación relevante completada así como el alcance de las autorizaciones de certificación expedidas.
- Detalles del personal con autorizaciones de *certificación temporales o extraordinarias*.

El concepto de autorización temporal se entiende sin problemas sin embargo hay ciertas excepciones a la hora de emitir estas licencias, entre las que cabe destacar que el personal con una LMAM de categoría A solo podrá ejercer privilegios de certificación en un tipo de aeronave específica solo si completa de manera correcta la formación de una aeronave de categoría A en un centro PERAM 145 o 147, esta formación lleva asociada realización de prácticas así como formación teórica y será validada mediante un examen.

Por otro lado el personal con LMAM B2 podrá ejercer privilegios de certificación si y solo si, demuestra haber superado la formación correspondiente en aeronaves de categoría A y 6 meses de experiencia práctica en dichas labores, esta es la gran diferencia entre ambas, dicha experiencia siempre que lo permita la AAD podrá convalidarse con horas de trabajo en la misma Organización aunque sean tareas de soporte, siempre cuando estén relacionadas con el mantenimiento de aeronaves.

Al ser una organización de origen militar la estructura de la misma será algo parecido a una pirámide jerárquica, como se ha mencionado anteriormente, donde los cargos inferiores deben mantener informados a los superiores en todo momento aplicando las normas de comunicación que procedan, estas serán explicadas en los siguientes puntos (Informe de Hallazgos). En lo más alto de esta pirámide jerárquica se encuentra el Gerente Responsable, que ya se han identificado sus funciones principales. En el siguiente escalafón y a la misma altura, se encuentran los demás cargos de mando; Suplente del Gerente Responsable (Jefe del departamento de aeronaves), el Responsable de Calidad (Jefe del Grupo de Ingenieros/Calidad) y el Responsable de Mantenimiento (Jefe de taller). Cada uno con unas funciones similares que se explican a continuación.

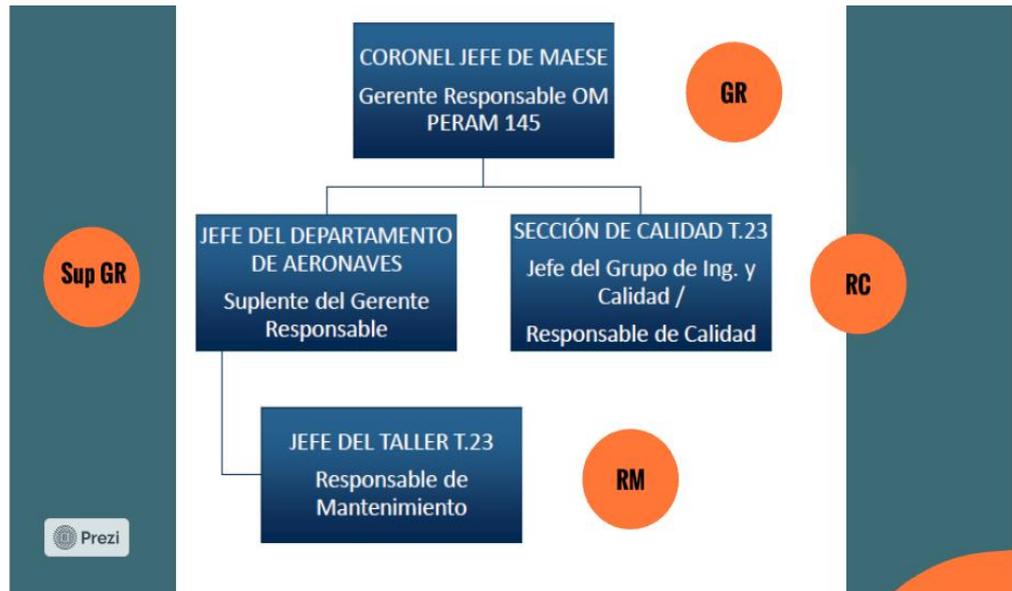
- Responsable de Calidad: Debe planificar y ejecutar el programa de auditorías de los procedimientos y de los productos. Emitir, renovar y retirar la Autorización de Certificación de personal de la OM en caso de que fuese necesarios. También es el encargado de la supervisión, coordinación y seguimiento de las acciones correctivas así como de establecer unos estándares de calidad para dicha organización.
- Responsable de Mantenimiento: Encargado en última instancia de liderar el equipo de trabajo encargado de las acciones correctivas como consecuencia de las auditorias y del seguimiento realizado por el sistema de calidad. En caso de déficits iguales o superiores al 25% de las horas de mano de obra disponibles en un mes debe notificar al Gerente Responsable y al Responsable de Calidad.

Existe un caso complejo que se basa en la falta de personal de apoyo y certificador en operaciones de mantenimiento en el extranjero. Si una aeronave se encuentra lejos de su base de operaciones con escasez de medios, la AAD permite que se establezca de manera singular que la propia tripulación (comandante y personal de vuelo) pueda llevar a cabo la acción correctiva que sea necesaria informando previamente tanto a los mandos, los cuales remitirán esta información por vía urgente al Gerente Responsable para que emita el certificado extraordinario.

Por otro lado y gracias a la similitud entre la EMAR y la PERAM si una aeronave se encuentra en un centro reparador distinto a su base principal y dentro de la zona europea, donde no se dispone de personal certificador adecuado, la organización podrá expedir una autorización de certificación extraordinaria que dictamina que:

*“Una persona con experiencia mínima de cinco años en mantenimiento y que posea una licencia valida especializada en aeronaves militares pueda desempeñar las labores de personal certificador siempre y cuando existan pruebas documentadas de que pertenece a una Organización de mantenimiento (civil o militar) adscrita a la normativa PERAM”*, en este caso se informara a la AAD en un plazo máximo de siete días.

A continuación se inserta un organigrama de manera que quede reflejado de manera visual los datos presentados en estos últimos epígrafes.



**Ilustración 5.** Organigrama de mando

#### 4.4 Aceptación de elementos

Se define un elemento como todos aquellos componentes que forman parte de una aeronave. Se hace una distinción en función del estado en el que se encuentran y se clasificaran en las siguientes categorías:

<b>ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>DEFINICIÓN DEL ELEMENTO</b>
<b>UTIL</b>	Objeto a estrenar, usado o reparado el cual se puede utilizar de manera apta para su cometido
<b>UTIL LIMITADO</b>	Artículo útil pero con caducidad de 6 meses
<b>UTIL A CUMPLIMENTAR CON O.T</b>	Pendiente de ser acreditado por una Orden Técnica que lo verifique
<b>PENDIENTE DE CLASIFICAR</b>	No se tienen datos a la fecha de uso, debe ser inspeccionado
<b>REPARABLE</b>	Su estado es el de NO UTIL pero puede ser reacondicionado si económicamente es viable
<b>INCOMPLETO</b>	Le faltan componentes, antes de ser usado debe ser completado
<b>NO CALIBRADO</b>	Considerados UTILES pero debido a la falta de uso deben ser certificados de nuevo según los Manuales y Ordenes Técnicas
<b>CONDENADO</b>	NO UTIL y no interesa reparar económicamente
<b>DADO DE BAJA</b>	NO APTO, debe ser desechado correctamente

**Tabla 2.** Elementos de mantenimiento. Fuente: elaboración propia con información de la Instrucción General Interna 70.8 (Material clasificado)

Existe otro apartado en este ámbito en el que se tratan las materias primas y los consumibles utilizados durante las labores de mantenimiento, cabe destacar que todos los materiales deben ir acompañados de documentación clara y relativa al material en cuestión, quedando reflejadas las especificaciones tanto del fabricante como del proveedor en caso de que hubiese que esclarecer responsabilidades legales.

