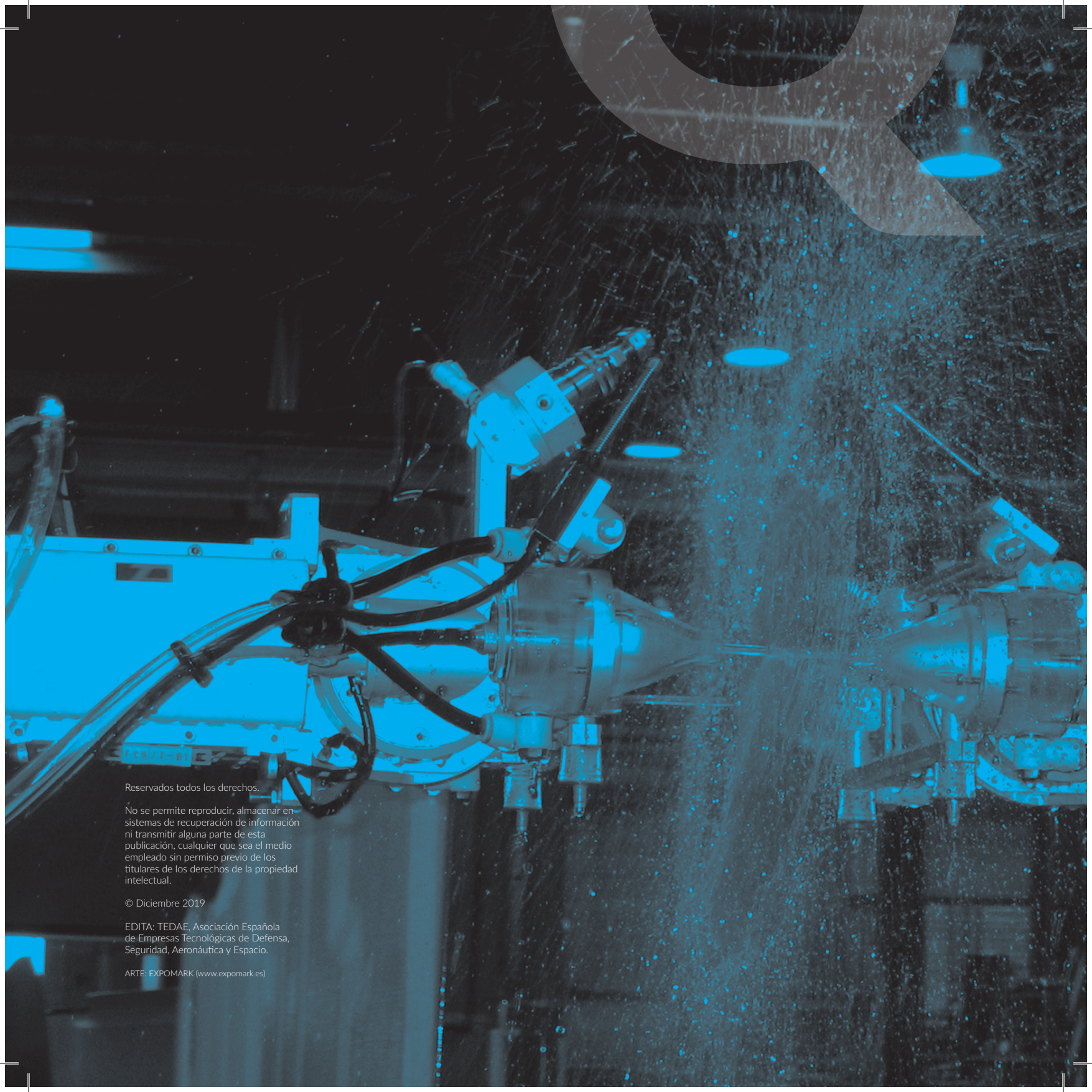
TEDAE

Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio

guía

PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PRODUCTO EN LA ***INDUSTRIA AERONÁUTICA Y DE DEFENSA***



Reservados todos los derechos.

No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de información ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquier que sea el medio empleado sin permiso previo de los titulares de los derechos de la propiedad intelectual.

© Diciembre 2019

EDITA: TEDAE, Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio.

ARTE: EXPOMARK (www.expomark.es)

SUMARIO

01	OBJETO	4
02	ANTECEDENTES	5
03	INTRODUCCIÓN	6
04	DESARROLLO DE LA GUÍA	9
	Diseño	
	Producción, Montaje y Pruebas	
	Mantenimiento	
	Seguimiento en servicio	
05	CONCLUSIONES	27
	ANEXO I: REQUISITOS ESENCIALES PARA LA SEGURIDAD DEL PRODUCTO	26
	ANEXO II: ABREVIATURAS	30
	ANEXO III: TRÍPTICO RESUMEN	32
	ANEXO IV: DEFINICIONES Y CONCEPTOS	34
	ANEXO V: REFERENCIAS	38

01 Objeto

EN LA INDUSTRIA AEROESPACIAL Y DE DEFENSA ES CRÍTICO, IGUAL QUE EN CUALQUIER INDUSTRIA QUE TRANSFORMA ENTRADAS EN SALIDAS, QUE LOS PRODUCTOS QUE ADQUIERE PARA FABRICAR/INTEGRAR EN SU PRODUCTO FINAL SATISFAGA LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS

El presente documento tiene por objeto servir de guía a las empresas del Sector de Aeronáutica y de Defensa en España, para poder llevar a cabo una primera evaluación de la seguridad de sus productos en toda la cadena de industrialización y suministro. Va dirigida tanto a diseñadores y fabricantes, pero también al usuario final una vez que el producto entra en servicio, y a las empresas mantenedoras de esos productos. Dicha guía pretende ayudar a mejorar no sólo la fiabilidad de los productos antes de su entrada en servicio, sino de optimizar el seguimiento y minimizar el número de incidentes una vez éstos son puestos en el mercado.

A continuación, se incluye una muestra de la normativa y regulación que ampara y desarrolla los protocolos y procedimientos a seguir para hacer una correcta evaluación de la seguridad del producto. Se han recogido aquellas más específicas del sector, asumiendo que toda organización que desarrolle su actividad en el ámbito aeroespacial y de Defensa debe tener interiorizados los conceptos básicos de normas de gestión como la EN9100, y derivadas y la serie PECAL, entre otras.

Así pues, conceptos como, "organización por procesos", "pensamiento basado en riesgos", o medidas de protección contra productos fraudulentos, son parte de la seguridad del producto, pero no se desarrollan en esta guía. En el primer caso se emplaza a la normativa propia del sistema de calidad para un mayor conocimiento, y en el caso de falsificados o fraudulentos, si bien se recoge igualmente en la normativa de calidad, se recomienda la guía de TEDAE sobre el asunto, para una mayor profundidad.

Por último, como documento de alto nivel, se incluye la reciente Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, aprobada por el Consejo de Seguridad Nacional el pasado 26 de abril de 2019, en la que se recogen las principales amenazas identificadas desde el punto de vista aeroespacial y donde la excelencia de los productos del sector puestos en el mercado será la mejor medida de mitigación.

02

Antecedentes

El Grupo de Trabajo de la Seguridad del producto surge del Comité de Calidad de TEDAE el pasado 30 de octubre de 2018. Lanzada la convocatoria a los Asociados, se forma el grupo que da origen a la presente guía, integrado por los representantes de Calidad de las empresas.

- Paloma Sanz - ACITURRI
- María Díaz - Consultora independiente
- Jose Julio Terrón - INDRA SISTEMAS
- Nora Galavís - GENERAL DYNAMIC ELS-SANTA BÁRBARA SISTEMA

03 Introducción

Como introducción a la guía se definen los campos de aplicación y algunos conceptos básicos para posteriormente trazar los criterios de evaluación en cada uno.

Se identifican cuatro grandes áreas afectadas por la seguridad del producto, ordenadas en la línea cronológica de industrialización:

- Diseño
- Producción, montaje y pruebas
- Mantenimiento
- Seguimiento en servicio

LÍNEA DE VIDA DE PRODUCTO

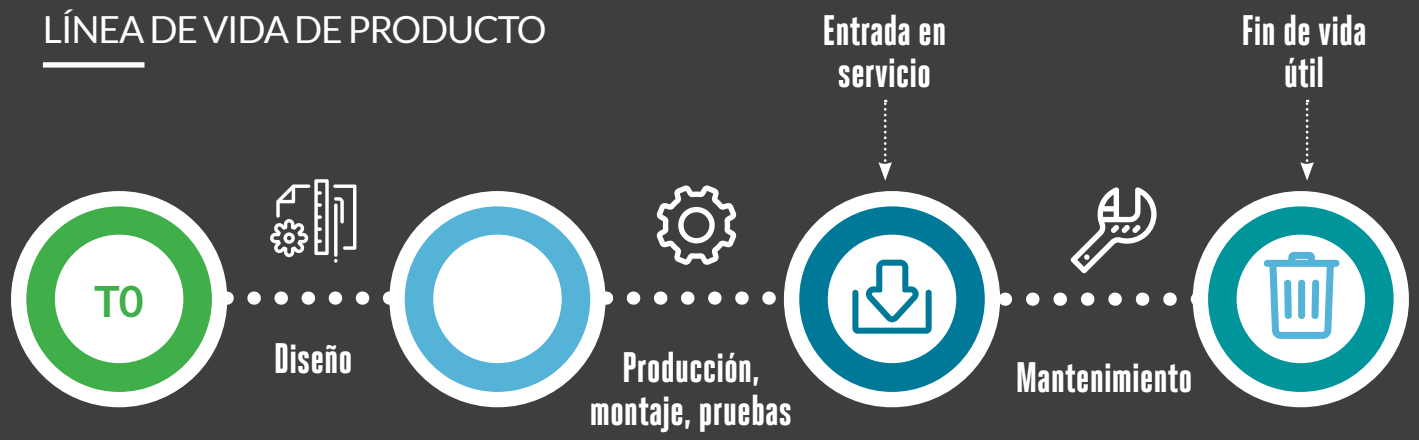
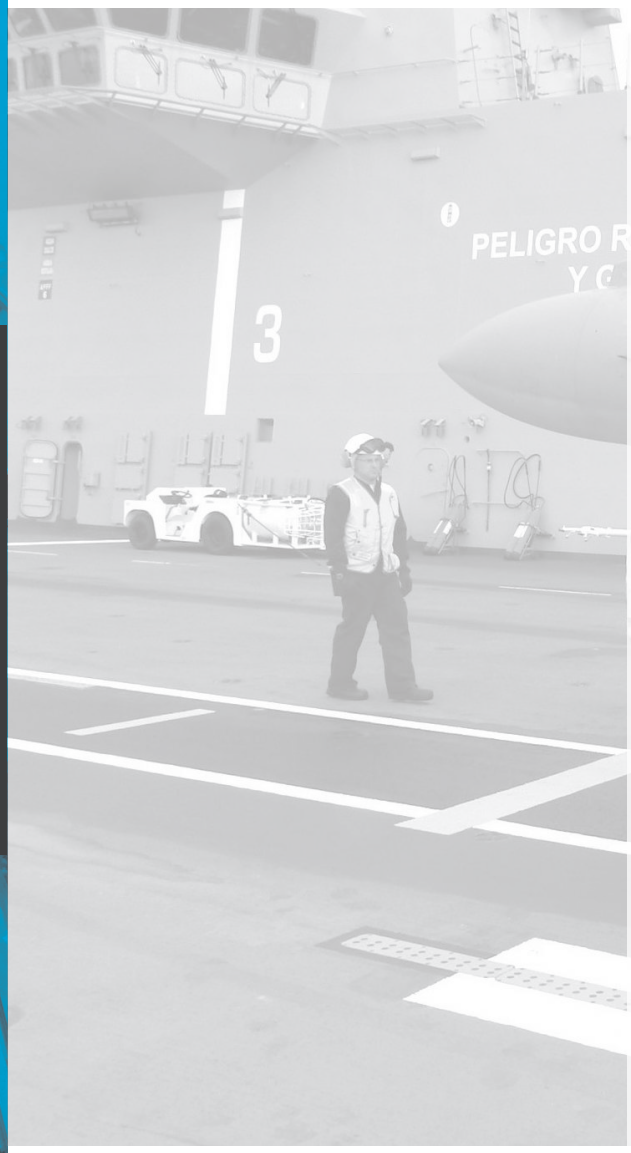


Figura 1

En cada área se define y evalúa una tipología de seguridad. Al final de la vida del producto todas ellas habrán contribuido a la correcta aeronavegabilidad tanto inicial como continuada de aquellos productos y componentes que requieren “permiso de vuelo”.

