

Doc 9824
AN/450



Directrices sobre factores humanos en el mantenimiento de aeronaves

Aprobado por el Secretario General
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2003

Organización de Aviación Civil Internacional

Doc 9824
AN/450



Directrices sobre factores humanos en el mantenimiento de aeronaves

Aprobado por el Secretario General
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2003

Organización de Aviación Civil Internacional

Publicado por separado en español, árabe, chino, francés, inglés y ruso, por la
ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

La información sobre pedidos y una lista completa de los agentes de ventas y
libreros pueden obtenerse en el sitio web de la OACI:

www.icao.int

Primera edición 2003

**Doc 9824, *Directrices sobre factores humanos
en el mantenimiento de aeronaves***

Núm. de pedido: 9824

ISBN 978-92-9231-704-1

© OACI 2010

Reservados todos los derechos. No está permitida la reproducción de ninguna
parte de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni su transmisión, de
ninguna forma ni por ningún medio, sin la autorización previa y por escrito de
la Organización de Aviación Civil Internacional.

ENMIENDAS

La publicación de enmiendas se anuncia periódicamente en los suplementos del *Catálogo de publicaciones de la OACI*. El Catálogo y sus suplementos pueden consultarse en el sitio web de la OACI: www.icao.int. Las casillas en blanco facilitan la anotación de estas enmiendas.

REGISTRO DE ENMIENDAS Y CORRIGENDOS

[illegible][illegible]

PREFACIO

Extracto de una alocución del Presidente del Consejo de la OACI, Dr. Assad Kotaite, a la Reunión Plenaria del Grupo de estudio sobre aviación en el Linacre College, Universidad de Oxford, Reino Unido, el 16 de febrero de 2001:

“Deseo sugerir aquí hoy que la forma en que saldremos de la actual atolladero en seguridad operacional en que nos encontramos será mediante una perspectiva de organización. Creo firmemente que la contribución de la administración del sistema de aviación con respecto al mejoramiento de la seguridad operacional es fundamental. Los reglamentadores y las administraciones de líneas aéreas por igual definen el entorno en el cual los individuos realizan sus tareas. Definen las políticas y procedimientos que los individuos deben seguir y respetar. Asignan los recursos críticos que los individuos necesitan para alcanzar los objetivos de seguridad operacional y producción del sistema. Por último, cuando el sistema falla, deben investigar minuciosamente estas fallas y adoptar todas las medidas correctivas necesarias para evitar su repetición. En términos sencillos, los administradores desempeñan una función fundamental en la definición y mantenimiento de la cultura de seguridad de sus organizaciones”.

“Un aspecto crucial de la cultura de seguridad de una organización es la capacidad para enfrentar los errores humanos. Desde un punto de vista de organización, el error humano debería constituir un banderín de alerta para los reglamentadores y administradores, un posible síntoma de que algunos trabajadores no han podido alcanzar los objetivos del sistema debido a dificultades en los entornos laborales, fallas en las políticas y procedimientos, asignación inadecuada de los recursos u otras deficiencias en la arquitectura del sistema. Debemos enfrentar el hecho de que debido al error humano tendrán lugar desviaciones no deseadas e involuntarias con respecto a las normas. No obstante, las desviaciones por sí mismas no constituyen el problema. El peligro no está en experimentar desviaciones operacionales sino más bien en no contar con un proceso adecuado para gestionar estas desviaciones”.