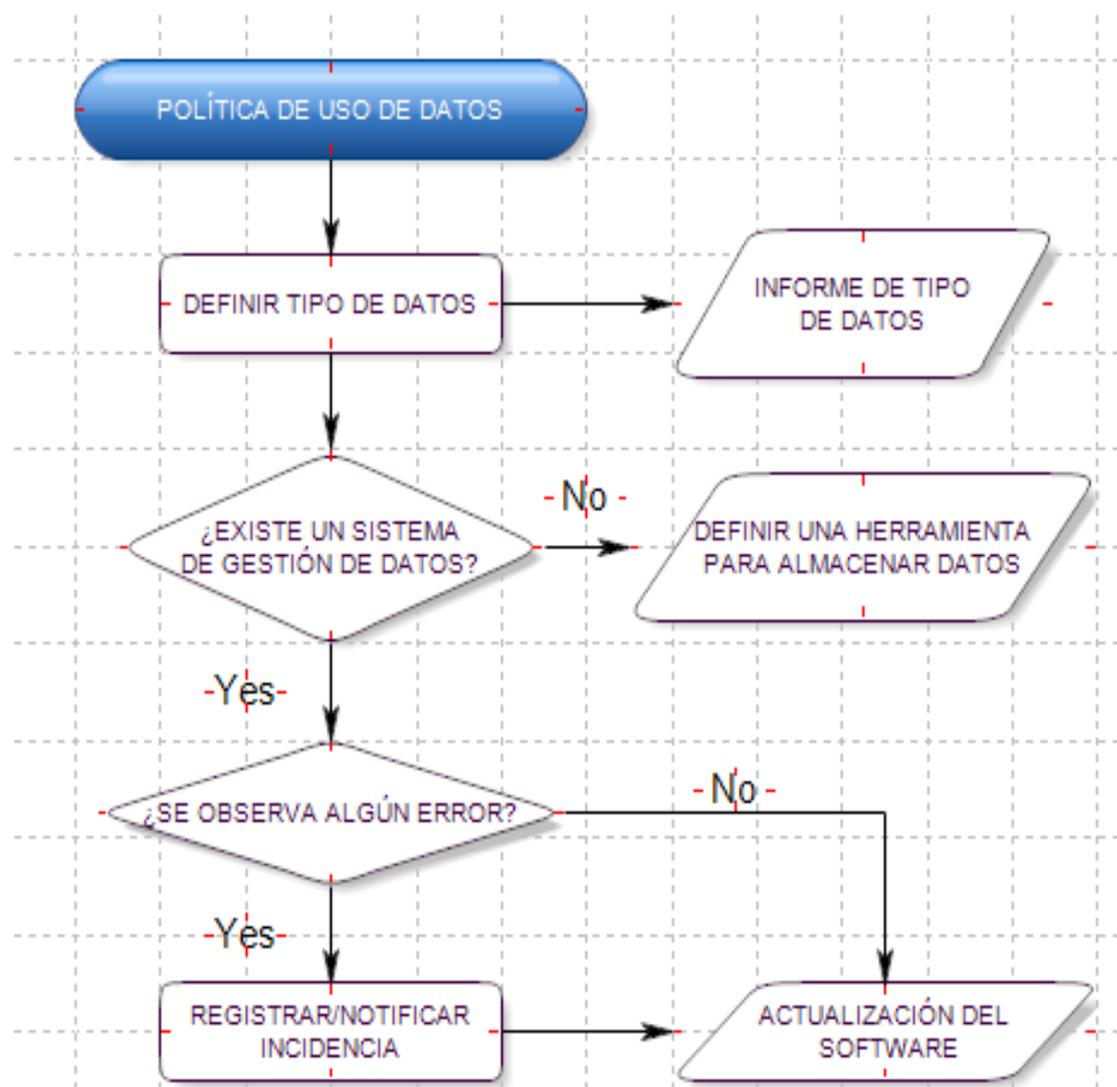
El fin último de la organización será alargar la vida de estos elementos de manera que el coste de las reparaciones aeronáuticas se minimice, es decir, si un elemento de la aeronave ha dado un fallo en cualquiera de sus revisiones la empresa debería anteponer la reparación del mismo antes de su sustitución. Esto se debe a que los costes de mantenimiento son menores que los costes de sustitución, ya que incurren en un aumento del tiempo de mantenimiento (es necesario pedir el elemento en caso de no existir stock), así como en costes de almacenamiento.

Por otro lado existirán ciertos casos donde la reparación del elemento será menos eficaz que la sustitución del mismo, en este caso se priorizara la rapidez en la sustitución del mismo al incurrimiento de costes.

#### **4.5 Datos de mantenimiento**

Al igual que los elementos los datos, quedan definidos como cualquier requisito, procedimiento, directiva de operación o cualquier información aplicable o emitida por la AAD, así como cualquier directiva de aeronavegabilidad o instrucción para el mantenimiento de la aeronavegabilidad emitida por titulares de certificados militares.

En la Organización se conservara y utilizara dichos datos de mantenimiento que sean aplicables para la realización de labores de mantenimiento incluyéndose las reparaciones y modificaciones. Estos datos deben quedar a disposición del personal de la organización para su uso o consulta, deben mantenerse actualizados y se establecerá un procedimiento que garantice que si se encuentra algún dato, instrucción, práctica o información inexacta esto quede registrado y notificado al autor para su modificación.



**Ilustración 6.** Tratamiento de datos

Es interesante destacar el sistema de referenciación de estos datos, se utiliza un sistema de tarjeteadas o fichas de trabajo que se usaran en cada departamento. En ellas deberá aparecer toda la información relativa a los datos de mantenimiento mencionados en el primer párrafo haciéndose referencia a la tarea o tareas de mantenimiento contenidas en dichos datos.

Dichas tarjeteadas podrán estar contenidas en una base de datos electrónica siempre y cuando posea las medidas de control y seguridad pertinentes para su correcta confidencialidad. Tras cualquier cambio en las mismas deberá seguirse el siguiente protocolo;

- Realizar una copia de seguridad de la base de datos en un plazo menor a 24 horas para que los datos de mantenimiento estén disponibles para el personal que lo requiera y correctamente actualizado.

Se sobreentiende que toda la información que se trata en el área de trabajo ha de tratarse como información confidencial o reservada, ya que está relacionada con el ámbito militar y por tanto es de carácter discreto.

## 4.6 Plan de producción

Es una de las partes más importantes para el correcto funcionamiento de la OM pues es necesario poseer un sistema adecuado a la cantidad y a la complejidad de los trabajos, para poder llevar a cabo una buena planificación de la disponibilidad del personal, materiales, herramientas e instalaciones que son necesarios para poder realizar todos los trabajos de mantenimiento en correctas condiciones de seguridad.

Dentro de la planificación deberá tenerse en cuenta los límites del rendimiento humano, intentando no asignar grandes cargas de trabajo al personal más cualificado; si no hacer una correcta distribución de las mismas de manera que todo quede repartido en los diferentes departamentos. Esto conlleva que en los cambios de turnos o de personal sea necesario un correcto flujo de transmisión de la información entre personal saliente y entrante.

Para desarrollar este procedimiento actualmente de manera correcta existen multitud de herramientas que los encargados de esta planificación (Project Managers) deben conocer. Actualmente se están implementando herramientas tales como los KPI's (Key Performance Indicators), Barcharts digitales que facilitan mucho las labores de distribución de la información de una manera rápida y ordenada. Estas miden distintitos aspectos como Safety (seguridad), Quality (calidad), Cost (costes), Delivery (entregas) and People (personal).

Deben centrarse en repartirlas de manera equitativa teniendo en cuenta que competencias se necesitan (en este caso que tipo de LMAM para poder acceder a las tareas), el personal que está disponible para desarrollarla, la prioridad que tienen las labores de manera que se ejecute una correcta secuencia de actividades lo más óptima posible.

## 5. PROCESO DE CONTROL DEL FLUJO DE INFORMACIÓN Y DATOS DE MANTENIMIENTO

### 5.1 Certificación del mantenimiento

Una vez completada las tareas de mantenimiento en una aeronave, como se ha comentado con anterioridad, esta recibe un CAS (Certificado de Aptitud para el Servicio) el cual será emitido por el personal certificador debidamente autorizado (aquel en posesión de una licencia de tipo C) una vez que el mismo verifique que todas las labores han sido correctamente realizadas. Lo que permite a la aeronave operar en vuelo, este CAS se emitirá previamente al vuelo y en el caso de que durante las labores de mantenimiento se encuentren nuevos defectos o las ordenes de trabajo se aprecien incompletas se pondrá en conocimiento de la Organización Operativa para poder llevar a cabo una modificación de la misma orden de trabajo e incluir las actividades necesarias para una correcta expedición del CAS.

En el caso opuesto, si la Organización no puede completar todo el mantenimiento necesario podrá emitir un CAS dentro de las limitaciones aprobadas de la aeronave y remitir el trabajo a otras organizaciones. Esto no debería ocurrir ya que se vería reflejada una falta de planificación por parte de la Organización, pero ha de contemplarse esta posibilidad.

