

## CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

**C.A.** : **121-369-01**  
**FECHA** : **19/05/2006**  
**REVISIÓN** : **1**  
**ORIGINADA POR** : **SDA/DGAC**

**TEMA:** IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE UN MANUAL DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO.

### 1. PROPÓSITO.

Esta Circular de Asesoramiento (CA) proporciona lineamientos para el desarrollo e implementación de un manual de factores humanos en mantenimiento que proporcione un método para registrar eventos vinculados con los errores en mantenimiento y que se pueda correlacionar con los factores que contribuyeron a esos errores, de tal manera de crear una base de datos de todos estos indicadores y con esta información establecer estrategias para prevenir los errores en mantenimiento.

### 2. REVISIÓN/CANCELACIÓN:

Esta revisión cancela la versión original.

### 3. APLICABILIDAD.

La presente CA es aplicable a todos los Explotadores Aéreos, Talleres de Mantenimiento Aeronáutico (TMA) certificados, personal de dirección, jefes de aseguramiento y control de calidad y todo el entorno relacionado con las actividades de mantenimiento.

### 4. REGULACIONES RELACIONADAS

Esta CA proporciona un medio aceptable para la DGAC, para el cumplimiento con la Parte 121 en las siguientes Secciones y sus equivalentes en las Partes 135 y 145:

121.135 : Contenido de Requerimientos de Manuales.  
121.369 : Requerimientos del Manual General de Mantenimiento.  
121.375 : Programa de Instrucción de mantenimiento y mantenimiento preventivo.

- 121.377 : Limitaciones del Tiempo de Trabajo del personal de mantenimiento y mantenimiento preventivo.
- 135.434 : Limitaciones de tiempo de trabajo del personal de mantenimiento y mantenimiento preventivo.
- 135.427 : **Requisitos del Manual General de Mantenimiento (135.427(b)(10)).**
- 145.45 : **Sistemas de Inspección de Control de Calidad (145.45(g)(4)(xxii)).**
- 145.40 : Limitaciones de descanso y deberes para las personas que realizan funciones de mantenimiento en un TMA.
- Doc. OACI : Circular 253 AN/151 y Doc 9683-AN/950.

Referencias:

- <http://hfskyway.faa.gov/>
- [http://www.jaa.nl/maintenance/documents/humanfactors\\_frame.html](http://www.jaa.nl/maintenance/documents/humanfactors_frame.html)
- <http://homepage.psy.utexas.edu/homepage/group/HelmreichLAB/>
- <http://www.raes-hfq.com/xjaa.htm>
- ATA 113

## 5. DEFINICIONES.

Para efectos de esta CA, y con el fin de garantizar una interpretación y entendimiento estándar de la implementación y desarrollo de un Manual de Factores Humanos en Mantenimiento, se definen los términos y frases siguientes:

- a. **Administración de Recursos de Mantenimiento (MRM):** Un proceso general para mantener un nivel efectivo de comunicación y seguridad operacional en las operaciones de mantenimiento.
- b. **Comunicación:** El proceso de intercambiar información de una parte a otra.
- c. **Cultura de Seguridad Operacional:** Una actitud dominante, en toda la organización, que considera a la seguridad operacional como la prioridad principal que impulsa la manera en que los empleados efectúan su trabajo.
- d. **Equipo:** Un grupo de individuos interdependientes que trabajan juntos para efectuar una tarea específica.
- e. **Ergonomía:** La ciencia aplicada que tiene el objetivo de adaptar el trabajo o las condiciones laborales para mejorar el rendimiento del trabajador.
- f. **Factores Humanos:** El estudio científico de la interacción entre las personas y las máquinas.
- g. **Falla Activa:** Un tipo de error humano cuyos efectos se percibe inmediatamente en un sistema.
- h. **Falla Latente:** Un tipo de error humano cuyos efectos pueden permanecer inactivos hasta ser impulsados más tarde, casi siempre por otros factores.

- i. **Investigador:** Persona o grupo de personas dentro de una organización encargada por la Gerencia de Mantenimiento de evaluar los temas de factores humanos en mantenimiento.
- j. **Psicología:** La ciencia de la mente y el comportamiento.
- k. **Trabajo en Equipo:** Acción conjunta de un grupo de personas, en la cual cada persona subordina sus intereses y opiniones individuales a la unidad y eficiencia del grupo.

Las siguientes siglas:

- a. ETOPS: Operación de largo alcance con aviones bimotores (Extended-Range Operations with two Engine Aircraft).
- b. HF: Factores Humanos (Human Factors).
- c. ITV: Informe Técnico de Vuelo o Bitácora.
- d. MRM: Administración de Recursos de Mantenimiento (Maintenance Resource Management).
- e. MM: Manual de Mantenimiento.
- f. OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.
- g. RII: Ítem de Inspección Requerida (Required Inspection Item).

## 6. ANTECEDENTES.

En las iniciativas de la aviación con respecto a los factores humanos, el objetivo ha estado en forma tradicional en las tripulaciones técnicas y, en menor grado, en los controladores de tránsito aéreo. Se ha prestado mucho menos atención a los mismos factores humanos que afectan el desempeño de los técnicos de mantenimiento de aeronaves. Durante el diseño de las aeronaves, se presta atención a las consideraciones ergonómicas necesarias para mejorar el medio ambiente laboral para los pilotos (reduciendo así los riesgos por “errores del piloto”), pero hasta hace poco, se prestó menos atención a las consideraciones ergonómicas que reducirían el riesgo de los errores de los técnicos de mantenimiento. En cierta manera, esto es comprensible; cuando un piloto o un controlador de tránsito aéreo comete un error, las consecuencias adversas pueden llegar a ser evidentes casi de inmediato. Sin embargo, cuando un técnico de mantenimiento comete un error, las consecuencias adversas pueden no llegar a aparecer por semanas, meses o, incluso, años. De una manera, los actos inseguros de los técnicos de mantenimiento generan condiciones inseguras latentes tales como paneles flojos, cables mordidos o rajaduras no detectadas.

Debido a las consecuencias por demoras de tiempo, es casi imposible en muchos casos reconstruir el contexto y las condiciones de operación reales bajo las cuales el técnico de mantenimiento cometió el error. Sin grabadoras de vuelo o cintas de ATC para ayudar a reconstruir los eventos reales alrededor de los errores de mantenimiento, existen muchos menos datos significativos para desarrollar el entendimiento de los factores humanos en el mantenimiento de aviación. No obstante esta anomalía y la resultante falta general de literatura al respecto, el desempeño confiable y constante del personal de mantenimiento de aeronaves que las inspecciona y repara es vital para la seguridad operacional de la aviación.

El mantenimiento de aeronaves es un elemento fundamental del sistema en que se apoya la industria aeronáutica mundial. A medida que el tránsito aéreo y los estrictos requisitos de los horarios comerciales imponen mayores exigencias respecto a la utilización de las aeronaves, también aumentan las demandas y presiones sobre las operaciones de mantenimiento para obtener servicios a tiempo, tendencias que evidentemente continuarán. Esto traerá consigo más oportunidades para que se produzcan errores humanos y los consiguientes deslices en materia de seguridad, es por eso que es imprescindible entre otras cosas mejorar la comunicación, efectividad y seguridad operacional en las operaciones de mantenimiento.

*Problemas del Mantenimiento Contemporáneo:* Los errores humanos en mantenimiento e inspección de aeronaves pueden ocasionar incidentes graves y accidentes fatales. Siempre que un ser humano participa en una actividad, surge como consecuencia ineludible errores que cometen las personas (técnicos de mantenimiento). Las estadísticas demuestran que han aumentado notablemente el número de accidentes e incidentes de aeronaves relacionados con el mantenimiento. En la última década el promedio anual de accidentes e incidentes se ha incrementado en 100% mientras que el número de vuelos sólo aumentó en algo menos del 55%.

Las tareas de mantenimiento son muy complejas y variadas, donde las oportunidades para cometer errores son abundantes. El personal de mantenimiento con frecuencia desempeña sus funciones bajo bastante presión por razones de tiempo. El personal de los Talleres de Mantenimiento Aeronáutico (TMA) que atienden a las líneas aéreas comprende la importancia que tiene las horas de salida previstas. El personal técnico se ve obligado en muchos casos a realizar el mantenimiento a flotas de aeronaves con muchos años, lo que implica mayor cantidad de mantenimiento y precisión en la detección de fallas por envejecimiento; así mismo, la adquisición de nuevas aeronaves implica nuevas tecnologías y requiere de personal altamente calificado y con preparación adecuada para atender en muchos casos ambas tecnologías.

El error humano en mantenimiento se manifiesta comúnmente como una anomalía en la aeronave debido a acciones u omisiones del técnico de mantenimiento. Este error puede ser el que da lugar a una anomalía en la aeronave que antes no existía (ejemplo: una instalación incorrecta de un componente), o cuando no se detecta alguna condición insegura durante las inspecciones de las aeronaves (ejemplo: no detectar rajaduras).

La principal categoría de error de mantenimiento es la omisión, siendo la mayoría de los elementos que se omiten los de fijación, ya sea por no sujetarlos o sujetarlos mal. Las tareas inconclusas son las que tienen una alta incidencia de error. También las instalaciones incorrectas de los componentes y la falta de inspección y control de calidad apropiadas constituyen los errores de mantenimiento más frecuentes y repetidos.

Las características del error humano en mantenimiento son diferentes de otros entornos operacionales. Cuando una aeronave sufre un accidente o incidente el piloto siempre está presente. Si un controlador de tránsito aéreo se ve involucrado en un accidente o incidente, también casi siempre estará comunicado o se encontrará presente. Los errores de mantenimiento por el contrario no se identifican en el momento de cometerse; muchas veces el técnico de mantenimiento que comete el error no sabe que hubo una tarea realizada equivocadamente, y la detección puede ocurrir varios días, meses e incluso años después de cometido el error, o simplemente nunca.

Cuando se detecta un error humano en mantenimiento, solo se detecta porque se presenta alguna falla en algún sistema de la aeronave, pero pocas veces se saben las razones por las que ocurrió el error. Por este motivo no se dispone de datos para analizar las fallas de mantenimiento en términos de error humano.

El no disponer de datos causales en el propio lugar del error constituye un problema para la industria aeronáutica, lo que ha obligado a seguir un método de prevención e investigación para buscar causas específicas. Con excepción de los grandes accidentes, que se estudian en forma exhaustiva, muy pocas veces se buscan las causas específicas de los errores de mantenimiento en accidentes o incidentes y se les identifica simplemente como deficiencias.

## 7. PROCEDIMIENTO.

### **A. Factores Humanos – Mantenimiento e Inspección de Aeronaves**

*Reducción de los Errores de Mantenimiento:* Para reducir los errores en mantenimiento deben examinarse los siguientes temas:

- (1) Recolectarse datos sobre mantenimiento que facilite el estudio de la performance del ser humano en relación con el mantenimiento.-** La clasificación del error humano (descuido, deslices, equivocaciones, etc.) no es relevante para el estudio de los errores en mantenimiento, lo importante es vincular en forma obvia el tipo de error con la gestión de mantenimiento.

Es imprescindible mejorar las técnicas de recopilación e investigación de datos sobre la performance del ser humano, para proporcionar un marco observable, minimizar las evaluaciones subjetivas, y conseguir que los Gerentes de Mantenimiento respalden dichas técnicas. Por lo que es preciso investigar los errores de mantenimiento desde un punto de vista

amplio, buscando entre los hechos comunes a los accidentes e incidentes todos aquellos aspectos que facilitarán el trabajo de grupo de los técnicos de mantenimiento con miras a incrementar los márgenes de seguridad del sistema de mantenimiento. La clasificación de los errores basada en los procesos o las tareas reportan beneficios a corto plazo (ejemplo: desmontar componentes, instalar componentes, reparar, servicios, etc.). Esta metodología evita la resistencia a la colaboración de los técnicos por no orientarse hacia la búsqueda de culpables, presenta simplemente los hechos y señala el modo de mejorar el sistema y los procedimientos.