Y para aquellos en los que no aplica o no se requiere un permiso de vuelo, se definirá un estándar de seguridad mínimo que garantice la seguridad en la operación, como es el caso del armamento, algunos RPAS o blancos aéreos.

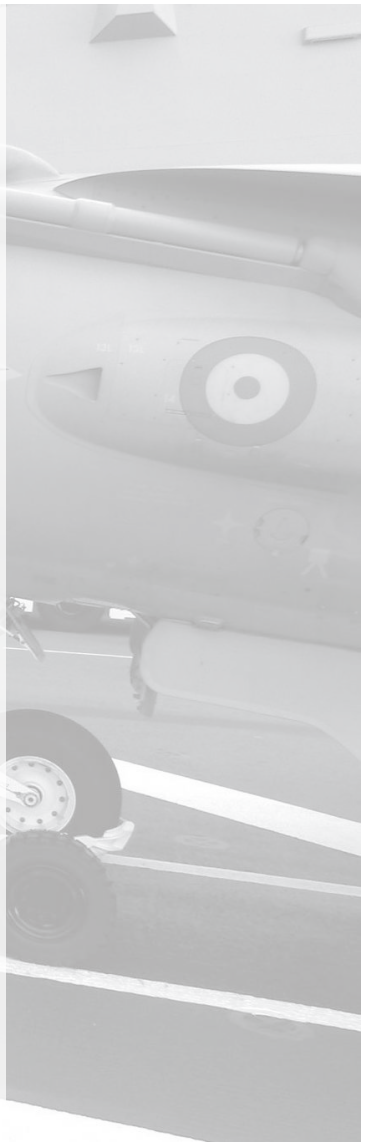


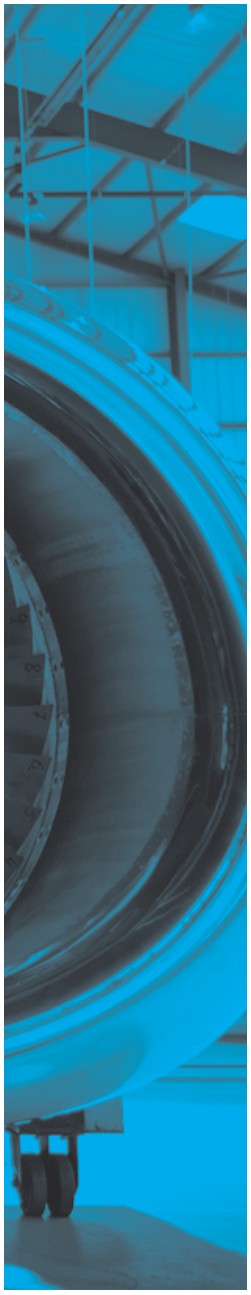
Dentro de cada área se tratarán, entre otros los siguientes asuntos:

- Fiabilidad
- Requisitos esenciales de seguridad
- FOD
- Factores Humanos
- Trazabilidad
- Control de la Configuración
- Datos aprobados
- Publicaciones técnicas: manuales, boletines de servicio, etc
- Formación continua
- Cadena de suministro
- Concesiones

Además, se mencionará de forma específica el armamento, en el que aplicarán conceptos específicos de estrategia nacional. No cabe duda de que el sector de armamento supondría una guía aparte para contemplar la seguridad en el transporte y la seguridad de Estado frente a atentados, o robos en fábricas o emboscadas en los desplazamientos. Pero no serán objeto de esta guía. Basta con decir que todo lo relativo con la Industria de Armamento a nivel nacional es una cuestión de Estado y que se aborda con la máxima diligencia con el apoyo de los cuerpos y fuerzas de seguridad del Estado.

Asimismo tampoco se tratará nada relativo a Riesgos Laborales en general, que supone otro ámbito, igualmente extenso y que tiene su normativa particular.





04

Desarrollo de la Guía

4.1 Diseño

Cuando hablamos de seguridad de producto a nivel de diseño aeronáutico el concepto fundamental es la fiabilidad o probabilidad de fallo, pero hay otros muchos que hay que considerar y que confieren al final un desarrollo seguro desde el punto de vista del diseño.

Tanto si se desarrolla una aeronave, un motor o una hélice, como si se trata de un sistema menos complejo a integrar en un producto superior, se debe diseñar identificando cada proceso y cada controlador del mismo, garantizando que en caso de fallo hay un protocolo establecido que mitigará el riesgo generado.

Cuando se trata de equipos embarcados en productos aeronáuticos con certificado de tipo, a nivel europeo, se debe analizar según la regulación de EASA de la Parte 21. Esta regulación establece los estándares mínimos para un diseño seguro en función del tipo de aeronave. Si hablamos de probabilidad de fallo, e independientemente del tipo de aeronave, el párrafo que establece y desarrolla los requisitos es siempre el 1309 ( ), ya sea en la regulación europea de EASA como la que emite la FAA de EEUU. En el ámbito de Defensa si bien existen estándares específicos como las STANAG o las MIL-ST, la regulación base de referencia en términos generales y sobre todo como visión general son las normas CS (EASA) o FAR (FAA).

Así trataremos de partir de unos requisitos esenciales de producto que sean intrínsecamente seguros, y una vez establecidos los analizaremos contra los párrafos de la norma. En el Anexo I de esta guía se ha tratado de recopilar algunos de los puntos que no pueden faltar como requisitos esenciales de un producto aeronáutico y de Defensa.

Uno de esos requisitos, será la propia organización que desarrolla el producto. Antes de lanzarse al diseño y producción, la primera mirada crítica debe ser para la organización que lo llevará a cabo. Hablamos de sistemas de garantía de diseño, como aquellos establecidos en organizaciones aprobadas para el diseño de productos aeronáuticos, según la subparte 21J de la Parte 21 de EASA o PERAM 21J en el ámbito de Defensa. Dicha regulación desarrolla las condiciones que debe cumplir una organización para ser capaz de establecer las

garantías mínimas de seguridad en el diseño de sus productos.

Volviendo a la evaluación del diseño, una vez éste está establecido, hay varias metodologías aceptadas como método de cumplimiento del 1309, pero todas ellas se basan en llevar a cabo un análisis de fallos.

El concepto clave es evaluar qué aspectos del diseño, ya sean los derivados de la selección de los materiales, su diseño mecánico, eléctrico, electrónico, de software, de la interacción hombre-máquina o funcionalidades generales o específicas, puedes fallar, de qué modo y afectando a qué sistemas, para finalmente concluir si el riesgo asumido en la operación del producto es asumible y de qué manera.

Partiendo de dicho concepto, hay múltiples metodologías. Irían desde las más sencillas a nivel cualitativo, donde se analiza la arquitectura funcional del sistema, y para cada nodo e interrelación se evalúa las consecuencias de un fallo simple. Hasta las más complejas en las que se calculan mediante árboles de fallos, el MTBF (tiempo medio entre fallos) de cada sistema y la dependencia funcional entre procesos y controladores de los mismos. Al final se trata de obtener un resultado numérico, que nos dará una idea de lo fiable que es el diseño del producto.

Como máxima de partida podríamos decir que en sistemas aeronáuticos y material para la Defensa ningún fallo simple puede derivar en un fallo catastrófico. A partir de aquí se establecen niveles de peligrosidad de cada fallo en función de los daños personales y materiales que pueda derivar y se establecen requisitos en función del tipo de aeronave, peso máximo al despegue y del número de personas que se puedan transportar en ella. Al final se concluye si la probabilidad resultante de fallo es admisible o no, en función del daño que puede provocar.

Todas las definiciones de cada tipo de fallo y su tasa admisible de probabilidad según la parte 21, se encuentra de forma pormenorizada en la Easy Access Rules de EASA de la parte que corresponda (CS23,25,27,29).

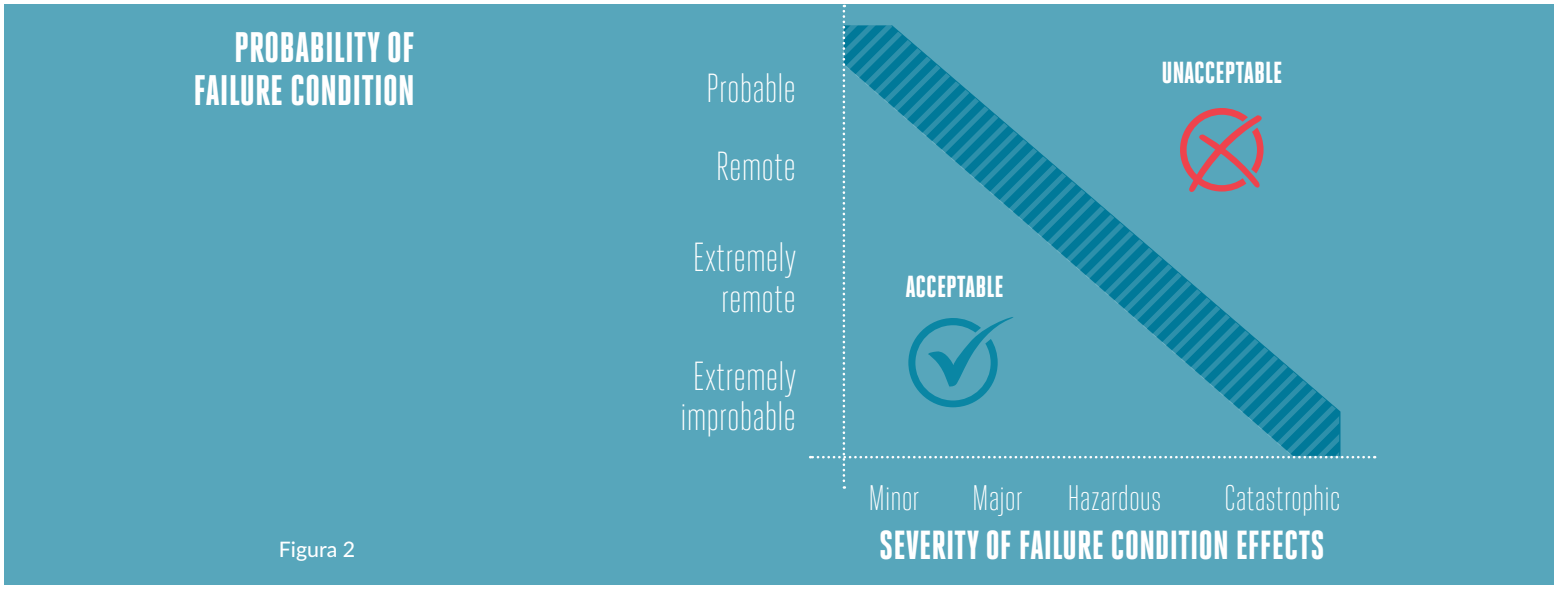


Figura 2

Además, hay otra mucha bibliografía para adentrarse en el análisis de la seguridad del diseño desde el punto de vista aeronáutico. Algunas de ellas son:

Advisory Circulars, Acceptable Means of Compliance:

- AMC 25.1322 Alerting Systems
- AC 25.19/AMC 25.19 Certification Maintenance Requirements
- AMC 20-115 Software Considerations for Airborne Systems and Equipment Certification
- AMC 25.901 (c) Safety Assessment of Powerplant Installations

Industry documents:

- RTCA, Inc., Document No. DO-160D/EUROCAE ED-14G, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment
- Society of Automotive Engineers (SAE) Aerospace Recommended Practice (ARP) 4754A/EUROCAE ED-79A Guidelines for development of civil aircraft and systems
- Society of Automotive Engineers (SAE) Aerospace Recommended Practice (ARP) 4761 Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

Hasta aquí podríamos decir que llega la metodología clásica de análisis de seguridad en diseño. Pero no es la única alternativa, y en cualquier caso es bueno plantearse otros procedimientos que cuestionen o verifiquen los resultados obtenidos, o cuando menos los complementen. Nos referimos a la metodología STAMP (System-Theoretic Accident Model and Processes). Dicha metodología pone de manifiesto que ya no podemos seguir separando la ingeniería de diseño de los factores humanos y de cómo implantamos y ponemos en marcha los procedimientos. Conceptos como conciencia situacional, o la evaluación de cómo cada persona interpreta algunos requisitos, es fundamental para que el resultado final obtenido de un árbol de fallos sea lo más fiable posible. Es una metodología que incluye la forma clásica de análisis de diseño, pero incluyendo también los posibles errores en definir requisitos de partida. Es decir, la teoría clásica determina un resultado a partir de unas premisas y un árbol de interdependencia, pero ¿quién evalúa si los requisitos de partida eran correctos? ¿Se han considerado todos los posibles factores y escenarios?

Dicha teoría obtiene muy buenos resultados en sistemas que combinan el software complejo y el interfaz hombre máquina de forma tan directa como los UAS, por ejemplo.