A modo de experiencia personal, durante mi estancia en el departamento de Mantenimiento de Aeronaves en MAESE Sevilla, nos enfrentamos a un caso curioso. Un A400M expedido por Airbus D&S, comprado y operado por el Ejército del Aire vino a realizar una inspección periódica de 4 Años (4Y) donde se incluían ciertas pruebas en la pértiga de repostaje en vuelo situada entre las cuadernas FR3 y FR7 de la proa. Una semana antes del fin de esta parada técnica llego el momento de llevar a cabo la prueba de estanqueidad para asegurarse que en ningún momento (repostando o con la válvula cerrada) hubiese fugas de combustible en esta zona, considerada crítica por su cercanía a las turbohélices. Apareció un defecto, una pequeña grieta en la tubería de la misma que hacía que el combustible se filtrase pero sin llegar a salir al exterior del avión, al ser un defecto menor pero que incapacitaba al avión para realizar una de sus misiones principales y con la premisa de que el avión debía despegar en el plazo establecido hubo que emitir un certificado como el que se mencionaba en el párrafo anterior y terminar de realizar las reparaciones y pruebas funcionales en su base de destino, Letonia

Por otro lado, si la aeronave se encuentra en un lugar diferente a su base principal y no dispone del correcto certificado para un elemento necesario para la misma, se permitirá de forma temporal instalar un componente similar sujeto a la aprobación de la Organización Operativa. Este hecho será anotado en la documentación de la aeronave para retirarlo en el momento especificado por la dirección.

El fin último de emitir un CAS temporal para una aeronave desplazada es el objetivo de esta PERAM y de la creación de los centros de mantenimiento 145, de manera que se pueda llevar a cabo un mantenimiento en

cualquiera de sus fases sin necesidad de desplazar la aeronave a su hangar principal operativo y realizarlo allí,

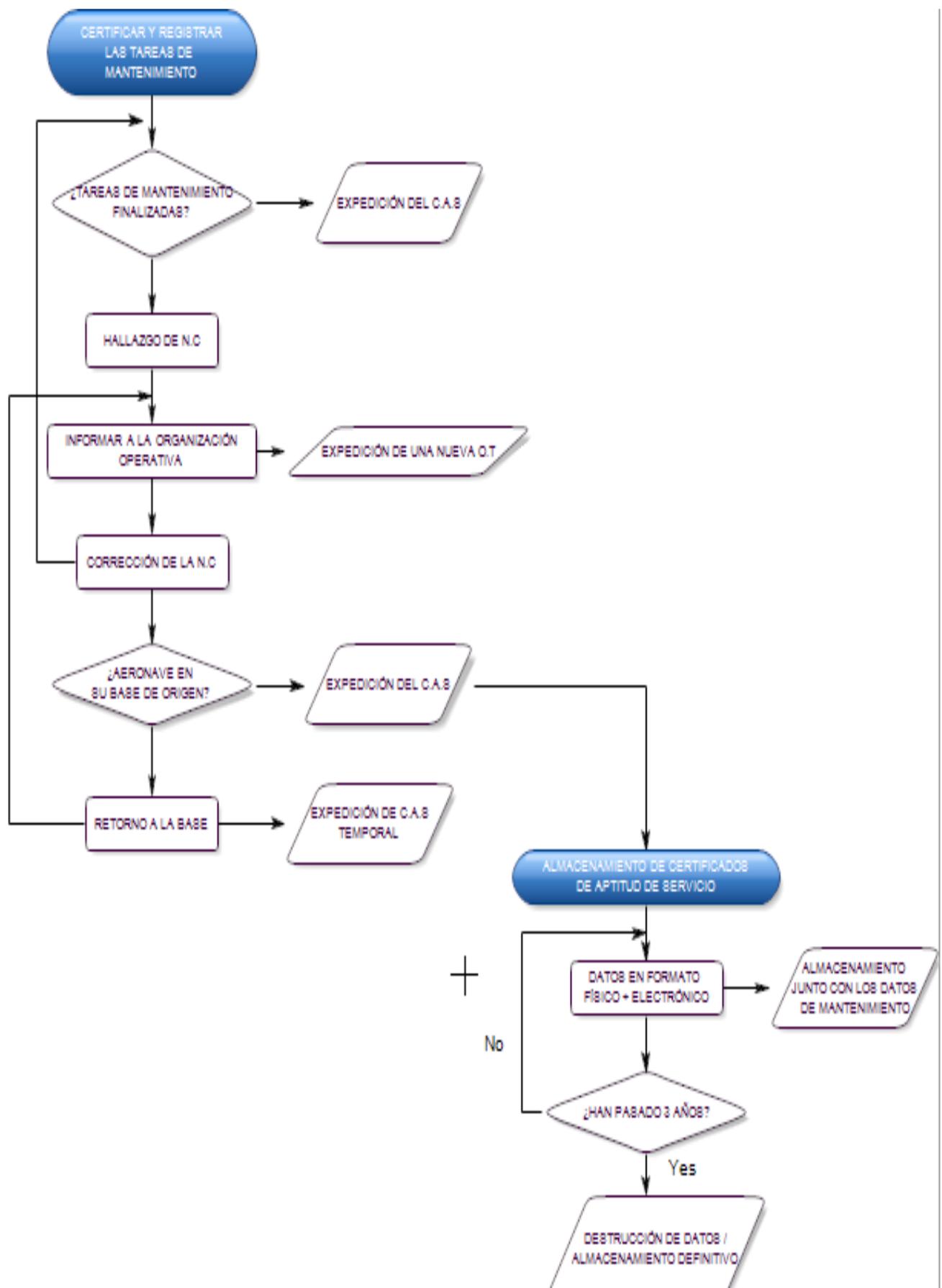
## **5.2 Registro del mantenimiento**

Al mismo nivel que el apartado anterior, se encuentra el proceso “Registrar el Mantenimiento” donde se especifica que se deberán guardar todos los detalles de los trabajos de mantenimiento realizados para que en caso de inspección por parte de la autoridad en materia de aeronavegabilidad competente poder demostrar que se han cumplido todos los requisitos necesarios para la emisión del CAS.

La Organización deberá guardar una copia de todos los registros del mantenimiento durante 3 años desde la fecha en que se clasificaron como aptos y se emitió el CAS de la aeronave. Estos deberán ser protegidos frente al daño o alteración de la información, así mismo, los soportes electrónicos en los que se realicen las copias de seguridad deberán ser almacenados en un lugar distinto al que contenga los originales, asegurando en todo momento que permanecen en buenas condiciones.

En el hipotético caso de que una organización aprobada en virtud de la PERAM en su parte 145, deje de actuar como tal, dichos registros de mantenimiento almacenados durante 3 años deberán ser distribuidos al personal responsable de la aeronave en cuestión para su correcto almacenamiento o destrucción.

Hay que realizar una fina separación entre los últimos dos procesos pero se debe mencionar que están altamente relacionados ya que uno es el paso previo al otro. De una manera más clara se puede observar en la siguiente figura



**Ilustración 7.** Certificación, registro y almacenamiento de datos

### 5.3 Informe de hallazgos

Será clave hacer una distinción de apartados dentro del informe de hallazgos en la aeronave. La notificación como tal y el proceso por el que se hace efectiva la notificación.