Estrategias de prevención del error humano en mantenimiento:

Reducción / Eliminación de errores, tiene por finalidad intervenir directamente en la fuente del error (ejemplo: mejor acceso, mayor iluminación, mejor instrucción, etc.).

Captación de errores, detectar el error antes de que **se libere o se autorice a operar a** la aeronave (ejemplo: verificación de las tareas, pruebas funcionales y operacionales después de las tareas, inspección de las tareas, etc.).

Tolerancia de errores, capacidad del sistema para aceptar un error sin que ocurran consecuencias graves.

De estas tres estrategias solo la de reducción de errores ataca directamente el error como tal.

- (2) Establecer un mayor acercamiento de la psicología aeronáutica con el mantenimiento de aeronaves.-** Se ha logrado un gran avance en los factores humanos con las tripulaciones técnicas gracias a la estrecha relación entre el psicólogo y el piloto, mejorando notablemente la seguridad operacional. Sin embargo, la relación entre el psicólogo y el técnico de mantenimiento aún no se materializa.

Para reducir los errores en mantenimiento los psicólogos deben examinar más que la interfaz **hombre-máquina**, un método de análisis de sistemas que estudie el conjunto, entendiendo las **causas** el error y su corrección.

- (3) Desarrollar métodos y herramientas que ayuden a los Gerentes de Mantenimiento a tratar el tema de factores humanos en forma más analítica.-** La interfaz humana con un sistema de mantenimiento complejo es tarea que requiere gran discernimiento analítico y conocimientos sobre la capacidad cognoscitiva del ser humano, por lo que es sumamente importante la participación de especialistas en factores humanos y psicólogos como apoyo a las Gerencias de Mantenimiento, principales responsables de la gestión en prevención de accidentes.

## **B. Factores que Contribuyen al Error Humano en Mantenimiento**

Algunos ejemplos de factores que contribuyen al error humano en mantenimiento se muestran en el Apéndice 3.

- a) *Intercambio de Información:* Es sumamente importante que la información de mantenimiento sea comprensible para quienes deben utilizarla. Debe cerciorarse que las instrucciones se han comprendido bien y no existen malas interpretaciones. El lenguaje técnico, generalmente inglés, debe ser suficientemente conocido para evitar malas interpretaciones.

El intercambio de información con los fabricantes y entre líneas aéreas es crucial. Los problemas de mantenimiento o incidentes deben ser rápidamente difundidos a los fabricantes y otros explotadores para evitar accidentes. La DGAC cumple un papel importante en este tema.

Una mala ejecución del intercambio de información en los cambios de turno es otro aspecto del sistema de una organización de mantenimiento que genera accidentes. Estos cambios de turno se relacionan generalmente con trabajos nocturnos. Las causas de este error pueden ser: elevada incidencia de enfermedades respiratorias, estrés, fatiga, entre otros.

- b) *Comunicaciones:* Las comunicaciones son el tema más importante dentro de factores humanos relativos al mantenimiento de las aeronaves; sin comunicaciones sería difícil mantener las normas de seguridad. En mantenimiento hay un volumen enorme de información que debe prepararse, transmitirse, asimilarse, utilizarse y registrarse para que una flota conserve su aeronavegabilidad.

La falta de comunicación dentro de las organizaciones de mantenimiento son estadísticamente las mayores causales de accidentes. En cada una de las investigaciones se ha comprobado la existencia de varias fallas latentes y deficiencias graves en las interfaces **hombre-hombre y hombre-procedimiento**.

- c) *Equipos, Herramientas y Partes:* Son las herramientas y materiales necesarios para realizar las tareas de mantenimiento. Los equipos y herramientas se refieren a equipos de pruebas no destructivas, bancos de trabajo, torquímetros, desarmadores, bancos o cajas de prueba y herramientas especiales que figuran como requerimiento en los procedimientos de mantenimiento (MM). Las partes se refieren a partes de avión que van a ser reemplazadas.

Equipos y herramientas inseguras pueden distraer al técnico de mantenimiento de las tareas que realiza, afectando así a la seguridad. Si los equipos o herramientas no están disponibles o están inaccesibles, el técnico de mantenimiento puede usar otro equipo o herramienta, **que si no es** funcionalmente equivalente y aceptado **puede contribuir al error**.

Otros factores que pueden contribuir al error humano en mantenimiento incluyen instrumentos con calibración vencida, utilización de equipos no confiables o de equipos y herramientas sin instrucciones de uso.

Partes que se encuentran incorrectamente rotulados pueden contribuir a una instalación o reparación inapropiada.

- d) *Configuración y Diseño de la Aeronave:* Una aeronave debe ser diseñada y configurada de tal manera que las partes y sistemas sean accesibles para el mantenimiento. El técnico de mantenimiento debe ser capaz de alcanzar una parte, removerla desde su lugar de ubicación y fácilmente reemplazarla. Cuando se analiza el acceso como un factor contribuyente al error humano en mantenimiento, debe ser visto como un factor contribuyente real, y no como una inconveniencia o incomodidad para el técnico de mantenimiento.

La variedad en la configuración entre diferentes modelos y aviones contribuye al error humano en mantenimiento cuando existen pequeñas diferencias entre las configuraciones que requieren tareas de mantenimiento que deben ser realizadas de manera diferente o requieren partes diferentes que no **pueden ser diferenciadas con facilidad**.

- e) *Trabajo y Tareas:* El trabajo de un técnico de mantenimiento puede ser separado en una serie lógica de tareas. En ciertas circunstancias, cuando las tareas son pobremente planeadas y/o combinadas, el trabajo puede volverse rápidamente inmanejable. **Cuando el investigador percibe, opina, tiene la sensación o presiente que la "tarea" fue un factor contribuyente, debe analizar la combinación o secuencia de tareas. Cuando el investigador examina una tarea, debe determinar también si ha sido usada información escrita y qué destreza y conocimiento técnico se espera del técnico de mantenimiento.**

- f) *Conocimiento y Destrezas Técnicas:* La destreza técnica (habilidad) se refiere a las tareas o pasos que se espera pueda realizar el técnico de mantenimiento sin necesidad de tener que consultar otra información. La destreza técnica incluye aspectos tales como: capacidad de realizar un frenado, usar un torquímetro y remover partes comunes de un avión. Se entiende por carencia de destreza técnica que contribuya a un error humano en mantenimiento, a la destreza que se espera de un técnico de mantenimiento y que no tiene.

El conocimiento técnico se refiere al entendimiento del cuerpo de una información que aplica directamente a la realización de una tarea. El conocimiento técnico, como contribuyente del factor humano en mantenimiento, es el conocimiento del técnico de mantenimiento que se supone debe ser conocido (memorizado). Tres categorías de conocimiento son requeridos para los técnicos de mantenimiento: conocimiento de los procesos de la aerolínea, conocimiento de los sistemas de **la aeronave y el** conocimiento de las tareas de mantenimiento. Estas son discutidas en mayor detalle a continuación:

? Conocimiento de los procesos de la aerolínea se refiere al conocimiento de los procesos y prácticas de la aerolínea o TMA en donde trabajan los técnicos de mantenimiento. Ejemplo: procedimientos de cambio de turno, requerimientos de colocación de tarjeta a las partes, requerimientos de liberación, etc. Estos conocimientos son generalmente adquiridos a través del Manual General de Mantenimiento o Manual de Procedimientos de Inspección (TMA) y de las discusiones con los colegas en el trabajo. También pueden ser adquiridos de boletines informativos o entrenamiento especial (adoctrinamiento).

? Conocimiento de los sistemas de la aeronave se refiere al conocimiento físico de los sistemas y equipo de la aeronave (Ejemplo: ubicación y función de las bombas hidráulicas y opciones de re trabajado de las partes fatigadas o corroídas). Estos conocimientos son generalmente adquiridos del fabricante de la aeronave, del entrenamiento, de los manuales de mantenimiento, y de las discusiones con los colegas en el trabajo. También pueden ser adquiridos de revistas técnicas o informativos de mantenimiento.

Conocimiento de las tareas de mantenimiento se refiere al conocimiento requerido para realizar una tarea específica (Ejemplo: procedimientos para el drenado del sistema hidráulico y límite de desgaste de una llanta). Estos conocimientos son generalmente adquiridos de las instrucciones de mantenimiento o de las discusiones con los colegas en el trabajo. También pueden ser adquiridos de los rótulos del avión o características de diseño.

g) *Estado Físico y Salud:* Los factores que afectan la performance individual varían de una persona a otra e incluye aquellos factores que los individuos traen consigo al trabajo (ejemplo: fuerza y tamaño del cuerpo, salud, eventos personales) y aquellos causados por factores externos (ejemplo: presión de la opinión de los colegas, presión de tiempo y fatiga causada por el propio trabajo). Estos factores pueden ayudar a explicar los errores de mantenimiento cometidos por los técnicos de mantenimiento que generalmente son los mejores.

La salud física incluye la agudeza de los sentidos del ser humano así como sus condiciones físicas y de salud. Los sentidos, especialmente la vista, el oído y el tacto, juegan un papel muy importante en mantenimiento. Frecuentemente es requerido que los técnicos realicen tareas que están en los límites de sus capacidades sensoriales (Ejemplo: algunas tareas requieren buena visión y tacto tales como inspección por rajaduras o inspección por rebaba). Buen oído es también requerido para escuchar las instrucciones o retroalimentar antes y durante las tareas de mantenimiento.

La salud y estado físico influyen en la performance del trabajo del técnico de mantenimiento, que a veces exige esfuerzo físico. Esto plantea

dificultades cuando el técnico tiene sobrepeso, está enfermo o poco habituado a esfuerzos físicos, y puede dar lugar a que ciertas tareas no se realicen adecuadamente o se dejen incompletas. Es importante tener buena vista y distinguir los colores; con la edad se pierde la efectividad de la vista y debe corregirse con lentes. Es recomendable por esto y otros factores implementar prácticas de evaluación médica por parte de los explotadores **a su personal técnico**.

Condiciones físicas, tales como dolores de cabeza y dolores crónicos, también pueden provocar errores en mantenimiento. El uso de alcohol y drogas, así como el efecto de una variedad de medicinas que afectan negativamente a los sentidos. Enfermedades físicas tales como la gripe y enfermedades respiratorias pueden también afectar negativamente los sentidos y la concentración. Las enfermedades pueden también generar pérdida de energía que afecta a la fatiga.

La fortaleza y tamaño del cuerpo son dos factores obvios que afectan la habilidad del técnico de mantenimiento para realizar una tarea. Si alguien es demasiado pequeño para alcanzar un enchufe (plug) o no es capaz de bajar un componente de una ubicación alta, esto puede contribuir a un error en mantenimiento.

- h) *Fatiga*: La fatiga ha sido definida por la FAA como el agotamiento de las reservas de energía del cuerpo, generando una degradación de la performance. La fatiga puede tener un origen físico o emocional. Una fatiga aguda puede ser causado por estrés emocional, agotamiento de la energía física, carencia de sueño, carencia de comida, salud física deteriorada o sobre excitación. La fatiga también puede ser causada por el trabajo mismo. También puede causar fatiga la hora del día **en que se realiza el trabajo**, cuanto tiempo está trabajando y tareas complejas que requieren de un esfuerzo mental o tareas que requieren de un gran esfuerzo físico.

Los supervisores e inspectores de control de calidad deben estar atentos a los indicios de fatiga en los técnicos de mantenimiento.