En este sentido, no queremos olvidarnos de los nuevos sistemas que desde hace ya algunos años han irrumpido con fuerza en el sector aeronáutico y de Defensa. Nos referimos a los RPAS o UAS.

Si nos circunscribimos al diseño, y la seguridad del producto, hoy por hoy está pendiente de definir por las autoridades

un protocolo a seguir, como el que ya existe en el resto de los productos.

En el ámbito civil (EASA/AESA) se ha enfocado la seguridad del producto a la seguridad de la operación y la mitigación de riesgos operacionales. Se han establecido categorías por peso, pero sobre todo por tipo de operación. Esto ha llevado a un escenario en el que se está dando una mayor importancia a las prestaciones de los sistemas que al diseño seguro de los mismos, limitando su operación a espacio segregados y autorizaciones muy restringidas. Actualmente lo que se está desarrollando desde AESA para diseño, son las medidas mínimas de mitigación que hay que integrar bien sea en el sistema o en entorno de operación, para que el conjunto máquina-operación sea seguro frente a daños a terceros.

A este respecto se desarrolla todo lo relativo a seguridad de operación en los Apéndices F & S de AESA, en función de la complejidad de la misión. Se basa en la metodología SORA (Specific Operations Risk Assessment) y está disponible en la web de AESA, en: Compañías o empresas/Trabajos aéreos/Drones/Material Guía.

En paralelo, la Comisión acaba de publicar los nuevos reglamentos 2019/945 y 2019/947 que sientan las bases del futuro marco normativo. Se han establecido los primeros requisitos para el diseño y las organizaciones de producción, por categorías de peso y tipo de operación. A lo largo de los próximos 3 años se desarrollarán los procedimientos asociados que sentarán las bases de una nueva industria.

En la tabla siguiente se muestran los periodos de transición hasta la entrada en vigor completa de la nueva regulación de RPAS a nivel europeo.

La Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) complementará esta regulación con AMCs (Medios Aceptables de Cumplimiento) y GM (Material Guía) para su implementación armonizada en el seno de los Estados Miembro.

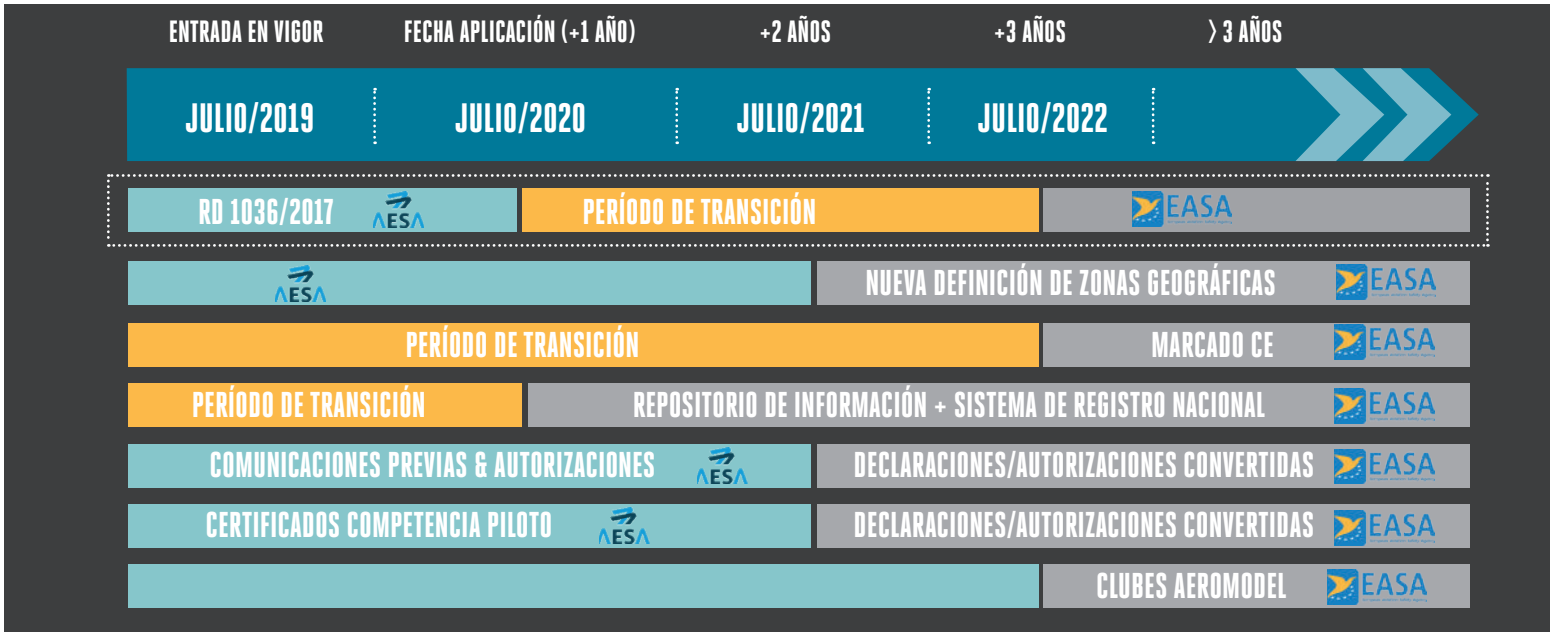


Figura 3

Por tanto, actualmente para RPAS de menos de 25 Kg, no hay requisitos consolidados de diseño que nos garanticen un producto seguro, sino una serie de recomendaciones y requisitos heredados de las aeronaves tripuladas y que cada fabricante está aplicando con su mejor criterio.

Si hablamos desde el punto de vista de Defensa, para aeronaves y productos de uso militar sería aplicable todo lo anterior recogido sobre los estándares de la Parte 21, actualmente ya traspuesto a las PERAM equivalentes. Si bien EASA/FAA es entorno civil, todos los grandes diseñadores y fabricantes parte de estos requisitos como estándar de seguridad. Aunque posteriormente y de forma adicional se sumen requerimientos para mitigar otros riesgos como es en el caso de armamento y espectros de uso militares específicos. Desde hace algunos años, la EDA está trabajando en armonizar dicha normativa a los estándares militares y la DGAM a nivel nacional ya ha publicado las normas PERAM, en la que se desarrollan para la industria de Defensa y también las Fuerzas Armadas, los requerimientos a cumplir de forma semejante a EASA/FAA. Véase PERAM 21, PERAM M, PERAM 145, PERAM 66, etc.

En el campo de los RPAS sí encontramos sin embargo una diferencia sustancial. Si la parte civil como queda reflejado en la Opinion 01-2018 Unmanned aircraft system (UAS) operations in the 'open' and 'specific' categories, han enfocado la regulación actual para drones de menos de 25 kg al marcado CE, la autoridad para la Defensa, la DGAM, ha puesto al mismo nivel a una aeronave tripulada y a un RPAS en relación a la seguridad de producto, con independencia del peso y espectro de uso.

Con la publicación del último Reglamento de Aeronavegabilidad de la Defensa en 2015, quedaba aprobada la necesidad de que toda aeronave tripulada y no tripulada que fuera competencia del Ministerio de Defensa tuviera que estar en posesión de un Certificado de Aeronavegabilidad en vigor para poder volar. Así pues, actualmente es de aplicación para cualquier RPAS de Defensa, los estándares de certificación de diseño establecidos en cada caso con la autoridad competente, siendo los STANAG correspondientes los que prevalecen como referencia a seguir: STANAG 4671, 4703, 4702, 4746.

Por último, si ponemos el foco en los vehículos de combate, no aéreos, los principales requisitos a tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad del producto, en la fase de diseño, son los que definen las características del vehículo en cuanto a:

- Resistencia al fuego
- Radiación electromagnética
- Concentración de gases
- Vibraciones (MIL-STD 1474) y ruido (MIL-STD 1472)
- Sacudidas y sobrepresiones
- Ergonomía y seguridad de la tripulación
- Protección balística
- Protección frente a minas
- Protección NBQ (Nuclear, Químico y Bacteriológico)

Las principales normas que regulan estos aspectos son:

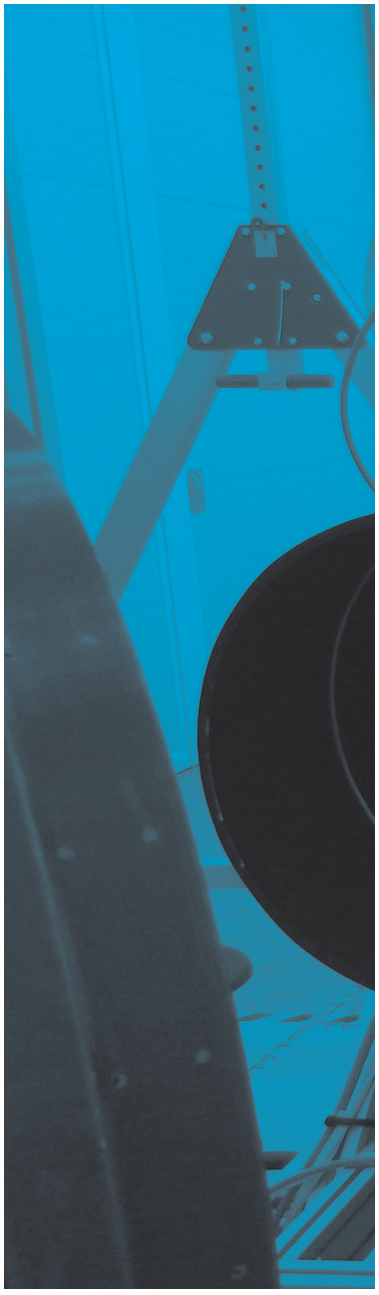
- MIL-STD 1474 Design Criteria Standard Noise Limits
- MIL-STD-1472 Design Criteria Standard Noise Human Engineering
- STANAG 4569 Protection Levels for Occupants of Armoured Vehicles
- AEP 55 Vol.1 Procedures for Evaluation the Protection Level of Armoured Vehicles – Kinetic Energy and Artillery Threat
- AEP 55 Vol.2 Procedures for Evaluation the Protection Level of Armoured Vehicles – Mine Threat
- AEP 55 Vol.3 Procedures for Evaluation the Protection Level of Armoured Vehicles – IED Threat
- AVPP-01 Protection level lists for Occupants of Armoured Vehicles
- STANAG 4686 Performance Levels of Defensive AID Suites DAS (for Armoured Vehicles (AEP-62)
- NATO REPORT (2010) Criteria and test methodologies for Injury Assessment of Vehicles Occupants Threatened by Landmines and/or Improvised Explosives Devices, HFM-148/RTG Technical Report

En resumen, el análisis profundo y detallado de la seguridad del diseño es una tarea crítica y de alta cualificación y conocimiento dentro del sector de aeronáutica y Defensa. Requiere de una organización de diseño establecida y auditada de manera continua para garantizar que se mantienen los estándares mínimos de competencia, tanto de su personal, como de sus medios de diseño.

Las grandes empresas y fabricantes están concienciados y familiarizados con lo recogido en este punto. Desde el nacimiento en Europa de EASA en el año 2003 y muchos años antes, tomando como referencia las JAA y después de la FAA, se han creado estándares de trabajo y metodología muy compleja que tratan de garantizar la seguridad del producto desde su fase de diseño. Pero no sólo hay grandes empresas en el sector, que fabrican aeronaves completas o sistemas complejos, sino que dentro de la aeronáutica y Defensa hay una amalgama más amplia y no siempre igual de familiarizado con el diseño aeronáutico y el concepto de aeronavegabilidad inicial.

El objetivo de esta guía pasa por destacar que el diseño seguro se trata de un paso clave en todo desarrollo industrial y lo que marcará la diferencia en el mercado entre empresas. La ausencia de fallos en servicio o al menos la minimización de éstos, deriva en gran medida de un diseño seguro de inicio. No obstante, y como veremos a continuación un nivel aceptable de fiabilidad del producto es una carrera de fondo que hay que garantizar en todas las fases posteriores; producción, montaje, pruebas, mantenimiento y seguimiento en servicio.

Antes de cerrar el punto de diseño y pasar a producción, montaje y pruebas, debemos hacer mención especial a la última fase del diseño que es la validación. Dicho punto se materializa con las pruebas de certificación de prototipo. Se trata de la verificación de cumplimiento de que las premisas teóricas asumidas en el proceso del diseño eran correctas.