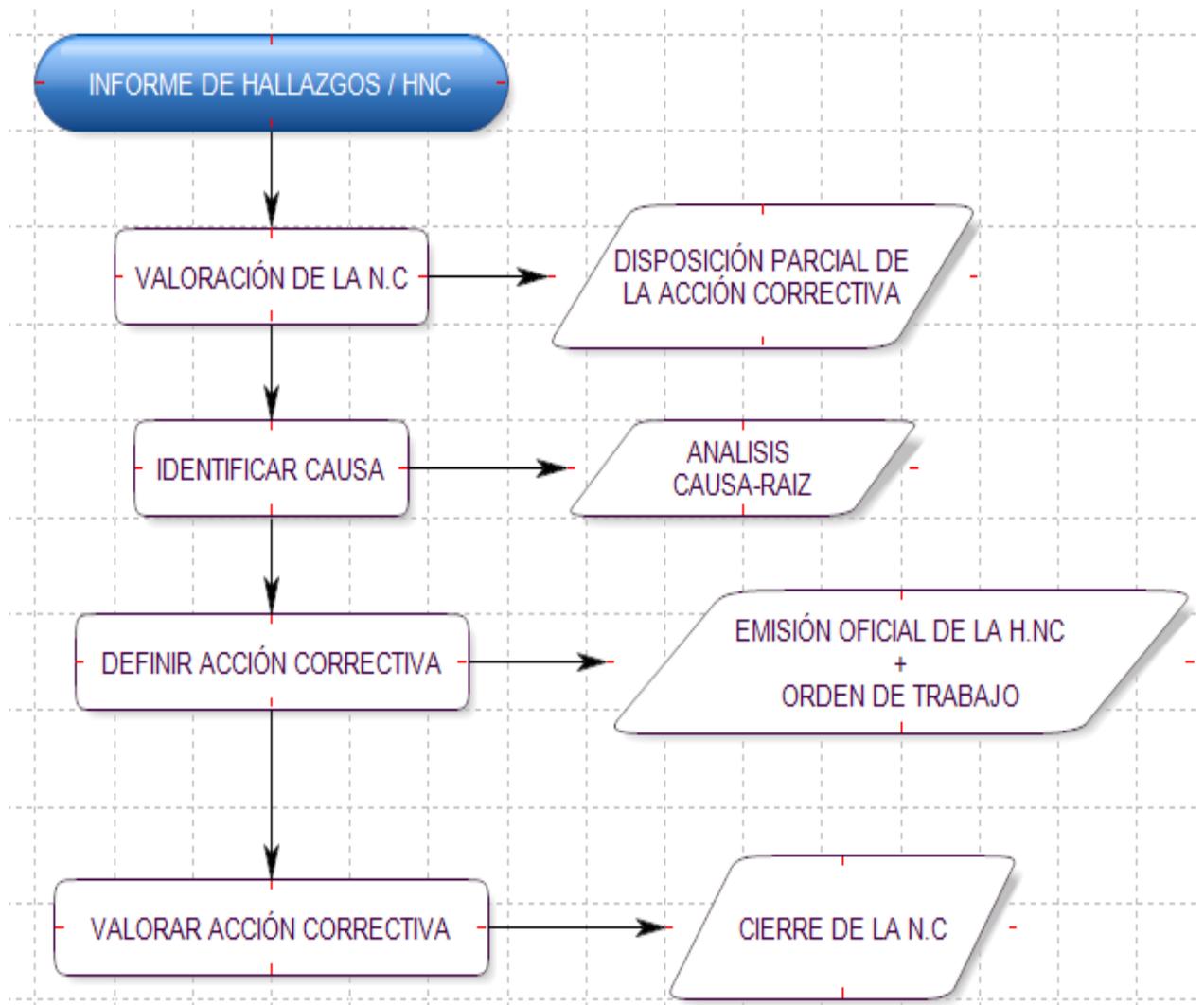
La manera correcta de informar a la AAD y a la Organización Operativa responsable de diseñar la aeronave o cualquier elemento que forme parte de la misma será, la emisión de una orden de trabajo con las actividades correctivas necesarias para cualquier circunstancia que pueda causar una situación de inseguridad o poner en peligro la seguridad en vuelo de la aeronave. Como se ha mencionado previamente en el apartado 4.1 del presente trabajo, la orden de trabajo es emitida por el personal responsable de algún departamento de mantenimiento en función del área afectada del avión (aviónica, propulsión, materiales compuestos...), es ejecutada por el operario encargado de la tarea y este tiene el deber de completarla con el trabajo realizado así como con cualquier observación que aprecie. En caso de no poder llevar a cabo la acción correctiva también debe indicarlo en dicha orden.

Para ello se establecerá un sistema interno de notificación de hallazgos o no conformidades en el que se identificaran las acciones correctivas necesarias, las tendencias adversas así como la información relacionada con los hallazgos. Esto quedara reflejado en el MOM (Manual de la Organización de Mantenimiento), el cual se introducirá en un capítulo posterior debido a su gran relevancia.

Estos informes deberán ser emitidos en un plazo de 72 horas desde el momento en el que se detecta la circunstancia que se hace referencia en el informe.

Existen dos niveles de hallazgos en función de la gravedad de los mismos, siendo la manera de proceder por parte de la organización similar.

- 1) Identificar la causa de la no-conformidad.
- 2) Definir un plan de acción correctiva.
- 3) Demostrar la implantación de la actividad correctiva para la aprobación de la AAD



**Ilustración 8.** Proceso de informe de hallazgos

Los niveles mencionados son:

- **Nivel 1:** Incumplimiento significativo de los requisitos establecidos que conllevan una reducción del estándar de seguridad y pone en peligro la seguridad en vuelo (fallo en el sistema de ventilación de los conductos de respiración)
- **Nivel 2:** Incumplimiento significativo de los requisitos PERAM 145 que pudieran reducir el estándar de seguridad y pudiera poner en serio peligro la seguridad en vuelo (un fallo en las turbinas del avión)

## 5.4 Seguridad y calidad

Cada Organización de mantenimiento una vez que está certificada creará y promoverá su propia política de calidad y seguridad, la parte común al resto de organizaciones, es que esta debe quedar reflejada en el ya mencionado MOM.

Desde el punto de vista de la seguridad en la OM se establecerán una serie de procedimientos (siempre en consonancia con lo que dictamina la AAD) que tendrán una respuesta clara ante el factor y el rendimiento humano, para así, garantizar buenas prácticas en los procedimientos de mantenimiento.

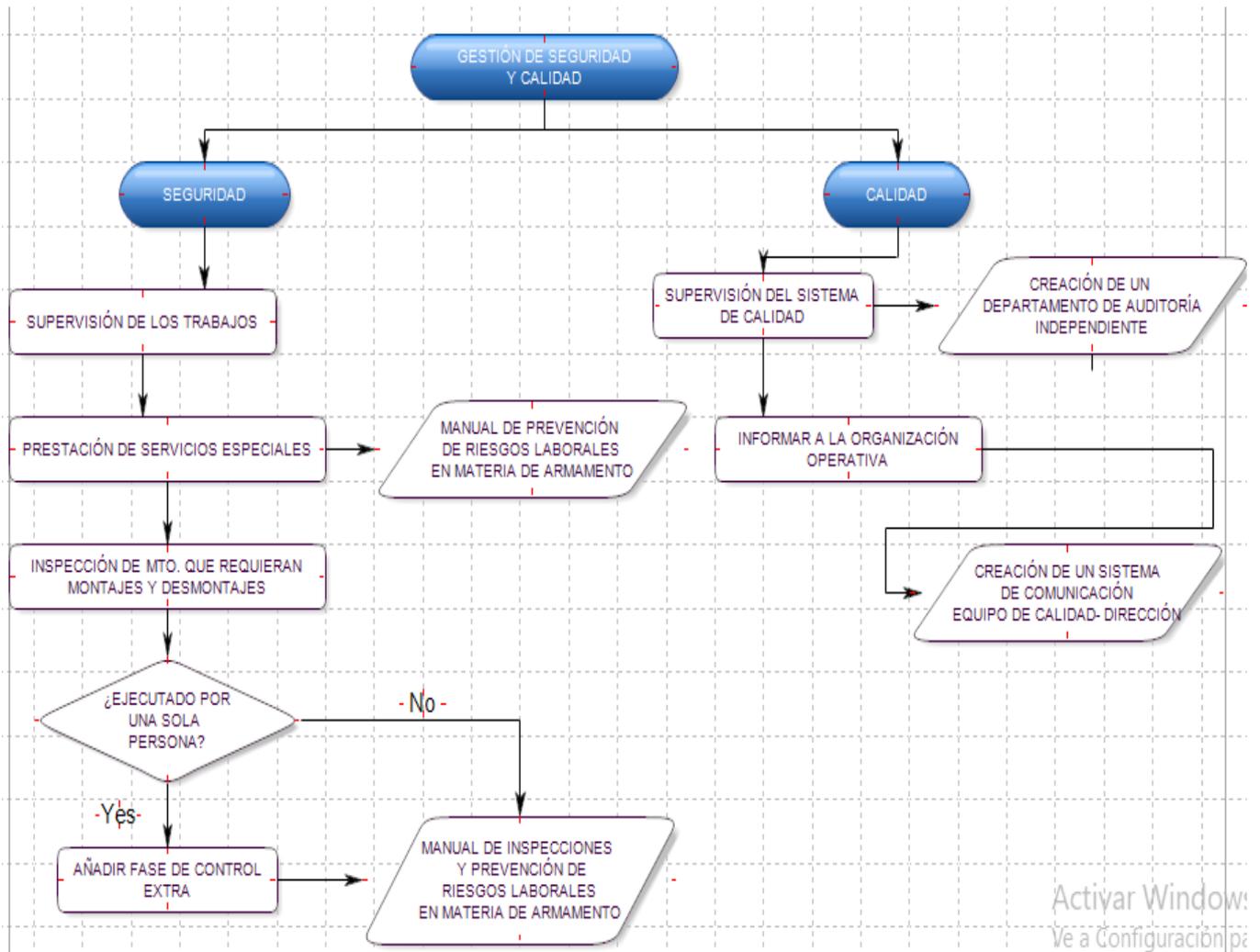
Esta manera de proceder incluye todos los aspectos referentes a la actividad de mantenimiento, así como la supervisión y prestación de servicios especializados como podría ser la puesta a punto del armamento de la aeronave en el que se debe minimizar el riesgo para así evitar fallos múltiples. Más allá de promoverse una buena política en materia de prevención de riesgos laborales, un entorno laboral seguro se traduce en una mejora de la productividad.