- i) *Presión de Tiempo*: La presión con el tiempo es común a los técnicos de mantenimiento. La necesidad de terminar una tarea de mantenimiento para que un avión pueda ser liberado o terminar una tarea de mantenimiento mayor para que la aeronave pueda ser devuelta al servicio a menudo hacen sentir presión al técnico de mantenimiento para terminar su tarea. Existe una relación bien conocida entre la velocidad (apuro) y la precisión, en la que mientras más rápido se trata de concluir una tarea hay más probabilidad de que se produzca un error. Esta relación también se cumple para velocidad y seguridad. Sin embargo, cuando las cosas son hechas muy lentamente el tedio puede incrementar la posibilidad de error.

- j) *Presión de Opinión de los Colegas*: Esta presión puede influir en la performance de los técnicos de mantenimiento. Por ejemplo, puede haber

una presión de los colegas para no usar los manuales de mantenimiento porque sería un signo de carencia de conocimiento técnico. La presión de los colegas también influye en la conducta relativa a la seguridad.

- k) *Instrucción:* Los métodos de capacitación varían mucho de un país a otro. Normalmente los técnicos reciben su instrucción en centros o institutos autorizados que generalmente no los preparan adecuadamente para las necesidades de las líneas aéreas.

La instrucción de línea aérea debe incluir clases teóricas (**en aula**) y prácticas (**entrenamiento en el trabajo-OJT**), la misma que debe estar controlada y supervisada. Según la envergadura de la línea aérea, se puede utilizar la instrucción basada en computadora. Existen también sistemas más avanzados denominados sistemas de tutoría inteligente apropiados para aeronaves de alta tecnología.

Al ser las aeronaves cada vez más complejas, crece la importancia del trabajo en equipo en el mantenimiento de aeronaves. Al mismo tiempo, dicho mantenimiento demanda mayor especialización para enfrentarse a los nuevos materiales de las aeronaves, a los sistemas y a la dependencia de los sistemas computarizados. Irónicamente, al incrementarse la especialización, ha habido una tendencia de organizar a los especialistas técnicos en departamentos distintos; en la medida en que estos elementos organizativos se convierten en “silos funcionales”, ha habido una inhibición no saludable de las comunicaciones y del sentido de trabajo en equipo necesario para integrar a los técnicos de mantenimiento en una entidad coherente y efectiva. El índice de accidentes ofrece muchos ejemplos de fallas en las interacciones entre las especialidades técnicas y/o entre turnos.

Una dimensión importante de un programa de entrenamiento MRM efectivo es una apreciación sobre cómo los Factores Humanos pueden afectar el desempeño y, por tanto, la seguridad operacional. Ligado fuertemente al entrenamiento de MRM, se encuentra el desarrollo de una cultura de seguridad operacional corporativa, la cual incluye un sistema de reporte de incidentes y errores que apunta a entender mejor los factores subyacentes que contribuyen a los errores humanos. Ver la CA 121-369-02 “Entrenamiento en Administración de Recursos de Mantenimiento”.

- l) *Instalaciones y Entorno del Trabajo:* El entorno de trabajo del técnico de mantenimiento puede tener grandes repercusiones en la performance del técnico. No siempre las condiciones de trabajo son las ideales, tales como: buena iluminación, hangar plenamente implementado, etc. Mas bien se presentan condiciones adversas, tales como: tareas al aire libre, por la noche, con malas condiciones meteorológicas, etc.

Uno de los parámetros mas importante en los trabajos de mantenimiento es la iluminación, sin embargo es muy difícil conseguirla para todas las

tareas de mantenimiento. La mala iluminación ambiental en las áreas de trabajo es una deficiencia que puede provocar un error en mantenimiento. Generalmente la iluminación se consigue con linternas portátiles, que aunque son fáciles de transportar proveen poca luz. Las luces en los hangares son normalmente de difícil acceso para su limpieza y mantenimiento, dicha iluminación debería alcanzar entre 100 a 150 candelas por pie cuadrado (30 centímetros cuadrados) para considerarla adecuada.

Las tareas de mantenimiento e inspección bajo las estructuras y en zonas de espacio reducido requieren de iluminación especial (entre 200 a 500 candelas por pie cuadrado, como sea requerido). El empleo de dicha iluminación especial puede atenuar los problemas del elemento **hombre-ambiente de trabajo**. Si a esto se agrega la dificultad de que sea al aire libre y de noche, como generalmente se realiza, la situación se agudiza. La Gerencia de Mantenimiento debe ser consciente de la importancia de proporcionar una adecuada iluminación para cumplir las tareas de inspección y mantenimiento.

El ruido es otro factor importante del entorno de trabajo, el ruido puede provocar interferencia en **el intercambio de información** y afectar a la salud. El ruido puede producir fatiga, afectar el sistema nervioso, **producir sordera** y como consecuencia favorecer la comisión de un error. La Gerencia de Mantenimiento debe tomar las medidas preventivas de supresión o reducción de ruido en los entornos de trabajo en su origen y por medios de protección personal, enfatizándose la necesidad de su uso en su personal.

La temperatura del área de trabajo es otro factor que en algunos casos (frío o calor extremo) afecta seriamente la performance del técnico de mantenimiento. La iluminación, el ruido y la temperatura entre otros factores son variables que pueden reducir la efectividad de los trabajadores, incrementar el riesgo de accidente, daño o enfermedad de trabajo.

Los materiales tóxicos, peligrosos y algunas pruebas no destructivas (PND) son nocivos para la salud. Es responsabilidad del explotador o TMA mantener informado al técnico de mantenimiento de estos peligros, instruyéndolo en el manipuleo, almacenamiento seguro y medidas de seguridad en el caso de las PND, como por ejemplo pruebas por rayos X o radiológico.

El trabajo en plataformas, escaleras y grúas, son otros peligros presentes en el mantenimiento de aeronaves; las vibraciones inusuales y las superficies de trabajo sucias y **contaminadas** también podrían contribuir al error del técnico de mantenimiento **debido a la distracción que esto puede ocasionar afectando a la concentración durante la ejecución de las tareas**.

- m) *Supervisión y Liderazgo*: Aún cuando los supervisores (incluyendo a los inspectores de control de calidad) no realizan las tareas de mantenimiento, ellos contribuyen a los errores en mantenimiento si realizan un planeamiento, definen las prioridades y organizan el mantenimiento de una manera inadecuada.

La delegación o asignación de tareas es una destreza muy importante en la supervisión y si no es realizada apropiadamente puede resultar en una mala calidad del trabajo. Las tareas que exigen esfuerzo físico no deben estar seguidas de trabajos rutinarios que requieren de gran concentración. La Gerencia de Mantenimiento y los supervisores deben examinar cuidadosamente la asignación de tareas y la repercusión en el personal, así como las dificultades de **las actividades repetitivas**.

Debido a que muchas tareas de mantenimiento son complejas y exigen varias facultades de especialista y más de un solo turno para ser ejecutadas, los Gerentes de Mantenimiento y supervisores deben coordinar no sólo el trabajo de varios equipos sino también entre diferentes grupos. Coordinar los esfuerzos de diferentes acciones en diferentes turnos, cerciorándose del cumplimiento de los procedimientos prescritos, sigue siendo un reto significativo para los Gerentes de Mantenimiento.

**Existe una relación directa entre la actitud de la Gerencia de Mantenimiento y los supervisores, con respecto a las expectativas de los técnicos de mantenimiento que influye directamente en la calidad del trabajo realizado.** Los supervisores y la Gerencia de Mantenimiento deben también proporcionar dirección, mando e iniciativa. Es decir, ellos deben tener una visión clara de hacia donde la función de mantenimiento debe ser orientada y como conseguirlo. Así mismo, los supervisores y la Gerencia de Mantenimiento demostrar con su comportamiento lo que se espera de los demás.

- n) *Ambiente Organizacional*: La cultura de la organización puede tener un gran impacto en los errores en mantenimiento. Factores como comunicación interna con las organizaciones de apoyo, el nivel de confianza entre la Gerencia de Mantenimiento y los técnicos de mantenimiento, **compartir los éxitos** de la gerencia y logros técnicos, **motivación**, etc., todos afectan a la productividad y la calidad del trabajo. La manera cómo los técnicos sientan suyo su ambiente de trabajo y la habilidad para cambiar o mejorar los procesos y sistemas es la clave para la moral y auto estima de los técnicos, el cual a su vez afecta a la calidad de la performance de las tareas.

Las organizaciones conformadas alrededor de **departamentos aislados** tienden a tratar a las personas que son especialistas técnicos como partes intercambiables (por ejemplo: especialistas de aviónica, eléctricos o de hidráulica). **En donde un** centro de “control de trabajos” centralizado los despacha según la necesidad. Con demasiada frecuencia, “control de trabajos” interpreta incorrectamente las exigencias del trabajo,

despachando a los técnicos equivocados. Los técnicos llegan con un entendimiento inadecuado de las exigencias del trabajo, tal vez, habiendo traído las herramientas equivocadas, etc. Las observaciones efectuadas en muchas instalaciones de mantenimiento de transportadores internacionales reflejan líneas separadas de responsabilidad y pocas metas en común. Se incentiva la ejecución del trabajo individual en vez de trabajo en equipo. La resultante falta de identidad de equipo puede generar actitudes de indiferencia en el trabajador, siendo el resultado que los trabajadores, de manera individual, concluyen que su diligencia carecerá de valor debido a la actuación deficiente de los otros. Dichas organizaciones suelen culpar a los técnicos de mantenimiento por sus errores; se utiliza medidas disciplinarias para castigar a los “bribones” y se gasta poco esfuerzo en identificar y corregir las deficiencias organizativas sistémicas que comprometen la seguridad operacional.

La estructura de los equipos de trabajo debería ser tal que haya interdependencia en la información y una política de recompensas. Debería contarse con un mecanismo para identificar la performance de los individuos y también su contribución al rendimiento del equipo. Si se mide el rendimiento de la performance del equipo de trabajo como conjunto, la contribución de cada individuo no estaría definida con la objetividad necesaria. En ese caso algunos empleados tal vez no compartan el trabajo según les corresponde. Si se evalúa la performance de cada uno y además la productividad del equipo, todos los miembros del mismo considerarán que tienen una responsabilidad común y por otro lado se beneficiarán en la medida adecuada.

- p) *Automatización y Computarización:* Una dimensión importante de la naturaleza cambiante del mundo laboral del técnico de mantenimiento es la cada vez mayor dependencia de la automatización y computación; más y más procesos, operaciones y decisiones son asistidos o incluso controlados por computadoras y sistemas tecnológicos avanzados. Existe una dependencia cada vez mayor de los sistemas computarizados para casi todos los aspectos del manejo de la información, que incluye programación, informes, control de herramientas e inventarios, acceso a información vigente, etc. La mayoría de fabricantes de aeronaves ya tienen o están desarrollando versiones electrónicas de sus manuales de mantenimiento. Los técnicos pueden buscar fácilmente las versiones más actualizadas de la información necesaria en los terminales de computadora (PC) del área de mantenimiento. El técnico junto a la aeronave puede tener acceso a todo el manual de mantenimiento, todas las directivas de aeronavegabilidad de dicha aeronave, boletines de servicio, tarjetas de trabajo y procedimientos de inspección especializada. Los técnicos de mantenimiento de aeronaves pasan una parte significativa de su turno en el trámite administrativo y/o burocrático; ahora, es posible conservar de manera precisa (y legible) cada vez más registros utilizando sistemas computarizados –para un fácil acceso de los turnos siguientes y para futura referencia según sea necesario.