“La gestión eficaz de las desviaciones surge del libre intercambio de información sobre errores operacionales que conducen a desviaciones. Por consiguiente, debemos crear un entorno laboral en el que cualquier persona puede sentirse segura en presentarse a brindar y compartir información sobre las desviaciones. En otras palabras, los seres humanos deben ser parte de la solución y no parte del problema. Se trata de un entorno no punitivo, que no obstante conserva el carácter de responsabilidad y rendición de cuentas de los individuos y la organización”.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Preámbulo	(xi)
Acrónimos y abreviaturas.....	(xiii)
Glosario	(xv)
Introducción.....	(xvii)
Capítulo 1. Por qué los factores humanos en el mantenimiento de aeronaves — antecedentes y justificación	1-1
1.1 Evolución e introducción.....	1-1
1.2 Accidentes e incidentes de mantenimiento en relación con otras causas	1-2
1.3 El costo de los errores de mantenimiento.....	1-2
1.4 El costo de las intervenciones de factores humanos	1-5
1.5 Significado de los factores humanos — conceptos y definiciones	1-7
1.6 Sistemas de calidad y factores humanos	1-10
1.7 Instrucción del personal técnico y AME.....	1-11
1.8 ¿Situación mundial o local?.....	1-11
1.9 Responsabilidad y gestión de riesgos	1-12
1.10 Necesidad de normas	1-13
Apéndice A del Capítulo 1 — Accidentes e incidentes importantes con factores humanos de mantenimiento como factores causales	1-A-1
Apéndice B del Capítulo 1 — Referencias.....	1-B-1
Capítulo 2. Cuestiones fundamentales relativas a los errores de mantenimiento	2-1
2.1 Introducción	2-1
2.2 Vigilancia normativa	2-1
2.3 La función de la administración	2-3
2.4 Instrucción.....	2-6
2.5 Fiabilidad de la inspección humana	2-6
2.6 Factores del entorno	2-9
2.7 La ergonomía y los factores humanos.....	2-10
2.8 Comunicación y diseño de documentos.....	2-10
2.9 Fatiga del personal de mantenimiento.....	2-11
Apéndice A del Capítulo 2 — Evolución del mantenimiento de aeronaves comerciales, 1970–1990.....	2-A-1
Apéndice B del Capítulo 2 — Ejemplos de factores locales y de la organización.....	2-B-1
Apéndice C del Capítulo 2 — Referencias.....	2-C-1

Capítulo 3. Contramedidas frente a los errores de mantenimiento	3-1
3.1 Introducción	3-1
3.2 Programas de gestión de errores — características genéricas	3-3
3.3 Implantación y organización	3-5
3.4 Comunicación y gestión de recursos de mantenimiento	3-6
3.5 Sistemas de inspección y calidad	3-7
3.6 Gestión de errores en el mantenimiento de aeronaves	3-8
3.7 Captación de errores	3-11
3.8 Intervenciones ambientales	3-12
3.9 Intervenciones ergonómicas	3-14
3.10 Intervenciones con documentos	3-15
3.11 Intervenciones sobre fatiga	3-16
3.12 Algunas intervenciones sencillas	3-19
Apéndice A del Capítulo 3 — Programas de factores humanos	3-A-1
Apéndice B del Capítulo 3 — Rotación/traspaso de turnos	3-B-1
Apéndice C del Capítulo 3 — Rotación/traspaso de tareas	3-C-1
Apéndice D del Capítulo 3 — Planificación y registro de tareas de mantenimiento no programadas	3-D-1
Apéndice E del Capítulo 3 — Factores ambientales	3-E-1
Apéndice F del Capítulo 3 — El programa de auditoría ergonómica (ERNAP) para organismos de mantenimiento reconocidos	3-F-1
Apéndice G del Capítulo 3 — Diseño de documentos para mantenimiento de aeronaves	3-G-1
Apéndice H del Capítulo 3 — Posibles intervenciones para la gestión de la fatiga	3-H-1
Apéndice I del Capítulo 3 — Aplicación del programa de mantenimiento — planificación	3-I-1
Apéndice J del Capítulo 3 — Referencias	3-J-1
Capítulo 4. Notificación, análisis y toma de decisiones	4-1
4.1 Introducción	4-1
4.2 Objetivos	4-1
4.3 Notificación de errores	4-2
4.4 Investigación, análisis y normas	4-4
4.5 Cerrando el círculo — gestión del error	4-5
Apéndice A del Capítulo 4 — Reducción, eliminación y prevención de errores	4-A-1
Apéndice B del Capítulo 4 — Sistemas de gestión de errores de mantenimiento	4-B-1
Apéndice C del Capítulo 4 — Declaraciones de inmunidad o confidencialidad	4-C-1