En este ámbito podemos hablar de dos grandes bloques de normativa, que se complementan. En un primer bloque encontramos, nuevamente a EASA, que establece el estándar aeronáutico de organización de producción como garantía de que el producto final fabricado sea seguro para el vuelo, para su entrada en servicio. Se recoge en las subpartes F y G de la Parte 21 de EASA. Podríamos decir que la subparte G sería una guía en sí misma para los fabricantes de equipos embarcados o productos completos (aeronave, motor y hélice). Asimismo, dentro de la parte 21, y en la regulación que aplique, ya sea CS-25 o CS-27, etc, y sus correspondientes métodos aceptables de cumplimiento, se establecen qué tipo de pruebas se aceptan para validar los requisitos establecidos. El segundo bloque del que trataremos en el siguiente punto, estaría la normativa del sistema general de Calidad propia del sector: EN9100 y PECAL.

Por último, hablamos de pruebas de certificación, cuando se debe demostrar cumplimiento a una Autoridad competente, de aquellas prestaciones y características de diseño, que se han recogido en un plan de certificación, acorde con las bases legales establecidas por ambas partes. Dicha certificación es la ratificación de cumplimiento con unos estándares mínimos de seguridad del producto. Son pruebas exhaustivas, que van desde ensayos de laboratorio, pruebas en tierra, pruebas en vuelo, simulación, etc, y que culminarán con la certificación del diseño evaluado. Se llevan a cabo una vez, para uno o varios especímenes, establecidos como prototipos, y no se repetirán mientras no se modifique de forma sustancial el diseño.

Una vez definido, congelado y aprobado un diseño seguro, el reto que se le presenta a la organización de producción es ser capaz de obtener un espécimen que sea conforme al 100% con los datos de diseño de partida. O en su defecto establecer una buena coordinación con diseño, para que al final del proceso se haya logrado un equilibrio entre fabricabilidad y seguridad del producto. Para ello se deben establecer procesos de validación con puntos de espera suficientes que garanticen que el resultado obtenido sea el esperado, es decir, un producto que además de cumplir con sus especificaciones de cliente, sea fiel a su diseño aprobado, sea fabricable y que las pruebas finales de certificación con la autoridad tengan un resultado satisfactorio. Todo ello concluirá en un producto seguro.

4.2 Producción, montaje y pruebas

Una vez certificado el prototipo y congelada la configuración de diseño, se inicia la fase de producción, montaje y pruebas de la serie.

En este ámbito las bases fundamentales para cualquier organización del sector se deberían asentar en las normas EN9100 y derivadas y la serie PECAL. En ellas se establecen los criterios base de todo fabricante, para llevar a cabo la producción, el montaje y las pruebas de un producto aeronáutico y/o de Defensa, con seguridad. Algunos de los conceptos clave son:

- Requisitos especiales, elementos críticos y características clave
- Prevención de piezas falsificadas
- Los factores humanos en producción
- Gestión de la configuración
- Gestión de los riesgos operacionales
- Control de los productos, procesos y servicios suministrados externamente
- Verificación del proceso de producción (inspección de primer artículo)
- Control de trasferencia de trabajos

Además de lo anterior, dos de los pilares principales es la correcta transición y coordinación entre diseño y producción, y el control de la conformidad del producto con los datos de diseño aprobado.

A este respecto y como ya pasara con el diseño, una característica importante en aeronáutica tanto civil como en Defensa, es la existencia de una Autoridad de certificación de la seguridad en vuelo, ya sea del diseño, como de la producción o el mantenimiento. Eso nos lleva a tener dos escenarios que se complementan y entrelazan, como son las normativas EN9100 & PECAL con las propias de la aeronavegabilidad inicial y continuada. Las primeras las supervisa y cuelgan directamente de Calidad en las empresas y las segundas de ingeniería de diseño, producción o mantenimiento respectivamente. También en armamento, no requiriendo un certificado de aeronavegabilidad, sí se califican especificaciones concretas como las relativas a blindajes, o comportamiento medioambiental, la entidad en concreto deberá ser organismo aprobado.

Volviendo a la producción, montaje y pruebas, si hablamos de coordinación, necesariamente hay que hablar de fabricabilidad, de reingeniería y de trazabilidad. Son los tres puntos fuertes de una industrialización segura del producto.

En paralelo con el diseño de producto, debe lanzarse la ingeniería de producción, que conllevará la selección de materiales, herramienta, utillaje, per-

sonal cualificado y calificado en procesos especiales, etc. Todo ello debe fluir en la misma dirección, para llegar a un espécimen fiel al diseño validado.

En este sentido, en el ámbito aeronáutico, independientemente de la materia tratada; diseño, producción o mantenimiento, se habla siempre de: personal, documentación y medios. En el caso de la producción, se traducen y particularizan en una plantilla especializada, formada en aquellas materias específicas y críticas, y con los convenientes reciclajes periódicos. Para la documentación, serán, planos y esquemas, provenientes de diseño, y procesos de trabajo elaborados a partir de aquellos, por la ingeniería de producción. Y medios, siendo estos: herramienta, utillaje, gradas, bancadas, comprobadores, cunas, semiterminados, sellantes, adhesivos, etc. Todo acorde con lo aprobado por el equipo de diseño.

Por este motivo, se debe establecer un férreo control de configuración de planos y esquemas, en el que se conozca en todo momento con qué versión de plano se está trabajando y se tenga la garantía de que es la última aprobada por diseño. De la misma forma, desde producción se debe contar con un sistema claro y ágil para retroalimentar a diseño de las desviaciones por fallo, propuestas de mejora o incompatibilidad con los métodos de fabricación, que siempre debe validar ingeniería para no rebajar en ningún caso el estándar mínimo de seguridad establecido. Asimismo se debe definir aquellas pautas de verificación y control que sean necesarias antes de pasar a la siguiente fase de fabricación.

Nos encontramos a este nivel, con otros conceptos clave, como son conformidad con los datos de partida aprobados y concesión.

Respecto del primero, la validación de la conformidad, la proporciona la trazabilidad y es la herramienta base del control de configuración. Se articula en primera instancia con el marcado de las piezas, desde la salida de producción, hasta su baja definitiva de la vida en servicio. Toda pieza aeronáutica, debe ir marcada e identificada. En la única manera de poder validar una correcta trazabilidad. El marcado, debe ser claro, sin lugar a interpretaciones, y resistente al paso del tiempo. Será un factor más de seguridad. Poder identificar en cualquier punto del proceso, y durante su vida útil, el part number y serial number de la pieza o número de lote de la pieza.

Respecto al concepto de concesión, es igualmente importante entenderlo en toda su extensión, así como tener iden ficadas las concesiones acumuladas, antes de la entrada en servicio del

DOS DE LOS PILARES PRINCIPALES ES LA CORRECTA TRANSICIÓN Y COORDINACIÓN ENTRE DISEÑO Y PRODUCCIÓN, Y EL CONTROL DE LA CONFORMIDAD DEL PRODUCTO CON LOS DATOS DE DISEÑO APROBADO

producto. Puede ser un cambio puntual de material, de especificación en la tornillería de fijación, o bien un fallo al montaje, o en la fabricación. Sea como fuere, una concesión autoriza a que un producto sea aceptado por el cliente con una configuración diferente a la contratada, es decir, con una no conformidad. Hay varios niveles de concesión, pero las más críticas, serán aquellas que identifican una desviación que menoscaba el nivel de seguridad.

En estos casos que afectan a la seguridad o limitaciones asociadas el protocolo será definir unos plazos y limitaciones si las hubiera y hacer el seguimiento del plan de retrofit con el departamento de diseño, y planteamiento al cliente. El fabricante una vez que el producto está en servicio, es responsable de plantear la solución al cliente, pero en cualquier caso será el cliente quien tendrá la decisión final de implementar o no la solución y cuándo.

El último gran bloque que trataremos en producción es lo relativo a montaje y pruebas.

Los grandes programas aeronáutico y de Defensa actualmente se llevan a cabo a través de grandes consorcios y acuerdos entre varias empresas. Esto confiere en sí mismo un riesgo aumentado a la hora de recibir de cada partner los submontajes correspondientes y que un último responsable, lleve a cabo el montaje y pruebas finales. Todo el proceso aguas arriba, dentro de cada factoría ha podido ser modélico, pero si la última fase de montaje y pruebas finales, no se lleva a cabo con rigor, procedimiento, trazabilidad y con el menor número de concesiones, la seguridad se verá deteriorada.

Se establece en este bloque, varios conceptos que se deben conocer y tener en cuenta:

- Montaje y pruebas de primer artículo
- Pruebas finales de fábrica
- Pruebas de validación

Cuando hablamos de seguridad de producto en la fase de producción, todo sistema de calidad debe marcar las pautas de inspección y validación.

La mayor o menor profundidad de las pruebas requeridas dependerá de los requisitos finales establecidos. Se establece inspección de primer artículo, siempre que hablamos de un diseño nuevo, o con cambios sustanciales y que se requiere validar en su conjunto. Esta inspección será exhaustiva, de cada cota, acabado, material, documentación asociada, etc. Posteriormente, para el resto de los productos de la serie, y habiendo validado los procesos de fabricación y montaje, la inspección se hará por muestreo, y eligiendo aquellas cotas o características más críticas.

Cuando se ha evaluado ese primer artículo, y se ha congelado la configuración y los procesos asociados, se puede hablar entonces de pruebas finales de una serie.

Se establecerán una serie de protocolos de pruebas, que en cada caso, pueden ser del 100% de artículos o por muestreo, pero siempre menos exhaustivas que las de primer artículo. El dossier de pruebas finales, conferirán la verificación de que cada elemento del lote cumple con el diseño y es conforme a los protocolos y procedimientos. Se podrá pon tanto firmar, en este momento, el certificado de conformidad de producto.

Pero no sólo una organización aprobada de producción es la puerta hacia una producción segura. Hay otros factores que suman fiabilidad en el proceso productivo, algunos de ellos son:

- Concienciación y protocolos para evitar FOD
- Formación continua en procedimientos y procesos productivos a todo el personal
- Personal con experiencia continuada en procesos críticos
  Protocolos contra piezas falsas que no cumplan con estándares aeronáuticos
- Implementación de Lean Manufacturing en el proceso productivo como línea de mejora continua del ambiente de trabajo

Tal y como refleja en diseño el método STAMP, no podemos separar el binomio hombre máquina, sino que, entendiendo su interacción y sus limitaciones, identificaremos mejor los posibles puntos de fallo. En el caso del proceso de producción y montaje esta unión es intrínseca. Es posible que en otras industrias como la automovilística el hombre haya dejado paso a las máquinas, pero hoy por hoy en el sector aeronáutico la labor especializada de aviónicos, montadores, ingenieros de verificación, etc es crítica y de gran valor añadido para la consecución de cualquier trabajo. Por este motivo, es necesario crear entornos de trabajo limpios, luminosos, ordendos, donde el error o fallo se identifique claramente y seamos capaces deatajarlos de forma rápida.

Con operarios y supervisores concienciados con la metodología Lean y las 5´S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke: Clasificación y Descarte, Organización, Limpieza, Higiene y Visualización, Disciplina y Compromiso) se crearán entornos de trabajo óptimos para una producción segura.

En resumen, un producto será seguro, al finalizar su fabricación, montaje y pruebas, si ha sido elaborado siguiendo los planos aprobados de diseño, y es conforme con los requisitos establecidos en las pruebas finales de producto.

Como evidencia, tendremos la matriz de cumplimiento de requisitos iniciales, satisfecha con registros que reflejen la configuración real del espécimen fabricado y que esta sea coherente con los datos de partida.

Por último, en esta fase de producción y montaje hacemos una mención aparte en aquellos productos que, por su inestabilidad intrínseca, deben fabricarse con medidas extraordinarias. Nos referimos al armamento. Tanto en el proceso productivo en sí, como en su fase final de pruebas, debe definirse de forma detallada las condiciones de manipulación, ensayo y almacenamiento. Si bien esta parte entraría en el alcance de riesgos laborales, según normativa ISO 45001, tiene relación directa con el mapa de procesos y gestión de riesgos de la empresa fabricante.

En este ámbito el entorno de trabajo y la relación hombre-máquina cobra aún más importancia. Salas preparadas contra electricidad estática, humedad, o temperatura, ambientes inertes donde los elementos explosivos no puedan igniciarse y protocolos de manipulación muy estrictos, hacen de esa parte de la industria, la más especializada en seguridad del producto.

4.3 Mantenimiento

El concepto de mantenimiento en aeronáutica y Defensa siempre es un aspecto que causa grandes debates. La discusión viene de la necesidad o no de integrar dentro de la organización de producción o al menos de forma paralela, una organización de mantenimiento. Parece claro que cuando un producto sale al mercado, y es el cliente el que comienza a consumir horas de uso, es este cliente el responsable del registro de las incidencias, sustitución de elementos, horas y mantenimientos que un elemento acumula. Es decir, es el responsable de su aeronavegabilidad continuada, o lo que es lo mismo, de garantizar que el nivel de seguridad con el que salió del fabricante se mantiene en el tiempo, acorde con las pautas que el fabricante haya establecido.