Una manera de solucionar este inconveniente es que la organización se asegure de que una sola persona no sea la encargada de llevar a cabo una inspección de mantenimiento que conlleve el montaje o desmontaje de varios elementos del mismo tipo instalados en la misma aeronave, sino que dicha tarea sea llevada a cabo de manera grupal para así poder detectar errores múltiples.

En el hipotético caso de que no exista personal suficiente y sea necesario que dichas tareas sean llevadas a cabo por un solo operario, se incluirá una fase extra del trabajo por parte de esa persona tras la realización de la misma para comprobar que todo está correcto.

En cuanto al sistema de calidad, para supervisar que se cumplen las normas aplicables a las aeronaves y los elementos de la misma se crearan departamentos de auditoria independientes que certifiquen que se están llevado acabo de manera correcta. Es de obligado cumplimiento estar en posesión de un sistema para comunicar información relativa al departamento de calidad entre las personas o en última estancia al Gerente Responsable de manera que se garantice que se adoptan las medidas correctivas necesarias. Dicha información/documentación debe estar a disposición del personal para que se conozcan los procedimientos de actuación.

En ambos casos la organización se encargara de crear dos departamentos, la división de tareas hace que funcione mucho mejor un sistema de trabajo



**Ilustración 9.** Proceso de aseguramiento de seguridad y calidad

## 6. MANUAL DE LA ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO (MOM)

El Manual de la Organización de Mantenimiento es el documento que contiene el listado de material que especifica el alcance de los trabajos que se van a desarrollar en la organización y para los que se solicita aprobación, de manera que se demuestra que dicha organización cumple con lo dispuesto según la normativa PERAM 145. Dicho manual debe poseer los siguientes contenidos especificándose al detalle cualquier apartado que pueda inducir a error.

- 1) Declaración jurada y firmada por la autoridad competente al cargo de la organización de que este MOM y cualquier documento asociado cumple con la normativa PERAM 145.
- 2) Política de calidad y seguridad de la Organización tal y como se referencia en la subparte PERAM 145.A.65
- 3) Nombre completo así como cargo que poseen las personas designadas por la AAD para dirigir la organización quedando especificado sus funciones, derechos y obligaciones.
- 4) Organigrama en el que se refleje las relaciones de responsabilidad existentes entre el personal.
- 5) Listado de personal certificador y de apoyo con sus corrientes certificados y licencias de manera que se pueda comprobar en cualquier momento la veracidad de la misma o si fuera necesario requerir su actualización.
- 6) Descripción general del departamento de Recursos Humanos.
- 7) Descripción general de todas las instalaciones disponibles así como su ubicación y dirección, esto deberá ser incluido en las lista de certificados aprobados por la Organización
- 8) Descripción del alcance de los trabajos distribuidos por departamentos, de manera que quede claro cuáles son las tareas asociadas a cada taller.
- 9) Procedimiento de notificación de cambios así como de transmisión de información. Actualmente el más utilizado es el SL2000.
- 10) Listado de Organizaciones Operativas así como de subcontratas que ayuden en las labores de mantenimiento de aeronaves o relación de elementos.
- 11) Listado de estaciones en línea operativas
- 12) En relación a las posibles modificaciones del MOM cuando sean necesarias para su correcta actualización:

- a. Estará permitido realizar modificaciones menores a través de un procedimiento denominado Aprobación Indirecta
- b. Toda corrección o actualización en la normativa EASA 145 quedara reflejada a su vez en este MOM debido al carácter similar que poseen. En el ámbito del mantenimiento europeo se utiliza dicha norma mientras que en el ámbito militar español se utiliza la ya conocida PERAM 145

Algunos de los apartados mencionados en esta introducción al MOM han sido explicados en mayor profundidad a lo largo del presente trabajo, es por ello y debido a que cada Organización de Mantenimiento (adscritas a la PERAM 145, o no) tiene una manera de proceder distinta, pero similar en cuanto a manera de agrupar sus departamentos, que no se hará una profundización en la manera de proceder de esta organización (MAESE Sevilla)

## **7. PROCESO DE AUDITORÍA PARA LA OBTENCION DEL RECONOCIMIENTO COMO ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO ADSCRITA A LA NORMATIVA PERAM145**

El último paso que debe dar cualquier organización de mantenimiento militar que quiera ser reconocida en virtud de esta PERAM y quiera operar como tal deberá pasar un último cribado, el proceso de auditoría, donde se examinara que cada apartado que se ha mencionado en este trabajo cumple con la normativa vigente.

En ciertos casos será necesario actualizar y llevar a cabo las acciones correctivas necesarias para que esta organización se encuentre al día, y en otros casos deberá implantarse aquella actualización necesaria para que en virtud de la norma esta organización funcione de manera correcta. A este proceso se le denominara Auditoria de Calidad de la Organización y estará dividido en varios apartados.

- Auditoria Interna de Producto
- Auditoria Interna de Sistemas
- Auditorías Internas de Procesos

Para todas ellas se designara un grupo auditor así como un responsable del mismo el cual elaborara el denominado Plan de Auditorías Internas donde se hará referencia a todo el material necesario así como los detalles de la prueba. Existe un formato de documento denominado MASCAL 073 donde se refleja de manera clara las intenciones de esta auditoría.

Estas tienen un carácter anual, quedando expuestas a lo que se conoce como plan de revisión de la Jefatura, que consiste en revisar que todo está correcto una vez al año como mínimo. Para este proceso, igual que para el anterior ( auditoría interna), es necesario cumplimentar por el equipo auditor un documento, en este caso MASCAL 070, donde queda constancia de que subparte se está auditando, que tipo de auditoría se lleva a cabo así como la fecha y el equipo que ha trabajado en ella. Estas auditorías pueden ser revisadas a lo largo del año en curso para incluir nuevos procesos de audición o modificar las fechas previstas para la realización de las mismas. El fin último es asegurar que en un momento dado en el que la AAD o algún elemento asociado requiera de información acerca de alguno de los procedimientos, servicios o productos estos puedan ser vistos con la mayor transparencia posible.

### **7.1 El equipo auditor**

El personal necesario para llevar a cabo una auditoría está formado por un equipo el cual, junto con la Sección de Calidad de la organización auditada se encargara de llevarla a cabo.

Este equipo será seleccionado por el Responsable de Calidad de la organización y deberá ser aprobado por el Gerente Responsable.

Todo aquel que forme parte de este equipo deberá estar cualificado de manera correcta y actualizada, siendo requisitos mínimos:

- Demostrar los conocimientos técnicos aprendidos en el curso de formación PERAM145 así como haber realizado la prueba de refresco en caso de que dicho curso se realizase hace 2 años.
- Dichos auditores deberán ser imparciales, por lo que nunca auditaran su propio trabajo para evitar que se considere que emplean un criterio subjetivo.

Es decir, el encargado de comprobar el estado de calidad de la sección de motores de una aeronave, no podrá formar parte del equipo auditor que chequea que las labores de mantenimiento así como los estándares de calidad para la sección de motores se cumplen de manera correcta.