Muchas aeronaves de nueva generación poseen una capacidad incorporada para evaluar la condición de los equipos a bordo, tales como motores y sistemas electrónicos. Al encontrar un desperfecto del equipo en vuelo en estas aeronaves, la información (problema) es automáticamente almacenada y enviada a la instalación de mantenimiento de aeronaves por el equipo de comprobación incorporado (BITE) sin ninguna acción por parte de la tripulación técnica. En el aterrizaje, los técnicos de mantenimiento de aeronaves pueden estar esperando con las herramientas y materiales necesarios para devolver rápidamente la aeronave al servicio.

Cada vez más se requiere también equipos de prueba especializados en el hangar y en los TMA. Los equipos nuevos automatizados para la ejecución de tareas repetitivas se encuentran bajo continuo desarrollo; por ejemplo los dispositivos de inspección que atraviesan la piel externa de una aeronave y la inspeccionan para determinar la existencia de rajaduras, corrosión, remaches dañados u otras imperfecciones.

Se debe diseñar todos los sistemas de automatización avanzados para el mantenimiento de aeronaves tomando en cuenta las capacidades y limitaciones del técnico de mantenimiento de aeronaves (y su ambiente laboral). También es necesario entrenamiento especial para garantizar que los técnicos de mantenimiento poseen y retienen las facultades exigidas para explotar de manera total y segura las capacidades de las nuevas tecnologías. De otro modo, la automatización introduce nuevos conjuntos de problemas (es decir, factores que contribuyen con más posibilidades a los errores de mantenimiento).

- q) *Instrumentos de Trabajo Avanzado:* Se están desarrollando otras tecnologías que ofrecen información automatizada y que tal vez se utilicen en las aplicaciones dentro de la esfera de mantenimiento de las aeronaves civiles. Un ejemplo apropiado a este respecto es el sistema de información de mantenimiento integrado denominado IMIS. Este sistema contiene abundante tecnología computarizada que ayuda a los técnicos en los casos de mal funcionamiento de las aeronaves y de sus sistemas, y les facilita la realización de las tareas de mantenimiento requeridas. Es de fácil transporte hasta la aeronave que deba repararse, y se lleva con las demás herramientas de que precisa el técnico. El IMIS tiene una pantalla de cristal líquido (LCD) y en ella pueden presentarse los numerosos datos que se pueden almacenar en el sistema, tales como vistas por secciones de los equipos en forma agrandada, lista de repuestos, especialidades y técnicos necesarios para reparar un determinado sistema, procedimientos para realizar las pruebas y tareas de mantenimiento según el orden en que deben efectuarse, y diversas informaciones de otro tipo que en su mayor parte figuran normalmente en textos impresos, como por ejemplo manuales de mantenimiento y catálogos de repuestos. Un sistema tal que pueda conectarse con una barra de acceso especial para mantenimiento instalada en la aeronave y de ese modo recibir automáticamente la información sobre la situación en que se encuentran los sistemas de la aeronave. Esto a su vez proporcionará al técnico una evaluación de los sistemas y las medidas

correctoras que podría o debería llevar a cabo. El IMIS es un buen ejemplo de ayuda en la realización de los trabajos con capacidad para servir de gran apoyo a los técnicos de mantenimiento. Una de sus mejores características es la facilidad de transporte ya mencionada, por cuanto ahorra mucho tiempo que normalmente debería dedicarse a comprobaciones en la aeronave y la consiguiente consulta en las fuentes de información, es decir, las bibliotecas de carácter técnico.

En esta parte se ha presentado un resumen de los instrumentos automatizados y avanzados que pueden servir de ayuda para el desempeño de los trabajos y que existen en la actualidad o que pronto estarán disponibles a fin de que los técnicos de mantenimiento realicen mejor sus tareas. Se cuentan con otros conceptos en vías de elaboración en este momento; por ejemplo los aparatos automatizados que recorrerán la estructura externa de la aeronave y procederán a la inspección de la misma, para comprobar si se han producido fisuras o si existe corrosión, y si hay remaches deteriorados u otras fallas, lo cual facilitaría enormemente la labor del inspector. También se están estudiando otras ideas para automatizar los conocimientos técnicos del ser humano. Gran porcentaje del personal de mantenimiento de las líneas aéreas está pronto a retirarse o en edad de jubilarse. Todo este grupo posee enormes conocimientos de los métodos de mantenimiento e inspección de aeronaves, que evidentemente se perderán cuando estos individuos ya no formen parte activa del personal de las líneas aéreas. Si hubiera algún medio de conservar esta pericia, ordenarla apropiadamente y transmitirla al personal en edad de aprendizaje y menos experimentado, se conseguiría proteger la seguridad de las aeronaves, al menos desde el punto de vista de la experiencia de mantenimiento, e incluso mejorar dicha seguridad y realizar grandes ahorros de costos y tiempo. Algunas líneas aéreas ya están explotando este concepto para ponerlo en práctica.

### **C. Consideraciones y Estrategias relativas a la Prevención de Errores**

- a) *Antecedentes*: Los accidentes, por lo general, no se producen como consecuencia de un acontecimiento aislado o por un error individual, sino que es producto de una falla de sistema de varios eslabones del sistema aeronáutico. Las fallas en un TMA deben ser consideradas en su conjunto y no en los individuos, de esta manera y con el tiempo se minimizarán los accidentes debido a errores humanos en mantenimiento.

La complejidad de los errores en mantenimiento es muy diversa. Las fallas importantes en el sistema de mantenimiento y de defensa (**barreras de defensa**) ocasionan una avería generalizada en el sistema de mantenimiento aún cuando fue diseñado para tolerar errores.

- b) *Procedimiento de Registro de Errores Humanos en el Mantenimiento e Inspección de Aeronaves desde el Punto de Vista Operacional*: Se debe enfocar los factores humanos como cualquier otra iniciativa que afecta a las prácticas fundamentales de trabajo tal como los sistemas de calidad.

Una manera de introducir los factores humanos en la organización es creando un sistema que identifique las áreas problema como un tema o tarea específica y aislada. Una vez identificada cada nueva área problema por cualquier medio, será analizado y resuelto por un equipo (entrenado en factores humanos) juntado para ese fin. Se debe tener presente que cualquier metodología que se implemente para resolver problemas sobre factores humanos es beneficioso para el sistema de mantenimiento.

Cada explotador o TMA deberá desarrollar en esta Sección los formatos, procedimientos y la descripción de las tareas programadas para la captura de la información de errores de mantenimiento típicos de la organización o de sistema (explotador o TMA) que provocan incidentes de mantenimiento, son potenciales de un incidente/accidente o son fallas latentes. La DGAC recomienda utilizar la metodología desarrollada por Boeing, a través del "Maintenance Error Decision Aid" (MEDA), haciendo uso del formato que hemos adecuado a nuestra realidad y que se encuentra en el Apéndice 2 de esta CA, con la cual conseguiremos información de lo que está pasando (el incidente), por qué (factores que contribuyen al error humano en mantenimiento) e identificar los sistemas o barreras de defensa que fallaron para prevenir el error.

- c) *Estrategias para Prevenir los Errores Humanos en Mantenimiento:* Se deberá incluir en esta Sección los procedimientos de difusión y toma de conciencia de dichos errores de la organización o errores de sistema, y de las acciones correctivas y preventivas del explotador o TMA para corregir estas tendencias y prevenirlas.

Se debe tener presente que las acciones correctivas y preventivas que se propongan como solución a problemas de factores humanos deben estar orientadas hacia el individuo (tales como: instrucción, iluminación, protectores de ruido, descanso, salario a tiempo, etc.) y hacia el sistema (tales como: mejoramiento del procedimiento, cambio en las políticas, incentivo, motivación, etc.).

La DGAC recomienda utilizar las estrategias recomendadas por la metodología MEDA, y son:

Reducción/Eliminación del Error; la más usada y disponible estrategia para prevenir el error es aquella que directamente reduce o elimina los factores que contribuyen al error humano en mantenimiento. Ejemplo: (a) incrementar la iluminación para mejorar la confiabilidad de la inspección; y (b) usar procedimientos simplificados en inglés para reducir la posibilidad de una mala interpretación. Esta estrategia de prevención del error trata de mejorar la confiabilidad de la tarea eliminando cualquier condición adversa que incremente el riesgo de error en mantenimiento.

A menudo una investigación de un error específico no consigue establecer un relación significativa del factor que contribuye con el error bajo investigación. Algunas veces el efecto de ciertos factores que

contribuyen al error no es completamente entendido hasta que un buen número de eventos relacionados con el mismo factor son investigados. La dificultad para el responsable de una investigación es la presión para tomar acción con solo un evento. El dilema es cómo decidir una estrategia de prevención si no cuenta con un factor identificable que lo oriente hacia el error.

Captación del Error, son las tareas que son realizadas específicamente para identificar un error cometido durante una tarea de mantenimiento. Ejemplo: (a) inspección posterior a la tarea; (b) prueba funcional u operacional; o (c) un paso de verificación adicionado al final de un procedimiento largo. Captación del error es diferente de reducción/eliminación del error ya que no sirve directamente para reducir el error humano (Por ejemplo: adicionar un chequeo por fuga reduce muy poco la probabilidad de olvidar la instalación de un detector de metales (chip detector); sin embargo, reduce la probabilidad de que una aeronave sea despachada sin detector de metales). Esta es la razón por la que la mayoría de Autoridades Aéreas requieren de una inspección adicional de aquellas tareas de mantenimiento que pueden poner en peligro la seguridad de la operación de una aeronave si es que es realizada inapropiadamente como son los **Ítems** de Inspección requerida, o Required Inspection Items (RII).

Si bien es cierto captar constituye una parte importante del manejo del error, no obstante, existen nuevos puntos de vista que apuntan a confiar de manera excesiva en la estrategia de captación del error para manejar el error en mantenimiento. En teoría, añadir una inspección posterior a la tarea exige que se susciten dos errores humanos para que se produzca una discrepancia provocada por mantenimiento en un vuelo remunerado. Sin embargo, en estos últimos años, ha habido un punto de vista cada vez más generalizado de que, al verificar la inspección adicional la integridad de una instalación, ello ejerce un impacto negativo sobre la confiabilidad de una tarea básica. Es decir, los humanos se relajan consciente o inconscientemente si se sabe que se ha programado una tarea posterior para "capturar" cualquier tipo de errores que se hubiese cometido durante la primera tarea. No es inusual escucharle decir a un gerente de aerolínea que añadir una inspección no contribuyó en mucho a reducir la experiencia en servicio del error. Por ejemplo, varios transportadores grandes están eliminando las inspecciones de las tareas programadas de mantenimiento de línea, esperando mejorar la calidad.

Tolerancia al Error, ésta se refiere a la capacidad de un sistema para permanecer funcional incluso tras un error de mantenimiento. La ilustración clásica de ello lo constituye la pérdida de los tres motores de la Cía. Eastern Airlines en 1983 debido a detectores de partículas metálicas mal instalados. Como estrategia para prevenir la pérdida de varios motores, la mayoría de autoridades reguladoras que otorgan aprobación de vuelos de largo alcance en aeronaves con 2 motores (ETOPS) prohíben aplicar la misma tarea de mantenimiento a ambos motores antes del mismo vuelo. La teoría señala que incluso si se comete un error

humano, éste se limitará a sólo un motor. Éste no fue el caso en la pérdida de los tres motores de la Cía. Eastern Airlines. Una serie de errores humanos (la misma aplicación incorrecta de una tarea en los tres motores) casi ocasiona la pérdida de un avión.

Otro ejemplo de construir la tolerancia del error en la operación de mantenimiento lo constituye el programa de mantenimiento programado de estructuras que toleran daños (permitiendo que haya varias oportunidades para hallar una rajadura por fatiga antes de que alcance su longitud crítica).