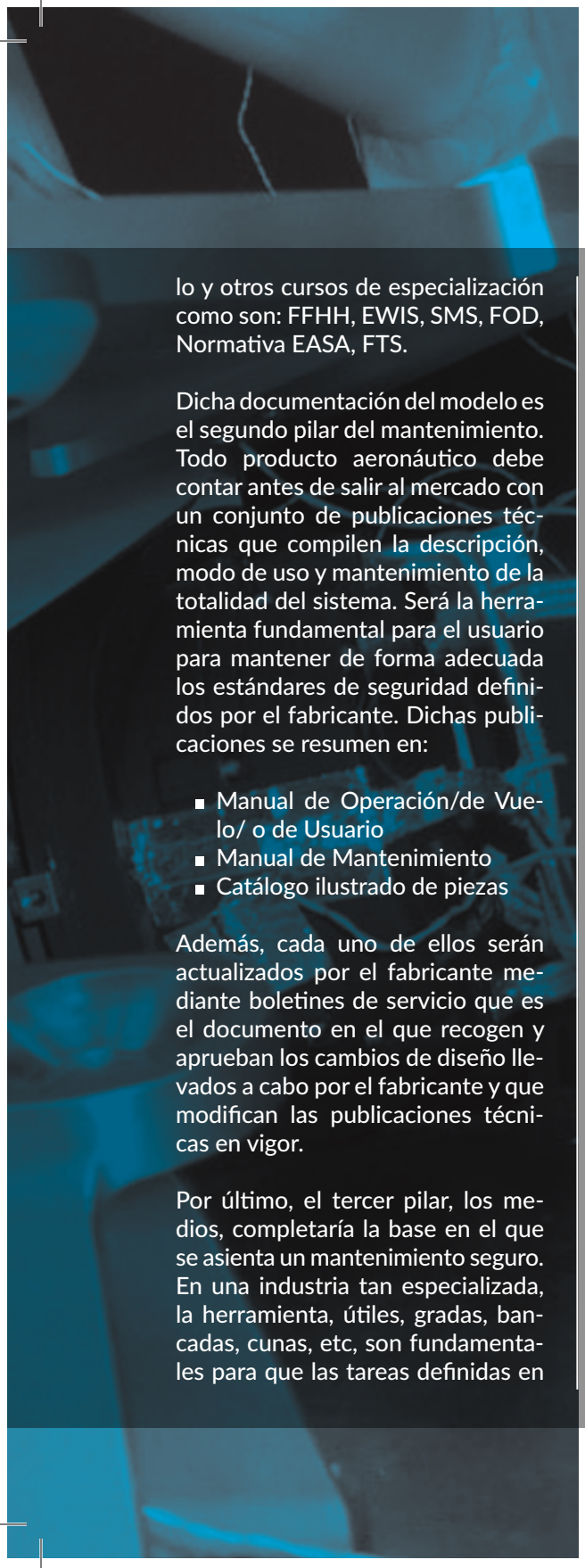
El debate se abre dentro del fabricante, donde hasta no hace mucho, no se veía necesaria una estructura diferenciada entre fabricación y mantenimiento. Cuando el tiempo de producción de un sistema se alarga lo suficiente como para que comiencen a caducar piezas con vida, o calendarios de revisiones, cuando en la fase de pruebas se están consumiendo horas en neumáticos, y llantas, por ejemplo, es necesario establecer una organización de mantenimiento que asegure la continua aeronavegabilidad del producto mientras se encuentre bajo el paraguas del fabricante.

Nuevamente EASA, establece requisitos claros para las organizaciones de mantenimiento a través de la Parte 145. De forma paralela, la DGAM ha publicado la PERAM 145, donde se establecen los pilares básicos de dicha organización dentro del ámbito de Defensa. Estos son:

- Personal
- Documentación
- Medios

Cada uno de estos pilares son los cimientos donde se asienta la seguridad del producto cuando este entra en fase de mantenimiento.

Hablamos de personal para referirnos a la cualificación y especialización del mismo. Debe ser personal específicamente formado en las tareas que va a realizar, cualificado por el fabricante con cursos de Tipo de aeronave y/o motor y reconocido de forma nominativa por la autoridad para certificar los trabajos que realice. Además, es requisito de la norma que dicho personal esté en continua formación y reciclaje, asumiendo que la industria aeronáutica y de Defensa está en continua evolución. Todo personal certificador debe trabajar de forma continuada al menos 6 meses cada 2 años en el modelo de aeronave para el que este certificado, y además recibir formación de refresco cada 2 años, relativa a la documentación aprobada de dicho mode-



lo y otros cursos de especialización como son: FFHH, EWIS, SMS, FOD, Normativa EASA, FTS.

Dicha documentación del modelo es el segundo pilar del mantenimiento. Todo producto aeronáutico debe contar antes de salir al mercado con un conjunto de publicaciones técnicas que compilen la descripción, modo de uso y mantenimiento de la totalidad del sistema. Será la herramienta fundamental para el usuario para mantener de forma adecuada los estándares de seguridad definidos por el fabricante. Dichas publicaciones se resumen en:

- Manual de Operación/de Vuelo/ o de Usuario
- Manual de Mantenimiento
- Catálogo ilustrado de piezas

Además, cada uno de ellos serán actualizados por el fabricante mediante boletines de servicio que es el documento en el que recogen y aprueban los cambios de diseño llevados a cabo por el fabricante y que modifican las publicaciones técnicas en vigor.

Por último, el tercer pilar, los medios, completaría la base en el que se asienta un mantenimiento seguro. En una industria tan especializada, la herramienta, útiles, gradas, bancadas, cunas, etc, son fundamentales para que las tareas definidas en el manual del fabricante sean llevadas a cabo de forma adecuada.
Por este motivo, se define una lista aprobada de herramienta, que debe recoger el fabricante en sus manuales y que las autoridades auditaran a todas aquellas organizaciones que quieran ser reconocidas como centros Parte 145 para un determinado modelo o producto. El uso de herramienta alternativa a la aprobada por el fabricante está regulada, y la Autoridad establece una guía de evaluación y aprobación para los centros EASA 145.

La calidad de la herramienta y su estado de uso es vital para que el nivel del trabajo resultante sea el adecuado. Nuevamente la filosofía Lean para conseguir un entorno de trabajo motivante y en que se reduzcan los fallos, es fundamental.

El FOD cobra más importancia si cabe en el mantenimiento. No olvidemos que cuando hablamos de mantenimiento aeronáutico, es excepcional cuando se puede trabajar en un hangar, climatizado y con condiciones óptimas de confort y luz. Lo habitual por las necesidades del servicio es trabajar, en pista, con luz natural o focos, posturas imposibles, y a turnos. Conceptos como solape y trasferencia de trabajo entre turnos, respeto por los ciclos circadianos del sueño, o doble verificación en tareas críticas, son aspectos fundamentales para la seguridad final del producto mantenido.

La seguridad del producto en mantenimiento se consigue cuando los tres pilares están alineados y supervisados de forma permanente:

- Personal cualificado y formado de forma permanente, con jornadas racionales y condiciones de trabajo adecuadas a la criticidad del trabajo a realizar
- Documentación actualizada y en línea con el fabricante
- Herramientas y medios de calidad, en consonancia con lo recogido en los Manuales aprobados

Por último, es importante recoger en este apartado el concepto de escalones de mantenimiento. En el planteamiento de la aeronavegabilidad continuada dentro de un producto aeronáutico, de armamento y en Defensa en general, es necesario establecer niveles de cualificación de personal y medios requeridos a la hora de dar competencias por parte del fabricante a los usuarios finales. Dichos escalones deben estar recogidos en los manuales de mantenimiento aprobados y auditados por el fabricante y la autoridad para garantizar la seguridad del producto durante su vida en servicio.

A modo de esquema, se podría plantear como sigue:

TIPO	¿DÓNDE?	¿QUIÉN?	TIPO
1 Escalón	Mantenimiento Básico o mantenimiento en línea de vuelo	Tripulantes	Cambio de líquidos, revisión externa…
2 Escalón	Taller de mantenimiento	Unidades	Reparaciones de 2 – 4 horas
3 Escalón	Unidades especializadas	Agrupación de apoyo logístico	Reparaciones de envergadura
4 y 5 Escalón	Modificación completa	Empresas (subcontratadas) o fabricante	Overhoul, revisión general

Tabla 1.

Con el escalonamiento de las tareas de mantenimiento se produce una adecuada transferencia de conocimiento entre el fabricante y el usuario, acorde con la cualificación y medios de este último. Es conocido también como "Concepto de apoyo logístico". Se trata del sostenimiento del sistema adquirido. No es viable en el sector aeronáutico ni compatible con la seguridad del producto, la adquisición aislada de un sistema. Como hemos visto a lo largo de la guía, un producto aeronáutico está vivo y requiere de supervisión constante hasta su baja definitiva.

Está siendo habitual en los nuevos sistemas adquiridos por las FFAA, debido a la compleja ley de contratación con el sector público, que se publiquen pliegos para el suministro de sistemas, pero en los que no se incluyen los servicios relacionados con el sostenimiento.

Este aspecto está tornando en situaciones no deseables de sistemas que vuelan, hasta que requieren un primer mantenimiento, momento en el cual dejan de estar operativos por no contar con la trasferencia adecuada del fabricante, ni con el presupuesto aprobado para subcontratar el mantenimiento necesario a este.

Por último, para cerrar el bloque de mantenimiento, queda el concepto también importante que es el plan de obsolescencias. Es necesario que cualquier sistema aeronáutico o del ámbito de la Defensa, cuente con un plan específico de equipos que quedarán obsoletos con el paso de los años. Hay que conocer en qué tiempo sucederá y tener un plan de sustitución viable que no invalide, en la medida de lo posible, el diseño aprobado, y mantenga las capacidades inicialmente concebidas.

4.4 Seguimiento en servicio

Por último y como cierre del ciclo de vida del producto, restaría por analizar el seguimiento en servicio. Es decir, cómo supervisamos como diseñador y fabricante cada producto diseñado, fabricado, montado y mantenido de forma segura, durante toda su vida útil.

Toda la información que se pueda recabar del comportamiento del producto en servicio es una fuente muy valiosa de información para retroalimentar al sistema de ingeniería y mejora de los procesos.

En este sentido EASA ya lo refleja desde sus inicios en la PARTE 21, en la subparte A, y OACI desde el año 2013, le ha dado entidad propia con la publicación del Anexo 19, sobre el Safety Management System (SMS).

Se trata de regular y establecer las bases para la recopilación sistemática, análisis y realimentación del sistema con conclusiones de todos los eventos, incidentes y accidentes sucedidos en toda la vida del producto. El Anexo 19 sienta las bases para una estrategia proactiva de Safety que se implemente de manera dual y coordinada a nivel de Estados (vía SSP) y Proveedores (vía SMS).