En ciertas ocasiones y debido a la falta de personal, se decide subcontratar ciertas empresas para que lleven a cabo esta labor. Cabe destacar Aeroprof, especialistas en este tipo de labores así como de Consultoría

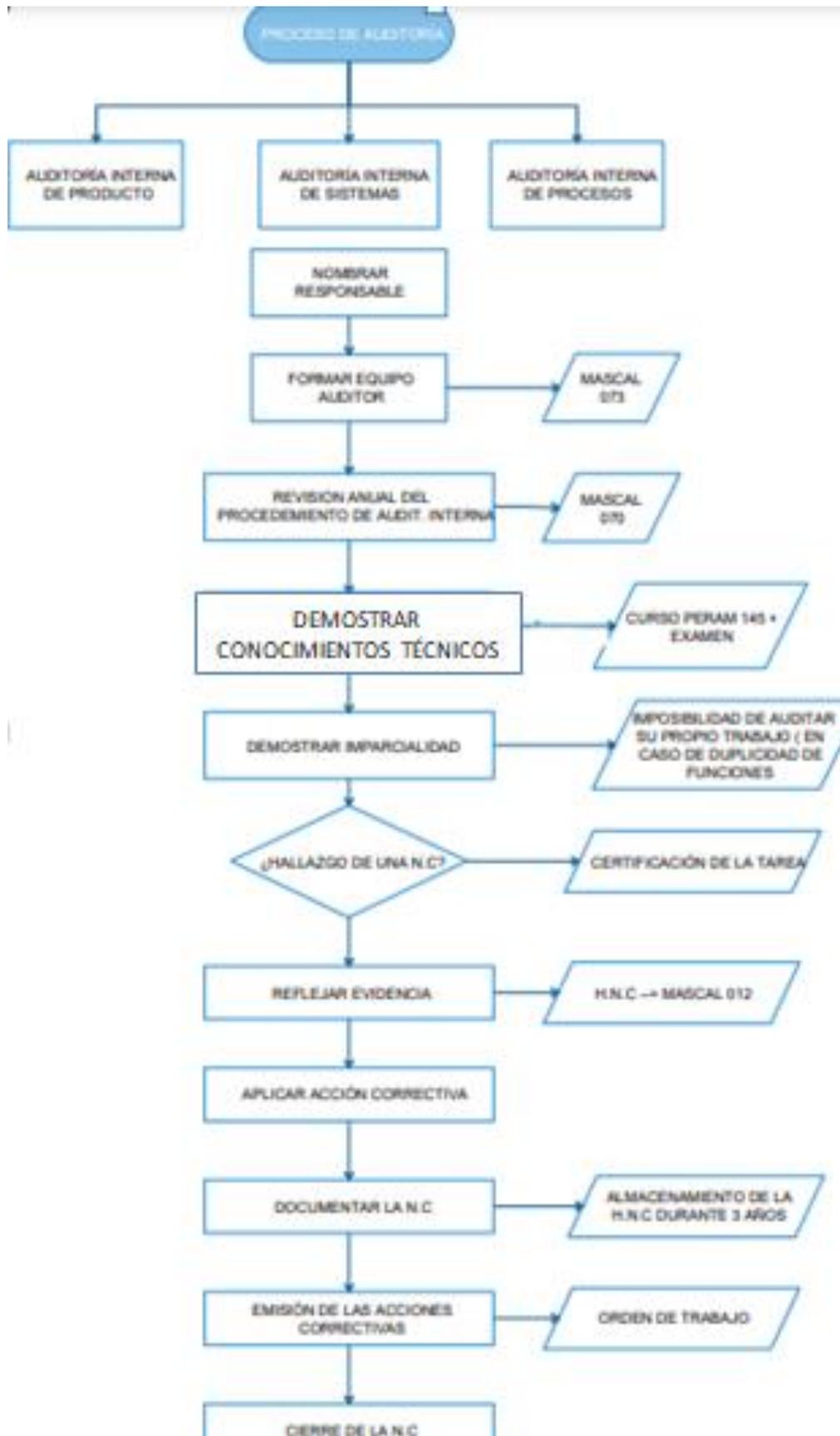


Ilustración 10. Proceso de auditoría

## 7.2 Hoja de no conformidades (HNC)

Durante el proceso de auditoría, los hallazgos que se encuentren por parte del equipo auditor quedaran reflejados en lo que se conoce como *Hoja de No Conformidades* (MASCAL012), la cual contendrá todas las evidencias escritas relacionadas con las auditorías internas o con los defectos que se hayan encontrado durante las reparaciones.

Dicho formato de documento, deberá ser almacenado de manera correcta como se ha visto anteriormente, durante un plazo de 3 años, de manera que estará accesible a todas las personas afectadas o la dirección. Este periodo no es casualidad, sino que hay ciertos hallazgos de suma importancia que conllevan un elevado coste en tiempo y recursos por lo que su reparación o sustitución lleva asociado un largo proceso.

En caso de ser necesarias cierta actividad correctiva, una vez cumplimentada la HNC, el Auditor Jefe junto con el departamento de Ingeniería de Fabricación se encargara de aprobarlas y establecer un plazo de ejecución adecuado en función de su gravedad, así como de los recursos disponibles.

En cuanto al formato MASCAL012 destacar que es el documento en el que se ven reflejadas aquellas no conformidades que pueden detectarse en la organización de mantenimiento como consecuencia de:

- Actividades de auditorias
- Actividades productivas de MRO
- Envío de materiales a una Unidad Aérea usuaria
- Recepción de quejas o reclamaciones de cliente o del usuario, siempre que la causa sea debida a algún incumplimiento por parte de la OM.
- Actividades de manipulación, almacenamiento, embalaje y conservación de materiales, elementos, consumibles o productos finales.

En función del material afectado, el proceso por el cual apareció la No Conformidad, el alcance de la misma así como las repercusiones del hallazgo podrán dividirse en:

- No conformidades menores: Aquellas que sean solo simples modos de fallo cosméticos, siempre que no implique la emisión de cambios o modificaciones por parte del taller, actividades de mantenimiento o reparaciones que impliquen de manera directa al departamento de Ingeniería (diseño, calculo estructural, etc.).

Por ejemplo, en el timón de cola, el emblema que representa a la unidad a la que pertenece una aeronave ha quedado dañado debido a las inclemencias meteorológicas, se aprecia una pequeña falta de pintura debido a una granizada.

- No conformidades mayores: Aquellas que impidan el cumplimiento específico y principal de un sistema de armas o que posean riesgo importante con repercusiones económicas u operativas. También se consideraran NC mayores aquellos hallazgos que generen un impacto en la fiabilidad o mantenibilidad del sistema.

En este caso no es necesario que sea un modo de fallo tan grave como la falla del sistema de ignición de motores o la no rotación de una pala de la hélice, basta con que durante las reparación, al mover el avión de un punto a otro del hangar, se haya golpeado con una grada de trabajo el fuselaje, esto genera una rotura de la piel del mismo siendo necesario una reparación en la que intervenga ingeniería para dar disposición de los tratamientos necesarios y para verificar que no hay daños estructurales que comprometan la seguridad en vuelo.

Una vez definido el alcance de las no conformidades el procedimiento para tratarlas está basado en las siguientes actividades:

- 1) Detección de la NC, que será documentada en la HNC.
- 2) Emisión de las actividades correctivas para reparar el daño.
- 3) Implementación e implantación de la disposición, es decir, que quede reflejado, documentada y correctamente almacenado la acción correctiva que se ha llevado a cabo.
- 4) Cierre de la NC siempre y cuando la disposición se haya llevado a cabo de manera correcta y se hayan realizado las pruebas pertinentes.

La detección de una NC puede ser realizada por cualquier integrante de la organización de mantenimiento y debe ser documentando a la sección de calidad de inmediato para solventarlo cuanto antes. Se abrirán tantas HNC como irregularidades hayan sido encontradas, en caso de dudas respecto al incumplimiento y su alcance se deberá someter a las pruebas pertinentes cualquier elemento o sistema para determinar de forma clara el alcance de este hallazgo.

Este es un apartado común para cualquier organización de mantenimiento, ya que las HNC son la manera más efectiva de reflejar que se ha encontrado un hallazgo y la manera más rápida de plantear una acción correctiva.

A continuación se presenta un ejemplo de HNC en su formato oficial pero sin información, para respetar los estándares de confidencialidad.