La tolerancia al error, como estrategia preventiva, se suele limitar a las áreas fuera del control del investigador de primera línea. Sin embargo, es importante para el supervisor o investigador de primera línea estar alerta ante este tipo de estrategia preventiva así como considerarla cuando pueda ser la mejor manera de enfrentarse de manera efectiva al error.

Programas de Auditoria, se refiere a un enfoque que opta en realidad no por enfrentarse directamente al error. En otras palabras, al no tratar directamente de reducir/eliminar el error o al incrementar la tolerancia del error, la organización opta por hacer otra cosa. Lo que esto puede contemplar es una búsqueda de alto nivel de la organización, para ver si se puede hacer algo que sirva como estrategia preventiva. Los ejemplos de estos tipos de estrategias lo constituyen programas de **auditoria** independientes y entrenamiento de investigación especial. Las aerolíneas suelen implementar proyectos o programas de **auditoria** como un rápido arreglo en la respuesta a los errores. Sin embargo, estos programas no siempre tienen efectividad para reducir el error debido a la conciencia cortoplacista que proviene de éstos, por lo que la organización no siempre puede lograr cambios de largo plazo.

## 8. CONTACTOS PARA MAYOR INFORMACIÓN

Para cualquier consulta técnica adicional referida a esta Circular de Asesoramiento, dirigirse al Departamento Normatividad (DN) de la DGAC, telefax: 511-315-7800 (1452), correo electrónico: [dgacnormatividad@mtc.gob.pe](mailto:dgacnormatividad@mtc.gob.pe)

Para cualquier consulta en el área de operaciones adicional referida a esta CA, dirigirse a la Sub Dirección de Operaciones de la DGAC, telefax 511-315 7823, correo electrónico: [operaciones@mtc.gob.pe](mailto:operaciones@mtc.gob.pe).

## APÉNDICE 1

### LINEAMIENTO DE UN MANUAL DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO

Un Manual de Factores Humanos debe cumplir con el formato de todo manual técnico o de procedimientos; es decir, debe contener **registro** de revisiones, lista de páginas efectivas, tabla de contenido, **control del manual (distribución)**. **El detalle y desarrollo de los Capítulos 5 y 6 mencionados a continuación son parte de esta Circular de Asesoramiento.**

#### CAPITULO 1 - INTRODUCCIÓN

##### OBJETIVO Y POLÍTICA:

El objetivo debe ser un enunciado que defina con claridad el propósito y la estructura del Manual de Factores Humanos en Mantenimiento del titular de certificado de explotador aéreo (AOC) o TMA y su relación con la política y procedimientos de prevención de accidentes del explotador en los objetivos que sean comunes. Los enunciados de política a continuación del objetivo deben indicar las acciones del explotador desde el nivel y con el apoyo de la Gerencia General para cumplir con lo estipulado en este manual.

##### INTRODUCCIÓN

En esta parte debe colocarse la filosofía y metas, identificar al usuario designado en el mismo, así como también debe contener una declaración que enfatice el uso, los procedimientos y políticas del manual. Adicionalmente, se puede hacer referencia a algunos conceptos de factores humanos genéricos, por tratarse de un tema no muy difundido, que expliquen y aclaren la necesidad de considerar los factores humanos en mantenimiento como parte de una política de seguridad aérea.

#### CAPÍTULO 2 - DEFINICIONES

##### DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

Se debe definir los términos que se utilizarán constantemente en el manual, teniendo en cuenta que sobre factores humanos vamos a encontrar mucha terminología y conceptos que no han sido difundidos adecuadamente con relación a la importancia de este tema. Por ejemplo, los doce errores garrafales en mantenimiento, estrés, etc.

## CAPÍTULO 3 – DEBERES Y RESPONSABILIDADES

### DEBERES Y RESPONSABILIDADES:

Se debe sustentar mediante documentos los deberes y responsabilidades del personal responsable de velar por la prevención de accidentes y la seguridad aérea desde el enfoque de los factores humanos en mantenimiento (la DGAC recomienda que este tema sea responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de la Calidad o del área de Control de Calidad). El titular del certificado de explotador aéreo (AOC) o TMA debe precisar qué personal tiene a su cargo la responsabilidad **del desarrollo, dirección, seguimiento y administración de factores humanos en mantenimiento; debe incluir** las tareas desarrolladas en este manual para garantizar, minimizar o reducir **al mínimo** los casos de incidentes, accidentes potenciales y/o accidentes cuyo origen sea los factores humanos en mantenimiento. **La administración de factores humanos en mantenimiento debe incluir:**

- ✍ **Nombrar el coordinador responsable de factores humanos en mantenimiento;**
- ✍ **Identificación de quien será el encargado de desarrollar, dirigir y monitorear el programa de factores humanos en mantenimiento y sus actividades;**
- ✍ **Identificación de los problemas relacionados con los factores humanos en mantenimiento;**
- ✍ **Descripción de las tareas de factores humanos en mantenimiento;**
- ✍ **Establecer la estrategia de factores humanos en mantenimiento;**
- ✍ **Establecer los procedimientos necesarios para cumplir el programa de factores humanos en mantenimiento;**
- ✍ **Confeción y revisión del programa.**

## CAPÍTULO 4 – FACTORES HUMANOS – MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN DE AERONAVES

### REDUCCIÓN DE LOS ERRORES DE MANTENIMIENTO

Se deberán enfocar los siguientes temas:

- 1) Organizarse los datos sobre mantenimiento de manera que se facilite el estudio de aquellos aspectos de la performance del ser humano en relación con el mantenimiento.
- 2) Establecer un mayor acercamiento de la psicología aeronáutica o aplicación de la psicología en la aeronáutica en el mantenimiento de aeronaves.
- 3) Desarrollar métodos o herramientas que ayuden a los Gerentes de Mantenimiento (explotadores y TMA) a tratar el tema de los errores humanos en forma más analítica.

## CAPÍTULO 5 – FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL ERROR HUMANO EN MANTENIMIENTO

### INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

Se deberá establecer todos los aspectos referidos a la información y las comunicaciones que afectan a los factores humanos en mantenimiento.

## **EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y PARTES**

Se deberá establecer los aspectos de equipos, herramientas y partes que afectan la performance del técnico de mantenimiento.

## **CONFIGURACIÓN Y DISEÑO DE LA AERONAVE**

Se deberán establecer los aspectos dependientes de la aeronave que influyen en el trabajo del técnico de mantenimiento.

## **TRABAJO Y TAREAS**

Se deberá establecer la influencia de las tareas en el desempeño del técnico de mantenimiento.

## **CONOCIMIENTO Y DESTREZAS TÉCNICAS**

Se deberá definir y diferenciar el conocimiento y las habilidades en el campo del mantenimiento de aeronaves y su influencia en la performance del técnico de mantenimiento.

## **ESTADO FÍSICO Y SALUD**

Se deberá determinar la influencia de este factor en la ejecución del mantenimiento de aeronaves.

## **FATIGA**

Se deberá identificar las causantes de este factor y sus consecuencias en el desempeño del técnico de mantenimiento.

## **PRESIÓN DE TIEMPO**

Se deberá determinar cómo la restricción del tiempo afecta la performance del técnico de mantenimiento.

## **PRESIÓN DE OPINIÓN DE LOS COLEGAS**

Se deberá establecer como la opinión de los compañeros de trabajo puede afectar el desempeño del técnico de mantenimiento.

## **INSTRUCCIÓN**

Se deberán establecer los antecedentes de la instrucción en el Perú y en la organización (explotador o TMA), su importancia para evitar el error en mantenimiento y una referencia cruzada a los programas de entrenamiento teórica y práctica (OJT) establecidas por la organización.

## **INSTALACIONES Y ENTORNO DE TRABAJO**

Se deberá establecer las condiciones de trabajo y sus repercusiones en la performance del técnico de mantenimiento para comprender algunas causales de factores humanos o condiciones como: iluminación, hangares, ruido, materiales tóxicos y plataformas de trabajo.

## **SUPERVISIÓN Y LIDERAZGO**

Se deberá describir el efecto de la supervisión y el manejo de la gerencia en el técnico de mantenimiento.

## **AMBIENTE ORGANIZACIONAL**

### **Trabajo de Equipo**

Se deberán establecer los antecedentes y las ventajas de realizar trabajo en equipo en mantenimiento. Establecer las pautas para determinar el diseño del puesto de trabajo desde el punto de vista del concepto de equipo. La selección y dotación del personal del equipo debería ser con miembros cuya pericia sea variable. Así mismo, se requiere de un buen sistema de entrenamiento del equipo.

### **Sistema de Recompensa**

Se deberán describir las políticas implementadas por la organización (explotador o TMA) para identificar la performance de los técnicos y su contribución al rendimiento del equipo a fin de establecer una medida de recompensa y estímulo adecuada.

## **AUTOMATIZACIÓN Y COMPUTADORIZACIÓN**

Se deberá establecer los antecedentes del adelanto tecnológico en los sistemas de las aeronaves, los controles computarizados de los trabajos de mantenimiento y el acceso a la información técnica electrónica de las aeronaves.

## **INSTRUMENTOS DE TRABAJO AVANZADOS**

Se deberán describir algunas tecnologías de lo que se espera se utilicen en la esfera del mantenimiento de aeronaves.

## **CAPÍTULO 6 – CONSIDERACIONES Y ESTRATEGIAS RELATIVAS A LA PREVENCIÓN DE ERRORES**

### **PROCEDIMIENTOS DE REGISTRO DE ERRORES HUMANOS EN EL MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN DE AERONAVES DESDE EL PUNTO DE VISTA OPERACIONAL**

Se deberán desarrollar en esta Sección los formatos, procedimientos y la descripción de las tareas programadas para la captura de la información de errores de mantenimiento típicos de la organización o del sistema (explotador o TMA) que

provocan incidentes de mantenimiento, o son potenciales de un incidente/accidente, o son fallas latentes. Así como, los procedimientos de difusión y toma de conciencia de dichos errores de la organización, y de las acciones correctivas y preventivas del explotador o TMA para corregir estas tendencias y prevenirlas.

## **ESTRATEGIAS PARA PREVENIR LOS ERRORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO**

Se deberá desarrollar las estrategias para prevenir que los errores detectados vuelvan a ocurrir.

**APÉNDICE 2**

Formatos para el registro de los eventos que generan una investigación de factores humanos en mantenimiento, así mismo estos formatos sirven para registrar y luego crear base de datos de factores humanos en mantenimiento.