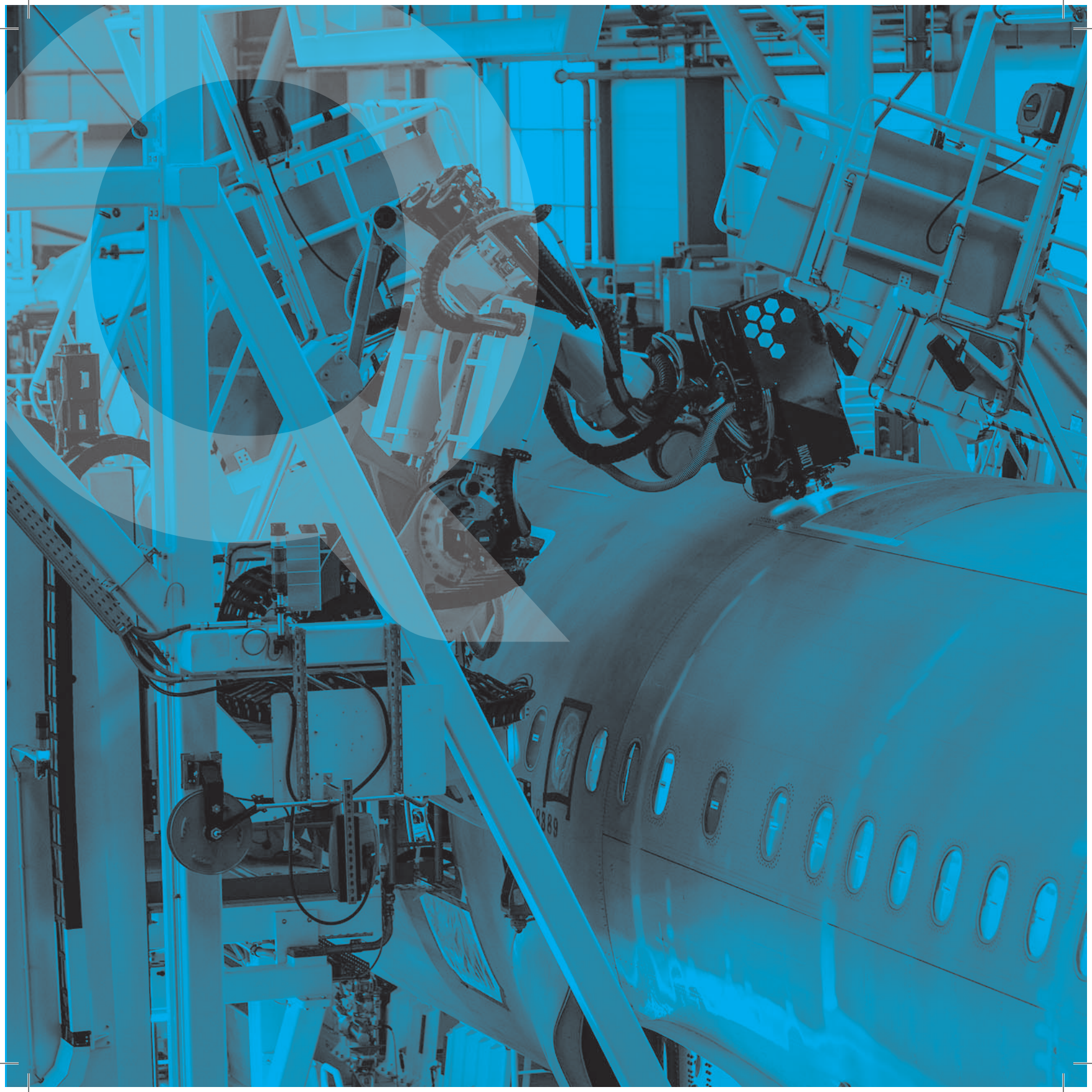
OACI con este anexo trata de apoyar una estrategia mundial de seguridad operacional, para alcanzar:

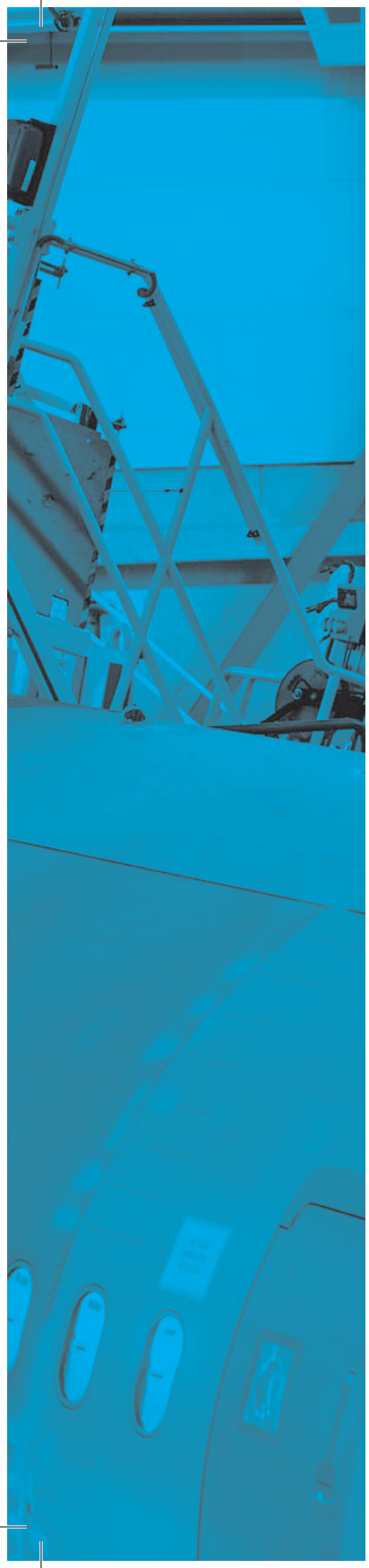
- Una mayor normalización y colaboración entre los distintos actores de la aviación;
- Nuevas iniciativas de intercambio de información e
- Impulsar la inversión en recursos técnicos y humanos para garantizar operaciones seguras.

Se debe llegar a consolidar en una única fuente las disposiciones relativas a:

- Programas Estatales de Seguridad Operacional (PESO/SSP) - ESTADOS
- Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SGSO/ SMS)PROVEEDORES

Pero no sólo se circunscribe al ámbito operacional, sino que amplía la implantación del concepto SMS a todo el sector, también a responsables del diseño de tipo y fabricación de aeronaves. La supervisión debe aplicar a todos los proveedores de productos y servicios.





05

Conclusiones

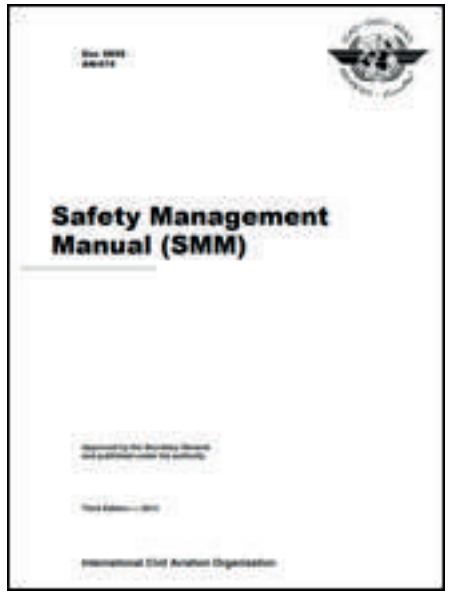
A modo de conclusión y manteniendo la filosofía didáctica inicial del documento, queremos resumir los conceptos esenciales de la aeronavegabilidad del producto, es decir, los requisitos básicos para que un producto sea seguro para el vuelo, o al menos para que su uso lo sea dentro de la industria aeronáutica y defensa, recogiendo los puntos, ya incluidos en el Reglamento Base del 2002 en el Ámbito civil, y en el año 2013 en ámbito de Defensa.

Se incluye en el Anexo 1 un resumen de estos requisitos esenciales, como punto de partida de cualquier evaluación de producto.

Es decir, que nuevamente nos encontramos con otra guía fundamental para poder sumar en la seguridad del producto, donde se incluye en anexos, plantillas y formatos muy interesantes como punto de partida de cualquier organización.

Se trata de una simplificación muy didáctica, que casi dos décadas después se ha trasformado en la regulación completa de EASA que conocemos hoy, y en centenares de normas específicas pero que puede resultar de gran utilidad a quien se acerca a este mundo por primera vez y quiere evaluar la madurez de la seguridad de su producto.

Por último, en el tríptico recogido en el anexo 3 se trata de mostrar de forma visual los grandes asuntos tratados en la guía.



ANEXO I:

REQUISITOS ESENCIALES PARA LA SEGURIDAD DEL PRODUCTO

Requisitos esenciales de diseño:

- Se deben analizar todas las condiciones de uso del sistema y quedar demostrado a través de evaluaciones o análisis, respaldados, en caso necesario, por pruebas.
- Se analizará la solidez estructural no sólo inicial sino contemplando el espectro de uso completo: fatiga, vibraciones, deterioro medioambiental, situaciones de emergencia
- Aquellos fallos de componentes que pudieran reducir la solidez estructural se diseñaran con el concepto fail safe.
- La robustez estructural se diseñará teniendo en cuenta todas las posibles cargas de operación y combinación de ellas: ráfagas, maniobras, presurización, propulsión, etc.
- Todos los materiales utilizados tendrán especificaciones y comportamientos conocidos, y no habrán demostrado inseguridades en su uso en la industria aeronáutica.
- Se debe definir la envolvente segura del producto, en función de las condiciones medioambientales.
- El sistema de propulsión debe estar dimensionado y analizado acorde a todos los modos de operación del producto propulsado.
- La aeronave, incluidos los sistemas, equipos y aparatos exigidos para la certificación o por las reglas de utilización, deberá funcionar según esté previsto en cualesquiera condiciones de funcionamiento previsibles y más allá de ellas, teniendo debidamente en cuenta las condiciones de utilización de los sistemas, equipos o aparatos.
- El diseño, producción y mantenimiento del sistema eléctrico deberá tratarse como un sistema en sí mismo, con entidad propia.
- Los sistemas, equipos y aparatos asociados de la aeronave, tanto considerados por separado como en conexión mutua, deberán estar diseñados de forma que no se produzcan situaciones de avería catastrófica debido a una avería aislada que no se haya demostrado ser

extremadamente improbable, y deberá existir una relación inversa entre la probabilidad de que se produzca una situación de avería y la gravedad de sus efectos para la aeronave y sus ocupantes.

- La documentación de diseño debe-rá incluir todos los planos, especificaciones e instrucciones necesarias para definir de forma inequívoca el producto que se va a realizar, y su aplicabilidad. Se deberán incluir las correspondientes listas de partes y material normalizado necesarios para poderlo realizar.
- Se debe realizar al menos, un análisis de peso y centrado, un análisis de cargas eléctricas y un análisis estructural.
- Se deberá preparar un análisis de la seguridad de las funciones esenciales para la operación segura, identificando los modos de fallo de los equipos y sistemas y las posibles causas que pudiesen violar la segregación e independencia asumida en los análisis.
- Para los equipos y sistemas electrónicos que puedan ser considerados esenciales para operación segura de la aeronave, se deberá demostrar mediante un análisis, que existe un nivel de protección adecuado ante los posibles fenómenos transitorios que se pueden producir por el impacto de un rayo, y en algunos casos, la radiación de un campo de alta energía (HIRF).
- Todo lo anterior se codificará y controlará su estado de revisión a través de un control de la configuración de diseño.
- Se definirá una configuración crítica a partir de la cual se lanzará la producción de prototipo.
- Se definirá un plan de obsolescencias a partir de la configuración crítica para su seguimiento en servicio.

Requisitos esenciales de producción, montaje y pruebas:

- Todos los sistemas productivo deben estar verificados para ser capaces de ser fieles a los planos de diseño.
- La herramienta y el personal de producción debe ser la adecuado y deben estar instruidos en los procesos productivos a desarrollar.
- Se definirá un detallado control de proveedores, mediante eva-

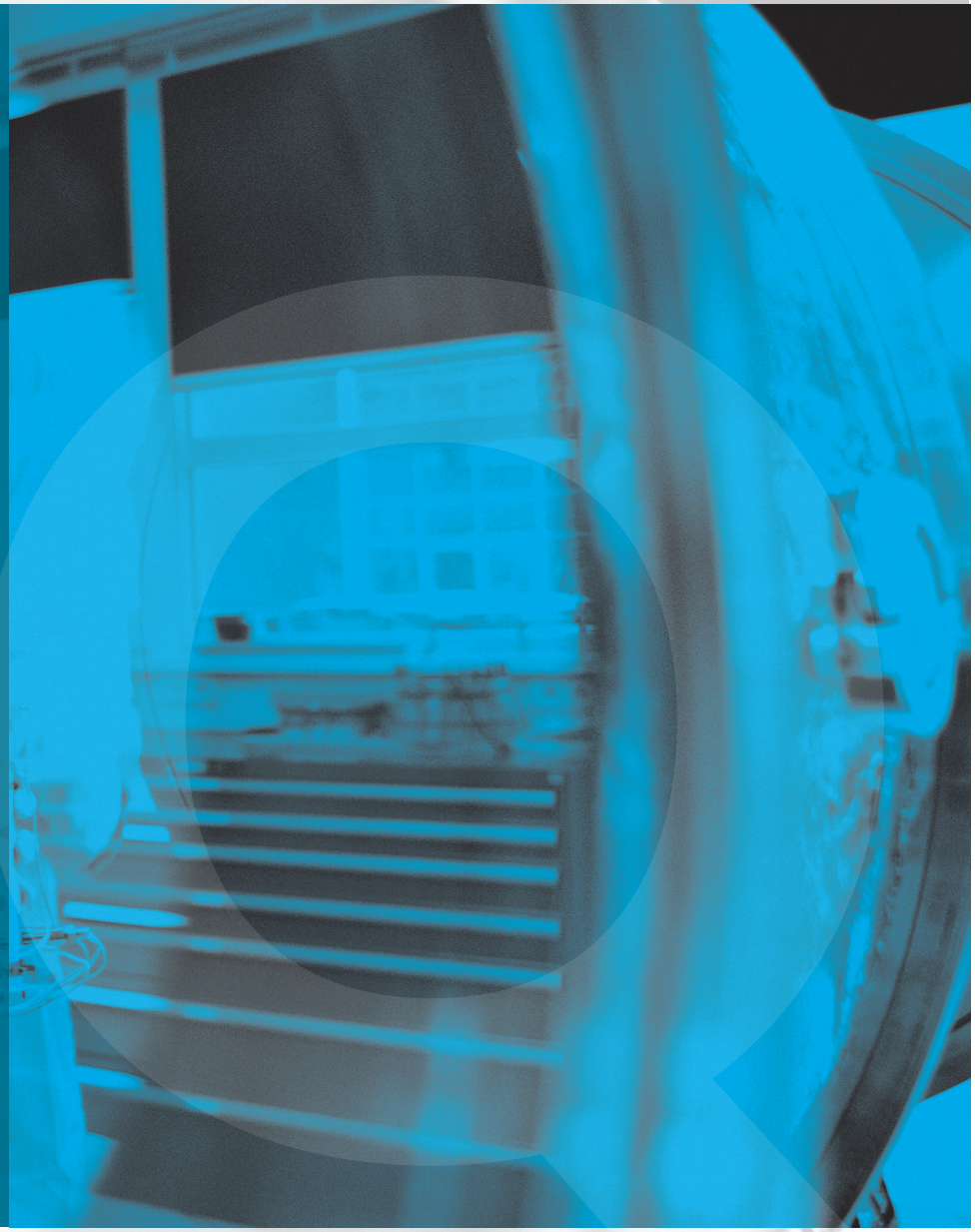
luación previa y seguimiento para la materia prima, subconjuntos, elementales, tornillería y consumibles.