La manera de rellenarla es muy intuitiva por lo que no se hará una descripción del procedimiento para hacerlo.

	<b><u>HOJA DE NO CONFORMIDADES</u></b>		EDICION ACUMULADA	
			A B C D E F G H I J	
1. HNC Nº /		2. FECHA / /		3. PÁG DE
4. INICIADO POR:	5. SELLO / FIRMA	6. DESIGNACION DEL ELEMENTO / PROCESO		
7. Nº ORDEN DE TRABAJO	8. P/N	9. N/S		
10. DETECTADO EN:	11. DEPENDENCIA AFECTADA	12. CATEGORIA MAYOR <input type="checkbox"/> MENOR <input type="checkbox"/>		
13. DESCRIPCIÓN:				
14. CAUSA RAIZ:				

15. DISPOSICION: (ACCION CORRECTIVA: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ; N° AC / ) (CONCESION: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ; N° / )						
DECISION SOBRE MATERIAL	REPARAR	DEVOLVER	REPASAR	USAR	INUTIL	OTRA: INDICAR
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. OBSERVACIONES						
17. RESPONSABLE DISPOSICIÓN			NICA/VERIFICADOR <input type="checkbox"/>		IRM <input type="checkbox"/>	
NOMBRE Y FIRMA/SELLO					FECHA: / /	
NOMBRE Y FIRMA/SELLO					FECHA: / /	
18. IMPLEMENTADA DISPOSICIÓN NOMBRE Y FIRMA/SELLO					FECHA: / /	
19. CONFORME NOMBRE Y FIRMA/SELLO					FECHA: / /	

MASCAL.012 – ADO 19

**Ilustración 11.** Hoja de No Conformidades MASCAL012

# SECCIÓN 3

---

## MEMORIA DE LAS PRÁCTICAS EN M.A.E.S.E REALIZADAS POR EL ALUMNO

El presente trabajo de fin de grado ha sido fruto de la investigación y del desempeño realizado durante tres meses en la Maestría Aérea de Sevilla, concretamente en la factoría de San Pablo. El personal militar que allí trabaja en consonancia con el personal de Airbus Military lleva en dicha factoría el mantenimiento de varias aeronaves entre las que cabe destacar el nuevo A400M o las aeronaves-escuela donde los pilotos en formación de la Academia General del Aire utilizan para su formación, Echo 26 *Tamiz*.

Entre las labores que desempeñan se encargan de realizar tanto el mantenimiento en base como el mantenimiento en línea de los aviones, inspecciones periódicas 4Y y 8Y, así como cualquier trabajo de mantenimiento, reparación o sustitución de elementos que sea necesario.

El proyecto en el que nos embarcamos era la certificación por parte de la organización para implantar la metodología PERAM 145 sustituyendo a la EMAR 145, bastante similares entre ellas pero con alguna salvedad.

Durante las primeras semanas la adaptación consistió en acceder y familiarizar con toda la normativa vigente así como aquella que se quería implementar en la organización, con el fin de tener una visión periférica del entorno de trabajo.

Dentro del equipo del que pase a formar parte había personal del departamento de Mantenimiento y Calidad ambos encargados de los procesos necesarios para que las aeronaves se entregaran según la fecha acordada y con los estándares de calidad exigidos. La información relativa al mantenimiento del A400M debido a su reciente lanzamiento al mercado es todavía información tratada como confidencial, por lo que no se me permite explicar nada acerca del mismo. Sin embargo a continuación se hará un resumen de las competencias en mantenimiento asignadas a la Maestría para la aeronave E-26, de manera que se ofrece una visión más cercana del trabajo que realizamos allí.

Se crean dos tablas-resumen de manera que se vea las diferencias de mantenimiento entre la revisión de 700 horas de vuelo y la revisión de 1400 horas.

REVISIÓN PERIODICA 700 HORAS DE VUELO	
COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
MOTOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de los tubos de escape por posibles grietas, filtraciones o desgastes.</li> <li>• Revisión de la bancada del motor mediante END</li> <li>• Revisión de los cuadros de mando del motor así como las cazoletas de amarre</li> <li>• Inspección mediante END pernos de amarre del motor</li> </ul>
TREN DE ATERRIZAJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión mediante END pernos y bujías de la articulación del tren principal debido a desgastes o grietas</li> <li>• Revisión mediante END la horquilla, candado y soportes del tren de proa y principal</li> </ul>
CONTROLES DE VUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de los terminales de cables y barras así como los orificios y pernos</li> <li>• Revisión de rodamientos y descansos accesibles</li> <li>• Revisión de las fijaciones de amarre de los bastones de mando de ambas cabinas por seguridad de instalación</li> </ul>
SISTEMA ELECTRICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del sistema eléctrico desde la fuente generadora a cada componente eléctrico</li> <li>• Revisión del sistema de arranque así como prueba de enganche positivo del piñón</li> </ul>
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontaje de los estanques de combustible e inspección de los mismos</li> <li>• Calibración de los indicadores de combustible con depósitos llenos/vacíos</li> </ul>
SISTEMA DE INSTRUMENTOS	Mismo procedimiento que para el sistema eléctrico

CONJUNTO DE LA AERONAVE

- Decapado y pintura
- Pesado
- Control geométrico
- Sustitución de elementos estructurales dañados

**Tabla 3.** MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTE A LAS 700 HORAS Fuente. Elaboración propia a partir de OTE 1E-26-6 (requisitos de inspección y mantenimiento programado)

Por otro lado, una vez que la aeronave cumple las 1400 horas de vuelo se le deben realizar otras comprobaciones antes de que siga operando.

REVISION CORRESPONDIENTE A 1400 HORAS DE VUELO	
COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
ESQUELETO O CÉLULA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección radiográfica en la zona de unión del ala</li> <li>• Control geométrico</li> <li>• Inspección con END en las zonas de unión de los estabilizadores del fuselaje</li> <li>• Revisión de pernos de amarre de los estabilizadores tanto horizontal como vertical</li> <li>• Inspección con END en la unión de las costilleras traseras del ala</li> </ul>
SISTMAS DE COMUNICACIÓN Y NAVEGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontaje/montaje de antenas e inspección por grietas, abolladuras, humedad, etc.</li> </ul>
ENTREHUECOS DEL FUSELAJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza del fuselaje interior con el piso de las cabinas desmontado</li> <li>• Revisión del piso de ambos compartimientos de la cabina y reparación de defectos por corrosión, daños, abolladuras, etc.</li> </ul>
AERONAVE EN CONJUNTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución de elementos estructurales dañados</li> <li>• Decapado y pintado de la aeronave</li> <li>• Control geométrico</li> <li>• Pesado</li> </ul>

**Tabla 4.** Revisión de Mantenimiento de 1400 horas. Fuente: Elaboración propia a partir de OTE 1E-26-6 Requisitos de

## inspección y mantenimiento programado

Como Ingeniero de Organización Industrial con una mención en Sistemas de Producción el fin último de mi labor allí consistía en intentar implementar una mejora en la consecución de los objetivos mediante un abaratamiento del proceso así como una reducción de los tiempos de mantenimiento.

Amas se verían reflejadas como un aumento de la productividad y de la eficiencia de la organización, debido a la falta de tiempo y al corto periodo que estuve allí no me fue posible llevar a cabo una mejora sustancial de lo mencionado. Sin embargo mi mayor aportación fue proponer un sistema digitalizado conectado al avión durante su fase de vuelo, de manera que cualquier defecto que aparezca sea directamente reportado al centro de mantenimiento para que vayan preparando las acciones correctivas necesarias así como el material necesario para solucionarlo.

A simple vista, esto parece un hecho trivial, pero hay ciertos transbordos aéreos como por ejemplo la ruta Colombia-Portugal-Sevilla la cual son aproximadamente dura unas 15 horas de trayecto. Si durante la ruta se detecta un error en el sistema hidráulico (partiendo de la base de que no es un fallo grave que comprometa la seguridad en vuelo) el operario encargada de decepcionar la aeronave se pone en contacto con el centro suministrados y pide la pieza de repuesto así como empieza a preparar el material necesario para su montaje/desmontaje y correcto etiquetaje/descamamiento se incurre en una disminución del tiempo de mantenimiento, es decir, aumenta la operatividad de la aeronave y se permite dar más carga de trabajo a la organización

A fecha de hoy, se puede decir con orgullo que la Maestranza Aérea de Sevilla ha conseguido finalmente y después de un largo proceso de auditoría, la certificación como OM.PERAM145.