SECCION I- GENERALIDADES	
Referencia # : _____  Aerolínea: _____ Estación de ocurrencia del error: _____  Tipo de Aeronave: _____  Tipo de Motor: _____  Matrícula # : _____ ATA # : _____ Ref.# Evento Anterior Relacionado: _____	Nombre del <b>investigador</b> _____  Teléfono del <b>investigador</b> _____  Fecha de la Investigación __/__/____ Fecha del Evento __/__/____ Hora del Evento __: __ Am. Pm. Turno en el que ocurrió el error: 1° 2° 3° Tipo de Mantenimiento:  1) Línea _____ 2) Base _____  Fecha de Implementación de Cambios: __/__/____

SECCION II – EVENTO		
<p><b>A. Favor marque el evento</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Demora del vuelo (escribir cuanto) _ días _ hrs _ min _  <input type="checkbox"/> Cancelación del vuelo  <input type="checkbox"/> Retorno a puerta de embarque  <input type="checkbox"/> Corte de motor en vuelo  <input type="checkbox"/> Retorno después del despegue                             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Daños de la aeronave  <input type="checkbox"/> Lesiones  <input type="checkbox"/> Desviación  <input type="checkbox"/> Revisión de la aeronave  <input type="checkbox"/> Otros                             </td> </tr> </table> <p><b>Describe el incidente/degradación/falla (ej.: no presurizaba) que causó el evento</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<input type="checkbox"/> Demora del vuelo (escribir cuanto) _ días _ hrs _ min _ <input type="checkbox"/> Cancelación del vuelo <input type="checkbox"/> Retorno a puerta de embarque <input type="checkbox"/> Corte de motor en vuelo <input type="checkbox"/> Retorno después del despegue	<input type="checkbox"/> Daños de la aeronave <input type="checkbox"/> Lesiones <input type="checkbox"/> Desviación <input type="checkbox"/> Revisión de la aeronave <input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Demora del vuelo (escribir cuanto) _ días _ hrs _ min _ <input type="checkbox"/> Cancelación del vuelo <input type="checkbox"/> Retorno a puerta de embarque <input type="checkbox"/> Corte de motor en vuelo <input type="checkbox"/> Retorno después del despegue	<input type="checkbox"/> Daños de la aeronave <input type="checkbox"/> Lesiones <input type="checkbox"/> Desviación <input type="checkbox"/> Revisión de la aeronave <input type="checkbox"/> Otros	



**SECCION IV – LISTA DE CHEQUEO DE FACTORES CONTRIBUYENTES**
**A. Información ( ej: tarjetas de trabajo, procedimientos, manuales de mantenimiento, boletines de servicio, no rutinas, IPC, etc.)**

- |   |  |
|---|--|
| 1. No comprensible                                | 5. Proceso de actualización muy largo/ complicado                            |
| 2. Inaccesible/ no disponible                     | 6. Modificación incorrecta del manual del fabricante y Boletines de Servicio |
| 3. Incorrecto                                     | 7. Información no usada  |
| 4. Demasiado conflicto de información/ confusión. | 8. Otros (explique abajo)  |

**Describa específicamente como la Información verificada contribuyó al error:**


---



---



---

**B. Temas de Comunicación**

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. Entre departamentos      | 4. Entre tripulación y supervisor              |
| 2. Entre personas (colegas) | 5. Entre Supervisor y Gerente de Mantenimiento |
| 3. Entre turnos             | 6. Otros (explique abajo)                      |

**Describa específicamente como la Comunicación verificada contribuyó al error:**


---



---



---

**C. Equipo, Herramientas y Partes**

- |  |  |
|--|--|
| 1. Inseguro  | 7. Inapropiado para la tarea                     |
| 2. Inaccesible   | 8. No puede ser utilizado en el lugar de trabajo |
| 3. No confiable  | 9. Falta de instrucciones                        |
| 4. Deficiente distribución de los controles o pantallas (displays) | 10. Demasiado complicado                         |
| 5. Mal calibrado   | 11. Incorrectamente etiquetado                   |
| 6. No disponible   | 12. No se utiliza                                |
|  | 13. Otros (explique abajo)                       |

**Describa específicamente como el Equipo/ Partes/ Herramientas verificada contribuyó al error :**


---



---



---

**D. Configuración y Diseño de la Aeronave**

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Complejo                     | 4. Configuración variable entre modelos/aeronaves |
| 2. Inaccesible                  | 5. Otros (explique abajo)                         |
| 3. No da facilidades al usuario |   |

**Describa específicamente como la Configuración/ Diseño de la Aeronave verificada contribuyó al error:**


---



---



---

**E. Trabajo y Tareas**

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. Repetitiva/ monótona          | 5. Planificación/ prioridad de tareas por los técnicos inadecuada |
| 2. Compleja/ confusa             | 6. Diferente a otras tareas similares                             |
| 3. Nueva tarea o cambio de tarea | 7. Otros (explique abajo)   |
| 4. Aburrimiento/ complacencia    |   |

Describa específicamente como el Trabajo/ Tarea verificada contribuyó al error:

---

---

---

**F. Conocimiento y Destrezas Técnicas**

- |  |  |
|--|--|
| 1. Destrezas inadecuadas               | 3. Conocimiento inadecuado de los procesos de la aerolínea |
| 2. Conocimiento inadecuado de la tarea | 4. Conocimiento inadecuado de los sistemas de la aeronave  |
|  | 5. Otros (explique abajo)                                  |

Describa específicamente como el Conocimiento y Destrezas Técnicas verificado contribuyó al error:

---

---

---

**G. Estado Físico y Salud (Fatiga, Presión de Tiempo y Presión de Opinión de los Colegas)**

- |   |   |
|---|---|
| 1. Salud física (incluyendo vista y oído) | 5. Tamaño del cuerpo/ fuerza  |
| 2. Fatiga                                 | 6. Problemas personales   |
| 3. Presión de tiempo                      | 7. Distracciones/ interrupciones en el centro de trabajo durante la ejecución de las tareas |
| 4. Presión de opinión de los colegas      | 8. Otros (explique abajo)   |

Describa específicamente como el Estado Físico y Salud verificado contribuyó al error:

---

---

---

**H. Instrucción**

Describa específicamente como la instrucción verificada contribuyó al error:

---

---

---

---

---

**I. Instalaciones y Entorno de Trabajo**

- |                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| 1. Niveles altos de ruido | 8. Viento                          |
| 2. Calor                  | 9. Vibraciones                     |
| 3. Frío                   | 10. Limpieza                       |
| 4. Humedad                | 11. Sustancias peligrosas/ tóxicas |
| 5. Lluvia                 | 12. Fuentes de poder               |
| 6. Nieve                  | 13. Ventilación inadecuada         |
| 7. Iluminación            | 14. Otros (explique abajo)         |

**Describa específicamente como las Instalaciones y Entorno de Trabajo verificado contribuyó al error:**

---

---

---

**J. Supervisión/ Liderazgo**

- |   |   |
|---|---|
| 1. Tareas inadecuadamente programadas u organizadas | 4. Expectativas y actitudes que no concuerdan con la realidad |
| 2. Prioridad inadecuada de trabajo                  | 5. Supervisión excesiva                                       |
| 3. Delegación o asignación de tarea inadecuada      | 6. Otros (explique abajo)                                     |

**Describa específicamente como la Supervisión/ Liderazgo verificado contribuyó al error:**

---

---

---

**K. Ambiente Organizacional**

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1. Calidad de apoyo de las organizaciones técnicas (ej: ingeniería, planeamiento, publicaciones técnicas) | 3. Fuerza de trabajo inestable |
| 2. Políticas de compañía/ procedimientos de trabajo   | 4. Otros (explique abajo)      |

**Describa específicamente como el Ambiente Organizacional verificado contribuyó al error:**

---

---

---





## Explicación de llenado del formato

### Sección I – Generalidades

**Referencia # (Opcional):** Código de aerolínea más un número correlativo de tres cifras (ejemplo: PL001, PL002, etc.).

**Aerolínea:** Código de aerolínea o nombre corto (ejemplo: Aeroperú o PL).

**Estación de ocurrencia del error:** Estación donde ocurrió el error, no donde fue reportado.

**Tipo de Aeronave:** Fabricante y modelo (ejemplo: B-737-200, F-28 MK1000, etc.).

**Tipo de Motor:** Ejemplo: PW4000, JT8D-9A, etc.

**Matrícula #:** Número de registro de la aeronave.

**ATA #:** Capítulo ATA que más se aproxima al error que está bajo investigación (ejemplo: ATA 34-10).

**Referencia # Evento Anterior Relacionado:** Si esta investigación es repetida de un evento similar, colocar la "Referencia #" de la investigación anterior, si es aplicable.

**Nombre y Teléfono del Investigador:** Si se requiere mayor o más detallada información del **investigador**.

**Fecha de la Investigación:** Fecha de inicio de la investigación.

**Fecha del Evento:** Fecha en que ocurrió el evento.

**Hora del Evento:** Hora en que ocurrió el evento, si se conoce.

**Turno en que Ocurrió el Error:** Si se conoce.

**Tipo de Mantenimiento:** Que se realizaba cuando ocurrió el error.

- 1) **Línea:** Ejemplo: pre-vuelo, inspección de 360 grados, tránsito, etc.
- 2) **Base:** Ejemplo: Chequeo B, chequeo C, etc.

**Fecha de Implementación de Cambios:** Fecha en la que se documentaron e implementaron las estrategias de prevención recomendadas y aprobadas.

## Sección II – Evento

Un evento es la ocurrencia inesperada, no intencional o no deseada que interrumpe los procedimientos de operación normal y puede causar un incidente o accidente.

**NOTA 1:** El evento es por el cual se inicia todo el proceso de investigación y debe ser definido por el explotador aéreo o TMA de acuerdo a sus políticas y estándares de seguridad. Se deben registrar todos los eventos que deberán ser investigados.

**NOTA 2:** No usar esta Sección cuando el error de mantenimiento ha sido descubierto antes de que ocurra el incidente.

**NOTA 3:** En los TMA's es importante el registro de los errores de mantenimiento, que por razones obvias no necesariamente se vincula con un evento, salvo que el TMA realice servicio de línea a un explotador aéreo. Sin embargo, si el explotador aéreo determina que un error de mantenimiento vinculado a un evento, tiene su origen en un TMA específico, coordinará con dicho TMA para que en forma conjunta evalúen y tomen acciones correctivas y preventivas.

- A. Seleccionar todo evento que corresponda. Si no ocurrió un evento en la descripción colocar "N/A" (no aplicable).

Ejemplo de **descripción:** Durante el despegue la banda de rodamiento de la llanta N° 4 del tren principal se desprendió, dañando el flap posterior.

## Sección III – Error en Mantenimiento

Un error en mantenimiento es aquella acción o aquello que no se hizo, dentro de la organización de mantenimiento que derivó en un problema en la aeronave, que generó un evento definido por el explotador aéreo o TMA.

- A. Marque solo un error e identifique sus factores contribuyentes y su estrategia de prevención en las Secciones IV y V respectivamente.

**NOTA:** Algunas veces varios errores se combinan para causar un incidente (evento). Es importante que solo un error sea identificado en esta Sección. Si dos o más errores combinados causaron el incidente (evento), usar las Secciones III, IV y V en formatos separados y engraparlos a continuación al primer error registrado para identificar sus respectivos factores contribuyentes y la estrategia de prevención.

Ejemplo de **descripción:** Aparentemente el técnico de mantenimiento no midió adecuadamente la presión de las llantas (relacionado con el ejemplo de la Sección II "Evento").

#### Sección IV – Lista de Chequeo de Factores Contribuyentes

Esta lista de chequeo ayudará al **investigador** a identificar los factores contribuyentes **que podrían haber contribuido a que se produzca el error**. Si varios errores se combinaron para causar el evento, es importante que recuerde que solo debe identificar los factores contribuyentes para un error a la vez **(de acuerdo a lo indicado en al Sección III anterior)**. Usar las Secciones III, IV y V en formatos separados para errores múltiples **(uno por cada error)**.

- 1) Chequear todos los factores contribuyentes para el error identificado en la Sección III. Ver el Apéndice 3 para información adicional de cada factor **contribuyente**.
- 2) Colocar "N/A" (no aplicable) a cada factor contribuyente no relacionado con el error, en el espacio para la descripción.
- 3) Por cada factor **contribuyente** identificado, dar una descripción por escrito de cómo contribuyó al error.

#### Sección V – Estrategias de Prevención de Errores

- A. Esta Sección destaca las defensas de la organización que existían pero que fallaron para prevenir la ocurrencia del error. Marcar y describir todos los ítems relacionados con el error identificado en la Sección III.
- B. Listar todos los cambios propuestos o acciones recomendados para prevenir que ocurra el error otra vez. Puede incluir cambios basados en el análisis de los factores que contribuyeron a este error, así como mejorar el proceso o sistema basado en el análisis de datos de varios errores.

## APÉNDICE 3

A continuación se presentan algunos ejemplos de factores contribuyentes al error humano en mantenimiento.