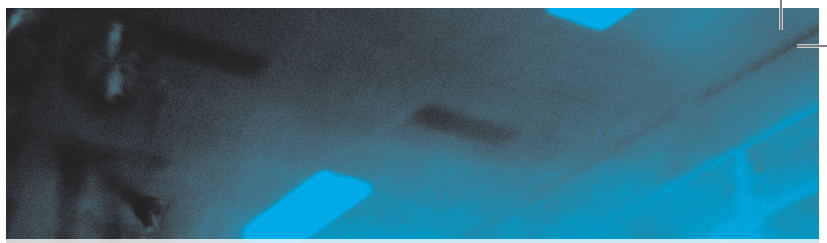
- Se desarrollarán procesos de trabajo con el detalle del trabajo a ejecutar, y cada operario registrará su trabajo (sello y firma, firma electrónica, código QR).
- Los tipos de materiales se segregarán en la línea de producción e identificarán con tarjetas amarilla, verde y roja respectivamente, para en "en uso", "pendiente de reparar" e "insalvable".
- Aquellos insalvables se mutilarán para que no puedan volver a la cadena de suministro.
- Se definirán puntos de inspección y espera del proceso para poder verificar la conformidad del espécimen con los planos e instrucciones.
- Tanto los planos de instalación, como las instrucciones de montaje y prueba se deberán ajustar a las prácticas que la industria tiene establecidas.
- La documentación de instalación deberá definir la localización de los equipos, sus conexiones, incluyendo el tendido de los cables y el material eléctrico a ser empleado, todo ello de acuerdo con estándares aceptados de la industria.
- Se deben definir y documentar pruebas finales de producto para todas las características claves y funcionalidades requeridas.
- Se documentarán, analizarán y definirán acciones correctivas para todas las desviaciones y no conformidades identificadas en el proceso.

Requisitos esenciales de Mantenimiento:

- Se deben definir y mantener actualizadas por parte del fabricante todas las publicaciones técnicas que permitan una correcta aeronavegabilidad del producto a lo largo de la vida del producto. Al menos se deben definir:
  - Manual de operación o Manual de Vuelo donde seincluirán:
  - Limitaciones del sistema
  - Procedimientos normales

  - Procedimientos de emergencia
  - Manual de mantenimiento
  - Catálogo ilustrado de piezas
- Las labores de mantenimiento se escalonarán en función de la extensión y dificultad de estas, definiendo los perfiles profesionales requeridos para cada una, así como su formación mínima.
- Para el mantenimiento seguro del sistema, se debe contar con la herramienta definida por el fabricante, la documentación, y el personal requerido con la formación adecuada.
- El control de proveedores de repuestos y la trazabilidad de estos con el IPC aprobado es critico para mantener la seguridad del producto acorde con el diseño de partida y las prestaciones establecidas.
- Hacer seguimiento del plan de obsolescencias definido en diseño.

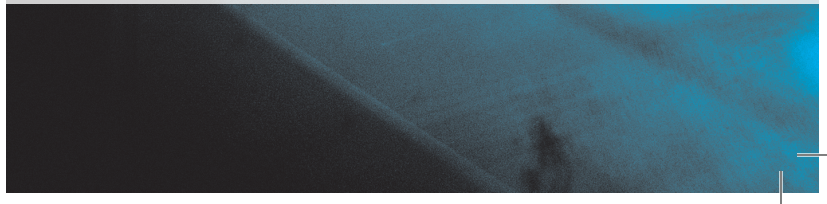




ANEXO II:

ABREVIATURAS

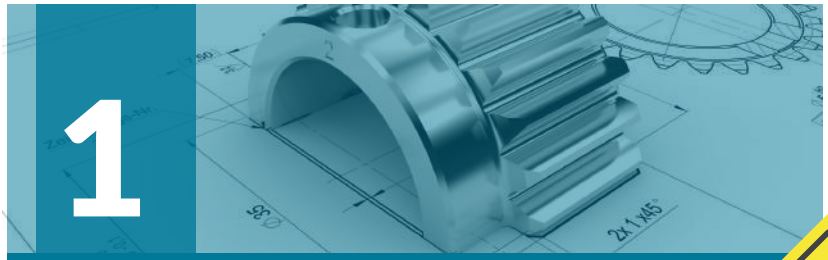
AC	Advisory Circular
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AMC	Acceptable Means of Compliance
ARP	Aerospace Recommended Practice
CS	Certification Specification
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
EASA	European Union Aviation Safety Agency
EDA	European Defence Agency
EWIS	Electrical Wiring Interconnect System
FAA	Federal Aviation Administration
FAR	Federal Aviation Regulations
FFHH	Factores Humanos
FOd	Foreign Object debris
FOD	Foreign Object Damage
FTS	Fuel Tank Safety
GM	Guidance Material
MIL-ST	Military Standard
MTBF	Mean Time Between Failures
NBQ	Nuclear, Biológica y Química
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PERAM	Publicaciones Españolas de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares
PESO	Programa Estatal de Seguridad Operacional



RD	Real Decreto
RPAS	Remotely Piloted Aircraft
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics
SAE	Society of Automotive Engineers
SGSO	Sistema De Gestión De La Seguridad Operacional
SMS	Safety Management System
SORA	Specific Operations Risk Assessment
SSP	Plan de Implementación SMS para proveedores de servicios
STAMP	System-Theoretic Accident Model and Processes
STANAG	Standardization Agreement
TEDAE	Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio
UAS	Unmanned Aerial System

ANEXO III:

TRÍPTICO RESUMEN



1

DISEÑO

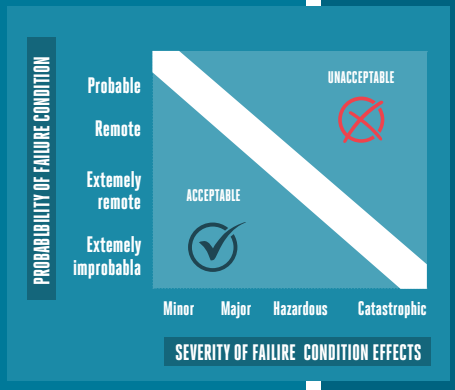
PRODUCCIÓN DE PROTOTIPO, MONTAJE Y PRUEBAS DE CERTIFICACIÓN

AESA

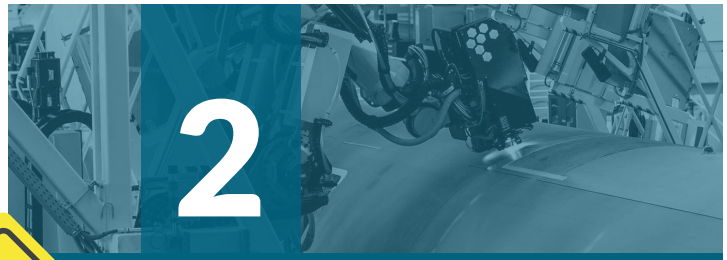
FAA Certified

CS/FAR23.1309,25.1309,27.1309,29.1309
EASA 21J
PERAM 21J

- Fiabilidad
- Control de configuración
- Análisis y verificación
- Espectro de uso
- Envolvente
- Definición de limitaciones
- Datos aprobados
- Metodología STAMP
- STANAG 4686
- STANAG 4569



SAFETY FIRST



2

PRODUCCIÓN Y MONTAJE EN SERIE

PRUEBAS DE VALIDADACIÓN

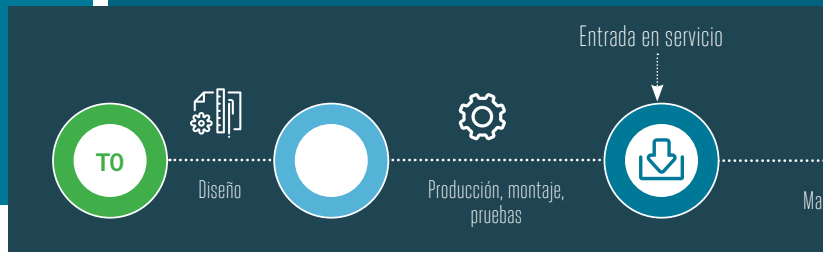
MANTENIMIENTO EN PRODUCCIÓN

AESA

EASA 21G
PERAM 21G

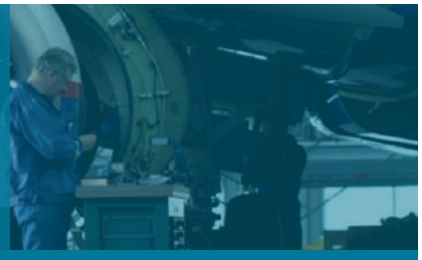
FAA Certified

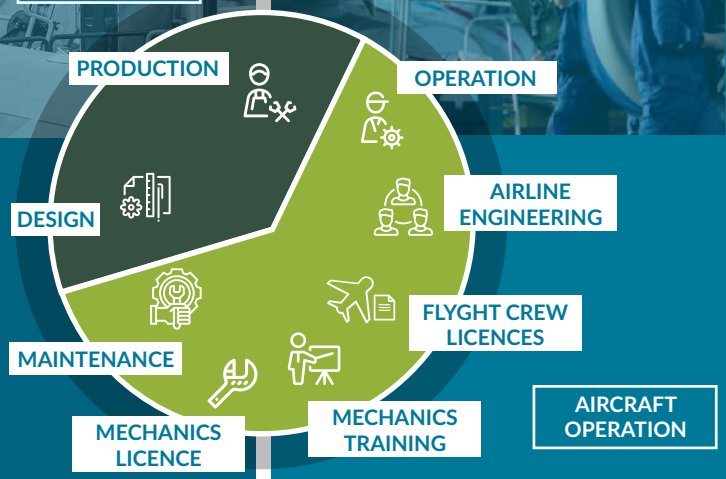
- Ingeniería de procesos
- Máquina y herramientas aprobadas
- Personal cualificado
- Factores humanos
- Gestión de proveedores
- Inspección primer artículo
- Piezas fraudulentas
- Concesiónes
- Conformidad de producto



EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PRODUCTO EN LA INDUSTRIA AERONÁUTICA Y DEFENSA

TEDAE
Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio



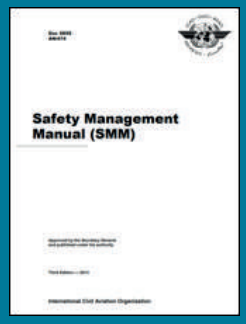


3

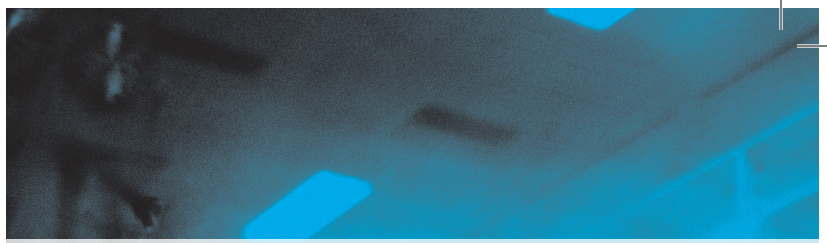
SEGUIMIENTO EN SERVICIO

MANTENIMIENTO EN SERVICIO

EASA Parte 145
PERAM 145



- Plan de mantenimiento
- Seguimiento de incidentes
- Boletín de servicio
- Control de FOD
- Gestión de proveedores
- Formación continuada
- Publicaciones técnicas
- Concepto de Apoyo logístico
- Herramientas aprobadas
- Plan de obsolescencias
- Safety Management System (SMS)



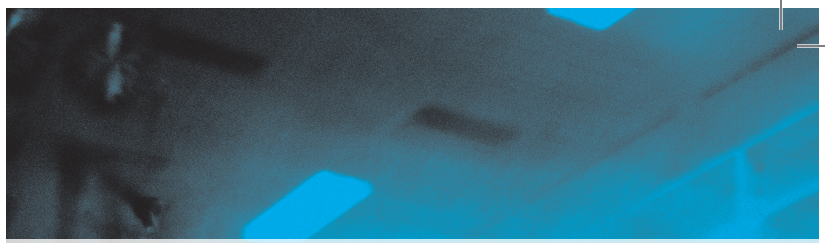
ANEXO IV

DEFINICIONES Y CONCEPTOS

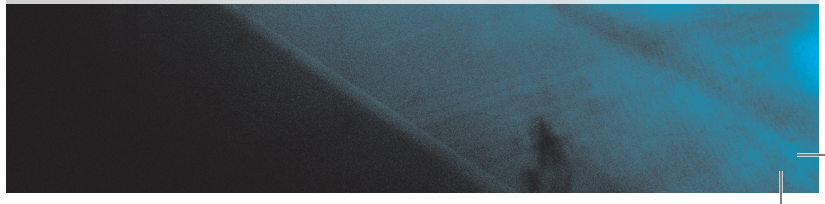
A continuación, se incluye un listado básico de definiciones. Para una lista completa, consultar las normas de calidad del sector EN9104 e ISO9000.