Como ya se conoce esta certificación se otorga después de mucho trabajo y esfuerzo por parte de todo el personal que ha trabajado y que trabaja en esta misión. Las capacidades ahora de este centro reparador aumentan hasta el punto en el que ahora son capaces de realizar mantenimientos para los aviones escuela del Ejército del Aire y el avión militar de transporte A400M para la flota española así como para cualquier aeronave que este registrada en el espacio aéreo europeo.

# CONCLUSIONES

---

Para dar por concluido el presente documento se resaltan aquellos hitos que se consideran más importantes así como una discusión general de las ideas principales.

A lo largo de la primera sección el objetivo consiste en dar al lector una visión general e introductoria al mundo de la aviación para así poder entrar en materia después. Conocer los hitos más importantes de la aviación de nuestro país es imprescindible para entender de donde surge la necesidad.

Tras haber expuesto todo el proceso de validación de una Organización de Mantenimiento, los requerimientos necesarios y los diferentes procesos que llevan a la consecución del objetivo; podemos afirmar que este flujo de actividades son reales, necesarias y conseguibles ya que como podemos leer en diversos artículos de la prensa, durante el mes de Julio del presente año 2022, la MAESE consigue después de un largo proceso de auditoria la acreditación como Organización de Mantenimiento adscrita a la normativa europea PERAM145.

Es por ello que el objetivo de este TFG se ha cumplido de manera satisfactoria, lo que significa un gran logro personal al haber formado parte de esta organización y de todo el proceso. En relación a esto último, me gustaría agradecer al Capitán José María Tosar su consejo, su ayuda y su constante flujo de información que han sido de vital importancia para recavar todo lo necesario para el desarrollo de este trabajo. Destacar también varios factores que han limitado la profundidad en este documento. El principal podría ser el tiempo debido a que mientras se recababa la información necesaria para la redacción (periodo estival de Junio y Julio de 2021) se estaban realizando las prácticas curriculares necesarias para cubrir el expediente.

Una vez terminadas, surge la oportunidad de realizar un Master de la Universidad de Sevilla en consonancia con Airbus Defence & Space lo que vuelve a limitar el tiempo del que se dispone para continuar con este documento. A su vez, consigo acceder a una oferta laboral en esta misma empresa en el departamento de Manufacturing Engineer-MRO for Light and Medium Transport Aircraft en las instalaciones de San Pablo Sur lo que me acerca mucho más al sector de la aeronáutica y me permite ver aplicaciones reales de lo estudiado hasta la fecha, así como, trabajar en una Organización de Mantenimiento que ya poseía la certificación PERAM 145 por lo que se adquiere más conocimiento acerca de la misma y se observa de primera mano la manera de trabajar de la organización, pero esta vez desde la parte civil ya que Airbus es una empresa categorizada como civil pero que realiza trabajos para organizaciones militares (principio básico de la PERAM145).

Otra limitación que se ha encontrado ha sido la trata de información categorizada como clasificada, es por ello que en la bibliografía existen ciertas carencias así como en ciertos párrafos donde no se hace referencia a ninguna norma, texto, instrucción general o procedimiento interno. Ya en el propio documento se explica cómo se debe tratar dicha información, motivo de más para seguir con dicha metodología a la hora de la redacción del documento.

Para dar por concluido este apartado se hace ver una sugerencia o futura aplicación posible de este trabajo.

Sería interesante, una vez que se conoce el proceso de gestión del mantenimiento, hacer un listado de las operaciones que allí se realizan así como de todos los procesos paralelos (trámites burocráticos, expedición de licencias, etc.) para realizar una secuenciación de los mismos y plantear un modelo de optimización que resulte en una reducción de costes o de tiempo de procesos , ya que es clave reducir los recursos necesarios a la hora de realizar un mantenimiento (en este caso preventivo) a fin de maximizar los beneficios reduciendo costes operativos.

# REFERENCIAS

---

1. Evaluación del aeroplano de los hermanos Wright. (2020) <https://ruizhealytimes.com/eduardoruizhealy/de-1908-los-hermanos-wright-patentaron-el-aeroplano-2/>
2. Los aeroplanos del pueblo Álvaro Fernández-Matamoros Scott: piloto de Junkers y Fiat 50 Aniversario de los F-104 G en Torrejón. (2015) [https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/a/e/aeroplano\\_33.pdf](https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/a/e/aeroplano_33.pdf)
3. La Vanguardia. (2018) <https://www.lavanguardia.com/vida/20100211/53888237291/un-aeroplano-berliot-hizo-el-primer-vuelo-completo-de-espana-hace-100-anos-en-el-hipodromo-de-barcel.html>
4. <https://aertecsolutions.com/2021/06/21/ceta-centenario-de-la-primera-compania-aerea-espanola/>
5. Convenio de Chicago (2006) [https://www.icao.int/publications/documents/7300\\_cons.pdf](https://www.icao.int/publications/documents/7300_cons.pdf)
6. UNE-EN 13306 Mantenimiento y Terminología (Marzo de 2021) <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060338>
7. Tipos de mantenimiento. (7) pág. 13 UNE EN 13306 Mantenimiento y Terminología (Marzo de 2021). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060338>
8. Niveles de mantenimiento 7.13 pág. 14. UNE EN 13306 Mantenimiento y Terminología <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060338>
9. Tipos de mantenimiento. (7.4) pág. 13 UNE EN 13306 Mantenimiento y Terminología (Marzo de 2021). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060338>
10. Propiedades de los elementos (4.2) pág. 9 UNE EN 13306 Mantenimiento y Terminología (Marzo de 2021). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060338>
11. Propiedades de los elementos (4.4) pág. 9 UNE EN 13306 Mantenimiento y Terminología (Marzo de 2021). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060338>
12. Niveles de mantenimiento: <https://blog.prodware.es/niveles-mantenimiento-pasar-postura-reactiva-proactiva/#.Yxci4HZBzIU>
13. EASA information docs. <https://www.easa.europa.eu/light>
14. BOE Defensa 87/2015. Proyecto de real decreto por el que se aprueba el Reglamento de Aeronavegabilidad de la Defensa. (18/03/2015) <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=CE-D-2015-87>

15. Publicación Española de requisitos de Aeronavegabilidad militares. EDICION 1.2 (04/10/2016)  
<https://publicaciones.defensa.gob.es/peram-145-ed-1-1-requisitos-para-las-organizaciones-de-mantenimiento.html>
16. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes contaminantes durante el trabajo.

- **MAESE:** Maestranza Aérea de Sevilla.
- **MRO:** Maintenance, Review & Overhaul (siglas en inglés que hacen referencia a Mantenimiento, Revisiones y Reparaciones).
- **PERAM:** Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militar.
- **EMAR:** European Military Airworthiness Requirements.
- **UNE:** Una Norma Española.
- **UNE EN:** Una Norma Española, European Norm.
- **EMU:** Escuadrones de Mantenimiento de las Unidades.
- **IRAN:** (Inspection and Repairs As Necessary).
- **PARC:** (Progressive Aircraft Reconditioning Cycle).
- **GV:** (General View).
- **PDM:** (Predictive Maintenance).
- **IoT:** Internet of Things.
- **KPI:** Key Performance Indicators.
- **EASA:** European Union Aviation Safety Agency.
- **JAA:** Joint Aviation Authorities.
- **FAA:** Federal Aviation Administration.
- **AGA:** Academia General del Aire.
- **EDA:** European Defence Agency.
- **MAWA:** Military Airworthiness Authorities Forum.
- **AAD:** Asociación de Aeronavegabilidad de la Defensa.
- **CAT:** Commercial Air Transport.
- **CAMO:** Continuing Airworthiness Management Organisation.
- **AMP:** Aircraft Maintenance Plan.
- **MOM:** Manual de la Organización de Mantenimiento.
- **CAS:** Certificado de Aptitud del Servicio.
- **PRL:** Prevención de Riesgos Laborales.
- **GR:** Gerente Responsable.

- **LMAM:** Licencia de Mantenimiento de Aeronaves Militares.
- **OM:** Organización de Mantenimiento.
- **NC:** NO Conformidad.
- **HNC:** Hoja de NO Conformidad.