### I. Ejemplos de Información:

1. No comprensibles
  - ? Palabras no familiares o acrónimos.
  - ? Formatos no estandarizados o inusuales.
  - ? Mala o **insuficientes ilustraciones**.
  - ? Insuficiente detalles o falta de pasos.
  - ? Procedimientos deficientemente **escritos**.
2. Inaccesible / no disponible
  - ? No existen los procedimientos.
  - ? No están ubicados en el lugar correcto o usual.
  - ? No está ubicado cerca al lugar de trabajo
3. Incorrecto
  - ? Ausencia de páginas o revisiones.
  - ? Las configuraciones de aeronaves no coinciden **con la información**.
  - ? Transferencia incorrecta **de la información del documento fuente**.
  - ? Secuencias **de los pasos** en diferente orden.
  - ? No existen las últimas revisiones.
  - ? Procedimientos no aplicables.
4. Demasiado conflicto de información / confusión
  - ? Procedimientos similares de diferentes fuentes no concuerdan.
  - ? Muchas referencias a otros documentos.
  - ? Configuraciones mostradas **en** diferentes fuentes no coinciden.
5. Proceso de actualización muy largo / complicado
  - ? Revisiones requeridas aún no han sido incorporadas.
  - ? Cambios de configuraciones realizadas por el boletines de servicio u **órdenes** de ingeniería no han sido actualizados en los procedimientos de mantenimiento que corresponde.
  - ? El pedido de cambio de documento no ha sido propuesto, ha sido perdido o llenado incorrectamente.
6. Modificación incorrecta del Manual de Mantenimiento / Boletines de Servicio del Fabricante
  - ? **No se encuentran las** propuestas de procedimientos del fabricante.
  - ? Se han agregado pasos o prácticas no estándar.
  - ? El formato no coincide con los procedimientos establecidos u otros procedimientos.

7. Información no usada
  - ? Procedimientos disponibles pero ignorados.
  - ? Técnicos muy familiarizados con los procedimientos.
8. Otros
  - ? Operador no puede utilizar información digital.

## II. Ejemplos de Comunicación:

1. Entre Departamentos
  - ? Comunicación escrita incompleta o vaga.
  - ? Información no dirigida (ruteada) a los grupos correctos.
  - ? Responsabilidades del departamento no claramente definida o comunicada.
  - ? La personalidad conflictiva crea barreras de comunicación entre departamentos.
  - ? Información no proporcionada a todos o **proporcionada** a destiempo.
2. Entre personas (colegas)
  - ? Falla en comunicar una información importante.
  - ? Mala interpretación de palabras, **intensión** o tono de voz.
  - ? Barreras de lenguaje.
  - ? Uso de jerga o términos inusuales.
  - ? Uso de **acrónimos** inusuales.
  - ? No cuestionar las acciones cuando era necesario.
  - ? No ofrecer ideas o propuestas de mejora a los **procedimientos**.
  - ? Personalidades diferentes.
3. Entre turnos
  - ? Cambio de turno no cumplido o mal hecho o muy rápido.
  - ? Registro inadecuado del trabajo realizado.
  - ? **Procedimientos** no documentados para que sean usados por todos los turnos.
  - ? Tarjetas de trabajo o listas de chequeo no mantenidas al día.
4. Entre la tripulación y el supervisor
  - ? Supervisor no comunica información importante a la tripulación.
  - ? **Inadecuado cambio** de turno verbal o asignación **inadecuada** de tareas al iniciarse el turno.
  - ? Funciones y responsabilidades que no están claras.
  - ? Supervisor no realiza retroalimentación con la tripulación en cuanto a la performance **de la aeronave**.
  - ? Tripulación no reporta problemas y se pierde oportunidades de mejorar los conocimientos del supervisor.
  - ? No son usadas las herramientas de comunicación (escritas, teléfonos, radios, etc.).
5. Entre el supervisor y el gerente de Mantenimiento
  - ? No existe comunicación o es muy poca.
  - ? No se discuten las metas y los planes regularmente.

- ? Gerente de Mantenimiento no realiza retroalimentación con el supervisor en cuanto a la performance.
- ? Supervisor no reporta problemas y se pierde oportunidades de mejorar los conocimientos del Gerente de Mantenimiento.
- ? Gerente de Mantenimiento no comunica información de importancia al supervisor.

6. Otros

- ? Fallas en las computadoras o la red con pérdida de información.
- ? Correo electrónico no usado o ignorado.

III. **Ejemplos de Equipos, Herramientas y Partes:**

1. Inseguro

- ? Plataforma **se mueve** además de **que es** inestable.
- ? Frenos o dispositivos de seguridad no operativos.
- ? Material antideslizante desgastado o faltante.
- ? Deficiencia o ausencia de un mecanismo de aseguramiento **o seguro**.
- ? Rótulos de indicación de precaución o advertencias están deterioradas o ausentes.
- ? Extremos con filos están expuestos o elementos de protección personal ausentes.
- ? Fuentes de poder no están marcados o protegidos.

2. Inaccesible

- ? Ubicación no adecuada o inusual (posiblemente es utilizada en otra aeronave u otra tarea).
- ? Muy lejos del lugar de trabajo.

3. No confiable

- ? Fluctuantes o intermitentes lecturas en los Indicadores.
- ? Malogrados o deteriorados.
- ? Límites de uso **expirados**.
- ? Partes con historial **de** defectos.

4. Deficiente distribución de los controles o pantallas (“displays”)

- ? **Posibilidad de una fácil lectura errónea de** la pantalla o el uso equivocado del control.
- ? Difícil de alcanzar o ubicación no apropiada.
- ? Muy pequeño para leer o controlar.
- ? Control de manipulación de las perillas o indicadores no son claras.

5. Mal calibrados

- ? Herramientas fuera de calibración desde su uso inicial.
- ? Especificaciones usadas equivocadamente durante el proceso de calibración.

6. No disponible

- ? No se compró o no hay en el almacén.

- ? No existe disponibilidad de partes.
- 7. Inapropiado para la tarea
  - ? Herramientas estándar **usadas** para el palanqueo.
  - ? No ser capaz de maniobrar con pesos, fuerzas, o presiones requeridas para la tarea.
  - ? Partes con **identificación** dañada, rota o fuera de fecha.
  - ? Uniones o conexiones de medida equivocada.
- 8. No puede ser utilizado en el lugar de trabajo
  - ? Espacio no adecuado para instalar partes u operar herramientas.
  - ? Requiere de un nivel de superficie donde no hay.
- 9. Falta de instrucciones
  - ? Falta de placas de instrucción o deterioradas.
  - ? Ausencia de marcas de orientación.
  - ? Instrucciones de uso de las herramientas no disponible.
- 10. Demasiado complicado
  - ? El uso de la herramientas requiere muchos movimientos simultáneos y/o lecturas.
  - ? Descarte de fallas o pruebas son muy complejas.
  - ? Instalación de partes requiere de mucho tiempo.
- 11. Incorrectamente etiquetado
  - ? Rotulación hecha a mano o instrucciones de operación son incorrectas.
  - ? Numero **de identificación (P/N, S/N)** equivocado en la pieza o herramienta.
  - ? Etiquetas ilegibles.
- 12. No se utiliza
  - ? Equipos, herramientas, partes a disposición pero no se usan.
  - ? Todas las partes no son instaladas durante una instalación múltiple.
- 13. Otros
  - ? **Dispositivos** de sistemas de protección **para** las herramientas **y** equipos, no disponibles.
  - ? Partes son frágiles, dañadas durante la instalación.
- IV. **Ejemplos de Configuración y Diseño de la Aeronave:**
  - 1. Complejo
    - ? Dificultad en el descarte de fallas en el sistema o componentes.
    - ? Instalación de los componentes es muy **complicada, prolongada** o **instalado erróneamente** invertido.
    - ? Múltiples conexiones de salida similares en el sistema o componentes (eléctricos, hidráulico, neumático, etc.).
    - ? Las pruebas de instalación para **el** componente son **extensas y confusas**.

- ? Diferentes tamaños de sujetadores pueden ser instalados en múltiples lugares.
- 2. Inaccesible
  - ? Componente o área a ser sometidas a mantenimiento **está** rodeada por estructura.
  - ? **Área** de mantenimiento no tienen puertas de acceso.
  - ? Se carecen de áreas de acceso para transitar o pasamanos.
  - ? Áreas pequeñas o de forma singular.
- 3. No da facilidades al usuario
  - ? Carencia de retroalimentación provista por componente o sistema.
  - ? Puede ser instalado fácilmente con la orientación equivocada.
  - ? No existen indicadores de dirección de flujo.
- 4. Configuración variable entre modelos / aeronaves
  - ? Partes similares en diferentes modelos son instalados **de manera** diferente.
  - ? Modificaciones de aeronaves han cambiado la instalación u otros procedimientos de mantenimiento entre aeronaves.
- 5. Otros
  - ? Componentes son muy pesados para ser removidos fácilmente o **para ser** instalados.
- V. **Ejemplos de Trabajo y Tareas:**
  - 1. Repetitiva / monótona
    - ? Pasos similares son realizados una y otra vez (**Ejemplo: abriendo** y cerrando los rompe circuitos durante una prueba larga).
    - ? Las mismas tareas son realizadas muchas veces en múltiples lugares (**Ejemplo: removiendo asientos**).
  - 2. Compleja / confusa
    - ? **Otras** tareas **múltiples** son requeridas durante esta tarea.
    - ? Muchos procedimientos (**pasos**) son requeridos al mismo tiempo por diferentes técnicos de mantenimiento.
    - ? Procedimientos largos con pasos de secuencias críticas.
    - ? **Sistemas** interactúan con otros sistemas durante pruebas o descarte de fallas.
    - ? Múltiples chequeos eléctricos son requeridos.
    - ? Tareas requieren de un esfuerzo excepcional sea mental o físico.
  - 3. Nueva tarea o cambio de tarea
    - ? Nuevo requerimiento **de mantenimiento** o componente.
    - ? Revisión **a** un procedimiento.
    - ? Modificaciones de ingeniería a la flota actual.
    - ? Nuevo modelo de aeronave.

4. Aburrimiento/Complacencia
  - ? Poco uso de los técnicos de mantenimiento (poca carga de trabajo).
  - ? No variar los técnicos de mantenimiento.
  - ? Poco uso de las destrezas del técnico de mantenimiento.
  
5. Planificación / prioridad de tareas por los técnicos inadecuada
  - ? Constantes interrupciones de trabajo para obtener herramientas o partes.
  - ? No ejecutan primero la preparación o planificación de tareas.
  - ? Demasiadas tareas para un tiempo limitado.
  - ? No son ejecutadas primero las tareas necesarias para la seguridad.
  
6. Diferente a otras tareas similares
  - ? Mismos procedimientos en diferentes modelos son ligeramente diferentes.
  - ? Cambios recientes en configuración tienen ligeros cambios de tareas.
  - ? Mismo trabajo en diferentes sitios de trabajo son ejecutadas ligeramente diferente.
  
7. Otros

El grupo de trabajo ejecuta las tareas de manera diferente de las estipuladas en la fuente (o información escrita).

#### VI. Ejemplos de Conocimiento y Destrezas Técnicas:

1. Destrezas inadecuadas
  - ? Historial de errores similares cometidos con frecuencia.
  - ? Instalación o servicios realizados en la aeronave deficientes aún cuando los procedimientos son claros y precisos.
  - ? Historial de un rendimiento deficiente después de un entrenamiento extensivo de las tareas, de los procedimientos de la aerolínea y de los sistemas de la aeronave.
  - ? Problemas de memoria o de escasas decisiones tomadas.
  