Concepto	Definición
Aeronavegabilidad Continuada	Es el Mantenimiento de la Aeronavegabilidad en el tiempo. Es decir que la Aeronave mantenga las cualidades de vuelo seguro una vez ha salido de fábrica. La Regula la parte M de la Normativa de EASA.
Aeronavegabilidad Inicial	Es la condición que cumple una aeronave para garantizar un vuelo seguro cuando sale de fábrica y se emite su primer Certificado de Tipo y Certificado de Aeronavegabilidad. La regula la Parte 21 de la Normativa EASA.
Calificación Aeronáutica	Es la declaración oficial de cumplimiento de las normas militares o, en su defecto, civiles para uso aeronáutico.
Cambio	Es toda modificación llevada a cabo sobre los datos de diseño una vez aprobados.
Certificación	Cualquier forma de reconocimiento de que un producto, componente o equipo, una organización o una persona cumple los requisitos aplicables, incluidas las disposiciones del Reglamento Base y sus normas de aplicación, así como la expedición del certificado pertinente que acredite dicho cumplimiento.
Certificado de Aeronavegabilidad	Se entiende por certificado de aeronavegabilidad el documento que sirve para identificar técnicamente una aeronave, definir sus características y expresar la calificación que merece para su utilización, deducida de la inspección en tierra y de las correspondientes pruebas en vuelo.
Certificado de Puesta en servicio	Es el documento que garantiza que los trabajos efectuados en la aeronave o sus componentes cumplen la reglamentación de aeronavegabilidad.
Cliente	Persona o empresa que utiliza los servicios de un profesional o de una empresa, especialmente la que lo hace regularmente.
Componentes y Equipos	Cualquier instrumento, dispositivo, mecanismo, componente, aparato o accesorio, incluido el equipo de comunicaciones, que se utilice o que pueda utilizarse para la utilización o el control de una aeronave en vuelo y que esté instalado o fijado en una aeronave. Se incluyen los componentes del fuselaje, el motor o la hélice.
Concesión	Autorización del RAC (responsable del aseguramiento de la Calidad del MINISDEF) y/o comprador para el uso, liberación o aceptación de un producto no conforme.

Concepto	Definición
Configuración	Las características funcionales y físicas del producto como se describen en el diseño.
Declaración de Aeronavegabilidad	La declaración realizada por la solicitante previa a la realización de rodajes iniciales de motores, primer vuelo o ensayos en vuelo, en donde se establecen los resultados de los estudios, análisis y ensayos en tierra, así como las limitaciones de aeronavegabilidad y operacionales necesarias para garantizar las condiciones de seguridad aceptables para dichas operaciones en la envolvente de vuelo propuesta.
Desviación	Es todo aquel no cumplimiento con respecto a los requisitos de cliente o regulación aplicable. Puede ocasionar o no una no conformidad.
Defecto	Discrepancia o avería encontrada en una aeronave que modifica la configuración de aeronavegabilidad aprobada y que merece una análisis y disposición.
Derogación	Procedimiento a través del cual se deja sin vigencia a una disposición normativa, ya sea de rango de ley o inferior.
Diferido	Defecto que se considera aceptable para el vuelo seguro y cuya resolución es aplazable en el tiempo. Se anotará como tal en el libro de la aeronave.
EASA FORM 1	Es el documento que certifica la Aeronvegabilidad inicial o continuada de un componente o artículo bajo normativa EASA.
EPA	Significa Aprobación Europea de Componentes. La Aprobación Europea de Componentes acredita que el artículo se ha producido de acuerdo con datos de diseño aprobados que no pertenecen al titular del certificado de tipo del producto relacionado, excepto para artículos ETSO.
Estándar de diseño de fabricación	Es la definición del producto fabricado de acuerdo al diseño de tipo y todas las modificaciones y procedimientos de operación subsecuente mente aprobados.
ETSO	(European Technical Standard Order) significa Estándar Técnico Europeo. El Estándar Técnico Europeo es una especificación detallada de aeronavegabilidad expedida por la Agencia para asegurar el cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento como estándar de prestaciones mínimas para determinados artículos.
FAA FORM 8130-3	Es el documento que certifica la Aeronvegabilidad inicial o continuada de un componente o artículo bajo normativa FAA.
Inspección prevuelo	La inspección llevada a cabo antes del vuelo para asegurar que la aeronave está en condiciones para el vuelo previsto.
Instrucciones de Mantenimiento	Son todas ordenes o documentos generados a partir de los datos aprobados del fabricante por el que un TMA sabe las tareas que debe llevar a cabo sobre una aeronave en un momento determinado.
IPA	Inspección de primer artículo.



Concepto	Definición
Mantenimiento en Línea	El mantenimiento en línea es cualquier mantenimiento que debe ser realizado antes del vuelo para asegurar que el avión está en condiciones de aeronavegabilidad para el vuelo. Esto puede incluir: "Troubleshooting". Rectificación de defectos. Cambio de componentes, con uso de equipos externos de prueba si fuera necesario. Cambio de componentes puede incluir elementos tales como motores. Mantenimiento programado y / o pruebas, incluyendo inspecciones visuales para detectar condiciones o discrepancias obvias no satisfactorias y que no requieran un examen intensivo. Puede también incluir, inspecciones de estructuras internas y sistemas y elementos de motor los cuales son visibles a través de aperturas de accesos o paneles rápidos. NDI: "Delamination coin tapping" y boroscopía en motores dentro del alcance de la organización, realizados por el personal cualificado y habilitado a tal efecto. Reparaciones y modificaciones menores que no requieran desmontajes extensivos y que puedan ser realizados por métodos sencillos. NDI: "Delamination coin tapping" y boroscopía en motores dentro del alcance de la organización, realizados por el personal cualificado y habilitado a tal efecto. Reparaciones y modificaciones menores que no requieran desmontajes extensivos y que puedan ser realizados por métodos sencillos.
Mantenimiento en Base	Todas aquellas tareas que no sean consideradas mantenimiento linea.
Materiales consumibles	Son aquellos Materiales no seriables que se sustituyen cada espacio establecido por desgaste o eliminación en el tiempo.
Materiales rotables-LRU-Seriables	Son aquellos materiales identificados con un número único, desmontables de la aeronave por avería o fallo, pero recuperables una vez hayan pasado por el taller especialista. Rotan entre aeronaves y su ubicación en una aeronave u otra se traza con su número de serie.
Parte de Vuelo	Es el documento más sencillo que muestra el estatus de la aeronave en un momento determinado. Se cumplimenta por cada organización antes de entregar el avión al siguiente eslabón de la cadena.
Preserie	Un número limitado de productos fabricados bajo las mismas especificaciones que se establecen como prototipos, antes de lanzar la fabricación en serie.
Programa de Mantenimiento	Es el programa establecido para preparar las instrucciones para la continua aeronavegabilidad de cada tipo de aeronave, motor o hélice. Estas instrucciones deben contener la información necesaria para realizar el mantenimiento del producto y deben incluir una sección titulada «limitaciones de aeronavegabilidad», que debe contener la información necesaria sobre los componentes con vida limitada, los intervalos de inspección mandatoria para la estructura y los sistemas y los procedimientos correspondientes.
Prototipo	Primer ejemplar que se fabrica de un producto siguiendo los datos de diseño aprobados y la configuración definida, y que sirve de modelo para fabricar el resto de la serie.



Concepto	Definición
Punto de Espera	Se trata del punto del proceso que conlleva una doble verificación o chequeo por parte de Calidad. No se puede pasar al siguiente punto sin completar esa doble verificación.
Software de riesgo de clase 1	El software de riesgo de clase I es aquel cuyo fallo o error de diseño puede impedir continuar de forma segura el vuelo o aterrizaje de la aeronave o llevar a cabo de forma inadvertida al armado, suelta o bloqueo del armamento.
Standard Parts	Componentes estándar según AMC M.A.501 (C): Son piezas definidas en una norma. Normalmente suelen ser tornillos, tuercas, arandelas, conectores, etc... Para considerarse Standard Parts, deben llevar asociadas una norma como las MIL, NAS, AN, SAE, etc.. que las defina y que su P/N coincida con el de la norma. La norma o especificación debe incluir toda la información necesaria para diseñar, fabricar e identificar la pieza, además de ser de carácter público, de forma que cualquier persona u organización pueda tener acceso. Un conjunto completo no se puede considerarse una Standard Part y necesita aprobación aparte.
Trazabilidad	La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde éste pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones todas con incertidumbres especificadas.
Usuario	Es el cliente final del producto entregado. Normalmente la Unidad de vuelo o táctica donde se enclavará la aeronave, el vehículo armado o no tripulado.
Versión	Es todo desarrollo de un modelo aprobado que se diferencia de este sólo en modificaciones menores.

ANEXO V:

REFERENCIAS

- AMC 25.1322 Alerting Systems.
- AC 25.19/AMC 25.19 Certification Maintenance Requirements.
- AMC 20-115 Software Considerations for Airborne Systems and Equipment Certification.
- AMC 25.901 (c) Safety Assessment of Powerplant Installations.
- RTCA, Inc., Document No. DO-160D/EUROCAE ED-14G, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment.
- Society of Automotive Engineers (SAE) Aerospace Recommended Practice (ARP) 4754A/EUROCAE ED-79A Guidelines for development of civil aircraft and systems.
- Society of Automotive Engineers (SAE) Aerospace Recommended Practice (ARP) 4761 Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment.
- Real Decreto-ley 8/2014, de 4 de julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.
- Real Decreto 552/2014, de 27 de junio, por el que se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y se modifica el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea.
- Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, y se modifican el Real Decreto 552/2014, de 27 de junio, por el que se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea.
- Real Decreto 866/2015, de 2 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de Aeronavegabilidad de la Defensa.
- Real Decreto 137/1993, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Armas.
- PECON 2009 Gestión de la Configuración.

- PECON 2100 Requisitos contractuales de Gestión de la Configuración.
- IT 4201.08A Instrucción Técnica. Proceso de gestión de la configuración. Elaboración y evaluación de planes de gestión de la configuración.
- PA/42/03 Gestión de no conformidades, acciones correctivas, desviaciones, concesiones y cambios.
- DEF STAN 00-250 - Human Factors for Designers of Systems.
- REGLAMENTO (CE) No 1592/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de julio de 2002 sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia Europea de Seguridad Aérea.
- Resolución 320/14294/2013, de 3 de octubre, de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), por la que se aprueban los requisitos esenciales de aeronavegabilidad.
- CER/PRO/GT/002/17 Procedimiento para la certificación de la aeronavegabilidad de sistemas aéreos militares wpilotados de forma remota (RPAS/UAS).
- AESA, APÉNDICES (18/09/2018) Guía sobre el contenido del estudio aeronáutico de seguridad
- Orden PCI/489/2019, de 26 de abril, por la que se publica la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, aprobada por el Consejo de Seguridad Nacional.
- Reglamento Delegado (UE) 2019/945 de la Comisión, de 12 de marzo de 2019, sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, de 24 de mayo de 2019, relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas.

TEDAE
Asociación Española de Empresas Tecnológicas
de Defensa, Seguridad, Aeronautica y Espacio