2. Conocimiento inadecuado de la tarea
  - ? Lento para terminar las tareas.
  - ? Cambio de las responsabilidades de mantenimiento del técnico.
  - ? Ejecución de tareas por primera vez por un técnico de mantenimiento.
  - ? Ejecuta las tareas en una secuencia equivocada.
  
3. Conocimiento inadecuado de los procedimientos de la aerolínea
  - ? No adquirir partes a tiempo.
  - ? Técnico nuevo en la aerolínea o en el tipo de trabajo (de línea pasa al hangar, etc.).
  - ? Procedimiento de la aerolínea no documentado o no enfatizado en el entrenamiento.
  
4. Conocimiento inadecuado de los sistemas del avión
  - ? Técnicos cambian a tipos de aeronaves o sistemas mayores.
  - ? Toma demasiado en hacer descarte de fallas o no las completa.

5. Otros

- ? Performance del técnico/ destreza no vigilada minuciosamente / **destreza no medida.**

VII. **Ejemplos de Estado Físico y Salud:**

1. Salud física

- ? **Agudeza de los sentidos** (pérdida de visión, **pérdida** auditiva, tacto).
- ? **No usar** lentes correctores **o lentes con medidas no apropiadas.**
- ? **No usar protectores para los oídos o** audífonos.
- ? Restricciones del campo visual debido al uso de equipos de protección visual.
- ? Enfermedad preexistente.
- ? Daño personal.
- ? Dolores crónicos que limitan los movimientos.
- ? Factor alimenticio (Dietas no balanceadas, falta de alimentación).
- ? Efectos adversos por medicación.
- ? Uso de alcohol o drogas.
- ? Malestar muscular/ daños leves en el tejido.
- ? Dolores crónicos en las articulaciones de las manos/ brazos /rodillas.

2. Fatiga

- ? Falta de sueño.
- ? Tensión emocional (Tensión, ansiedad, depresión).
- ? Juicio errado.
- ? Vigilancia inadecuada, poca atención, **no está** alerta.
- ? Dificultad de concentración.
- ? Reacción tardía.
- ? Incremento significativo de horas de trabajo o cambios de condiciones.
- ? Excesivos días de trabajo ("**duty time**") **o excesivo tiempo en un día de trabajo.**
- ? Demasiado tiempo dedicado a una tarea.
- ? Sobrecarga crónica.
- ? Saturación **con una** tarea (inspección de las filas de remaches).

3. Presión de Tiempo

- ? **Rápidos y** constantes **cambios** del ambiente **de trabajo.**
- ? Múltiples tareas para ser realizadas por una persona en un tiempo limitado.
- ? Incremento de trabajo sin incremento de personal.
- ? Mucho énfasis en el **programa de cumplimiento** sin una planificación apropiada.
- ? Recibir presión para culminar una tarea en menor tiempo del estipulado para liberar la aeronave del hangar.

4. Presión de Opinión de los Colegas

- ? Desgano de usar la información escrita **porque es observado por los demás técnicos como una carencia** de experiencia técnica/conocimientos.
- ? Carencia de confianza individual.

- ? Por no cuestionar otros procedimientos.
  - ? No aplicar los procedimientos de seguridad por que otros no lo siguen.
  - 5. Tamaño del Cuerpo/ Fuerza
    - ? **Mayor** requerida para la tarea.
    - ? Falto de habilidad de mantenerse en espacios reducidos.
  - 6. Problemas personales
    - ? Muerte de un familiar.
    - ? Problemas matrimoniales.
    - ? Trastornos de salud de un familiar.
    - ? Cambios de responsabilidades en el trabajo/ asignaturas.
    - ? Cambios en las condiciones de vivienda.
  - 7. Distracciones / Interrupciones durante la ejecución de las tareas
    - ? Confusión o desorientación sobre las tareas a realizar.
    - ? Obviar pasos en tareas de múltiples pasos.
    - ? No completar la tarea.
    - ? El medio ambiente de trabajo es muy dinámico.
  - 8. Otros
    - ? Ausentismo.
    - ? Vacaciones.
    - ? Descanso médico.
    - ? Actitud que produce riesgo (Falto de autoridad, invulnerable, resignación).
    - ? Comportamiento arriesgado.
- VIII. Ejemplos de Instalaciones y Entorno de Trabajo:**
- 1. Niveles altos de ruido
    - ? Ruidos muy altos limitan la comunicación necesaria para realizar las tareas.
    - ? Exposición prolongada a los ruidos muy altos reduce la habilidad de concentración y provoca el agotamiento.
    - ? El ruido fuerte **perturba** el sistema de retro-alimentación durante una prueba.
  - 2. Calor
    - ? **Área** de trabajo muy caliente por lo que se realiza el trabajo demasiado apresurado.
    - ? Temperaturas extremadamente altas ocasionan fatiga.
    - ? Exposición prolongada directo a la luz solar.
    - ? Componentes exteriores o estructuras muy calientes dificultan el trabajo a los técnicos de mantenimiento.
  - 3. Frío
    - ? **Áreas** de trabajo muy frías ocasiona que el trabajo se realice demasiado rápido.
    - ? Temperaturas extremadamente frías decrece el sentido del tacto.
    - ? Temperatura de ambiente extremadamente bajas dificultan el entorno de trabajo de mantenimiento.

4. Humedad
  - ? La alta humedad se deposita en la superficie de la aeronave, partes y herramientas.
  - ? La humedad contribuye a la fatiga.
5. Lluvia
  - ? **Dificulta** la visibilidad.
  - ? Ocasiona condiciones inseguras, **superficies resbalosas**.
6. Nieve
  - ? Dificulta la visibilidad.
  - ? Ocasiona condiciones inseguras y **superficies resbalosas**.
  - ? Dificulta los movimientos y que los trenes no tengan buen contacto con el piso.
7. Iluminación
  - ? Insuficiente para leer las instrucciones, letreros, etc.
  - ? Insuficiente para la inspección visual.
  - ? Insuficiente para la actividad de mantenimiento en general.
  - ? **Excesiva**, crea deslumbramiento, reflejo **o manchas en la visión**.
8. Viento
  - ? Interfiere con la habilidad de escuchar y comunicarse.
  - ? Mueve estantes y otros equipos (crea inestabilidad).
  - ? Sopla deshechos en los ojos, oídos, nariz y/o garganta.
  - ? Dificulta el uso de material escrito.
9. Vibraciones
  - ? Uso de las **herramientas que** ocasionan fatiga en las manos y brazos.
  - ? **Hace difícil** -mantenerse en la superficie.
  - ? Hace difícil la lectura de los instrumentos.
10. Limpieza
  - ? **Pérdida de equilibrio o asidero** debido a la suciedad, grasa o fluidos en las partes/superficies.
  - ? Desorden reduce el espacio disponible para trabajar.
  - ? **Suciedad reduce, dificulta o inhibe** la habilidad de realizar la inspección visual de las tareas.
11. Sustancias peligrosas/tóxicas
  - ? Reduce **la agudeza de** los sentidos (olfato, visión).
  - ? Exposición ocasiona dolor de cabeza, náuseas, mareos.
  - ? Exposición ocasiona quemaduras, escozor, dolor en general.
  - ? Equipo de protección personal limita los movimientos y/o **alcance**.
  - ? Ocasiona generalmente o repentinamente fatiga.
  - ? Ocasiona generalmente efectos prolongados en la salud.

12. Fuentes de Poder

- ? Indicaciones no marcadas de precaución o peligro.
- ? Dispositivos de protección faltantes o dañados.
- ? Motores **dejados** encendidos inapropiadamente.
- ? Dispositivos de protección de los circuitos no son utilizados o dañados
- ? Fricción de cables, pelados o desgastados.

13. Ventilación inadecuada

- ? Olores fuertes.
- ? Quemazón, ardor o **picazón** de los ojos.
- ? Dificultad para respirar (**falta de aire**).
- ? Fatiga repentina.

14. Otros

- ? **Áreas** organizadas no eficientemente (dificultad para encontrar las partes, tarjetas de trabajo, etc.).
- ? **Áreas** sobrecargadas de personal de técnicos de mantenimiento y/u otro personal.

IX. **Ejemplos de Ambiente Organizacional:**

1. Calidad de apoyo de las organizaciones técnicas

- ? Calidad inconsistente o **irregular** de soporte de información.
- ? **Información de soporte tardía o ausente.**
- ? Planes de Mantenimiento deficiente o no realista.
- ? Carencia de retro-**alimentación** en requerimientos de cambios.
- ? Desgano o **poco dispuesto** de efectuar una decisión técnica.
- ? Cambios constantes en los procedimientos de la compañía o en los programas de mantenimiento.

2. Políticas de la Compañía / procedimientos de trabajo

- ? Aplicación injusta o inconsistente de las políticas de la Compañía.
- ? No existen políticas estándar o no están enfatizadas.
- ? Estrategias **estándar** de prevención **del error** no existen o no son aplicadas.
- ? Inflexibilidad en considerar circunstancias especiales.
- ? Carencia de habilidad para cambiar o actualizar políticas.
- ? Políticas inhibe el reportar errores por lo tanto inhibe procesos de mejoramiento.

3. Fuerza de trabajo inestable

- ? Ocurren suspensiones laborales.
- ? Programas de jubilaciones prematuras **provoca una fuga de** experiencia.
- ? Reorganizaciones, consolidaciones y transferencias ocasiona más gente **esté en nuevos trabajos.**
- ? Bajar de categoría y recorte de sueldos.
- ? Cambios frecuentes de gerencias.

4. Otros

- ? Una compañía es adquirida por otra.

- ? Trabajo que antes se hacía internamente es ahora contratado.
- ? Nivel de todo el personal inadecuado.

**X. Ejemplos de Supervisión y Liderazgo:**

1. Tareas inadecuadamente programadas u organizadas.
  - ? Excesivo tiempo muerto entre tareas.
  - ? Insuficiente tiempo entre tareas.
  - ? Documentos de trabajo desorganizados.
  - ? Tareas no están en una secuencia lógica.
  - ? Las configuraciones del avión son cambiadas con mucha frecuencia durante las visitas a mantenimiento.
2. Prioridad inadecuada del trabajo
  - ? Técnicos no dicen cuales tareas van a realizar primero.
  - ? Tareas importantes o relativas a seguridad son programadas al final.
  - ? Descarte de falla no es realizado primero **por** las causas más probables.
3. Delegación o asignación de tarea inadecuada
  - ? Asignación de personal no adecuado para realizar la tarea.
  - ? Inconsistencia o carencia de **procedimientos** para las tareas delegadas.
  - ? Dar la misma tarea a la misma persona constantemente (**rutina**).
  - ? Muchas diferencias en las cargas de trabajo entre técnicos de mantenimiento o departamentos.
4. Expectativas y actitudes que no concuerdan con la realidad
  - ? Discusión, enojo e insatisfacción frecuente entre un supervisor y un técnico acerca de cómo realizar una tarea o cómo una tarea rápidamente puede ser terminada.
  - ? Presión en los técnicos de mantenimiento para terminar tareas más rápido de lo que es posible o razonable.
  - ? Reprender individuos especialmente enfrente de otros.
  - ? Intolerancia a los errores.
  - ? Todas las expectativas de performance del personal de mantenimiento no están basadas en la visión de la Gerencia de Mantenimiento.
5. Supervisión excesiva
  - ? Estilo de supervisión con sobre vigilancia.
  - ? Cuestionar frecuentemente las decisiones tomadas.
  - ? No involucrar a los empleados en las decisiones tomadas.
6. Otros temas de interés
  - ? Insuficiente supervisión.
  - ? Reuniones que no tiene propósito o agenda.
  - ? Supervisor no tiene confianza en las habilidades del grupo.
  - ? Gerente de Mantenimiento no da "ejemplo" y **por lo tanto** proporciona inadecuados estándares de trabajo para el personal de mantenimiento.