	<i>Página</i>
Apéndice D del Capítulo 4 — Notificación de incidentes — declaración de política de sanciones	4-D-1
Apéndice E del Capítulo 4 — Examen de sistemas de investigación y análisis de errores de mantenimiento para posible aplicación por un AMO, explotador o Estado.....	4-E-1
Apéndice F del Capítulo 4 — Investigación de los aspectos de factores humanos de un posible incidente por error de mantenimiento.....	4-F-1
Adjunto — Formulario de notificación sugerido para las investigaciones en factores humanos de los AMO.....	4-F-5
Apéndice G del Capítulo 4 — Referencias.....	4-G-1
Capítulo 5. Instrucción	5-1
5.1 Introducción	5-1
5.2 Antecedentes y responsabilidades	5-1
5.3 Necesidades y objetivos de la instrucción	5-2
5.4 Implantación y preparación del programa	5-4
5.5 Técnicas de instrucción.....	5-5
5.6 Evaluación.....	5-5
5.7 Capacitación del reglamentador	5-6
Apéndice A del Capítulo 5 — Diferencias en idoneidad y antecedentes entre CRM y MRM.....	5-A-1
Apéndice B del Capítulo 5 — Necesidades y objetivos de la instrucción en factores humanos	5-B-1
Apéndice C del Capítulo 5 — Otras lecturas y referencias	5-C-1
Capítulo 6. Política normativa, principios y soluciones	6-1
6.1 Introducción	6-1
6.2 Políticas y objetivos de reglamentación.....	6-1
6.3 Principios normativos	6-2
6.4 Diseño del programa de mantenimiento	6-3
6.5 Aplicación del programa de mantenimiento.....	6-4
6.6 Posibles soluciones de reglamentación	6-5
Apéndice A del Capítulo 6 — Cuestionario sugerido para la industria.....	6-A-1
Apéndice B del Capítulo 6 — Texto de reglamentación sugerido	6-B-1
Apéndice C del Capítulo 6 — Referencias.....	6-C-1
Capítulo 7. Textos de referencia adicionales.....	7-1

PREÁMBULO

La seguridad operacional de la aviación civil es el objetivo más importante de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Se ha logrado un gran progreso en el aumento de la seguridad operacional, pero son necesarias otras mejoras que también pueden alcanzarse. Se sabe desde hace mucho tiempo que los accidentes e incidentes de aviación son, en su mayoría, el resultado de un comportamiento humano imperfecto, por lo cual cabe esperar que cualquier adelanto en este sentido aportará una contribución importantísima al mejoramiento de la seguridad operacional de la aviación.

Así lo reconoció la Asamblea de la OACI, que adoptó en 1986 la Resolución A26-9 sobre seguridad de vuelo y factores humanos. En virtud de dicha Resolución de la Asamblea, la Comisión de Aeronavegación formuló el siguiente objetivo para la tarea en cuestión:

“Aumentar la seguridad operacional de la aviación instando a los Estados a que se muestren más conscientes y atentos a la importancia de los factores humanos en las operaciones de aviación civil, adoptando textos y medidas prácticas en relación con dichos factores, basándose en la experiencia adquirida por los Estados y elaborando y recomendado enmiendas apropiadas a los textos existentes de los Anexos y otros documentos en lo que respecta al papel de los factores humanos en los entornos operacionales actuales y futuros. Se hará especial hincapié en los aspectos relacionados con los factores humanos que puedan influir en el diseño, la transición y el uso en servicio de los futuros sistemas CNS/ATM de la OACI”.

Uno de los métodos escogidos para poner en ejecución la Resolución A26-9 es la publicación de textos de orientación, que comprenden manuales y una serie de compendios, que tratan de los diversos aspectos de los factores humanos y su impacto en la seguridad operacional de la aviación. Estos documentos están destinados principalmente a su uso por los Estados para aumentar el conocimiento de su personal sobre la influencia del comportamiento humano en la seguridad operacional.

Los destinatarios de los manuales y compendios son los gestores tanto de las administraciones de aviación civil como de la industria de las líneas aéreas (incluyendo los gerentes de seguridad operacional, instrucción, operaciones y mantenimiento), órganos normativos, dependencias de seguridad e investigación y los establecimientos de instrucción, así como el personal principal e intermedio de las líneas aéreas y de la gestión del mantenimiento.

El presente manual, que constituye un documento acompañante del *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683), es una introducción a la más reciente información disponible para la comunidad de la aviación civil internacional sobre el control del error humano y la elaboración de contramedidas relativas al error en los entornos operacionales. Proporciona orientación práctica a información de apoyo para ayudar a los Estados contratantes a establecer normas que se ajusten a las recientes enmiendas relacionadas con los factores humanos de los dos siguientes Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional: Anexo 1 — *Licencias al personal* y Anexo 6 — *Operación de aeronaves*.

Se tiene la intención de que este manual se mantenga en constante evolución y que sea actualizado mediante enmiendas periódicas. Las ediciones subsiguientes se publicarán a medida que las nuevas investigaciones aporten un conocimiento acrecentado sobre estrategias en materia de factores humanos y se adquiera una mayor experiencia operacional con respecto al control y gestión del error humano en los entornos de mantenimiento de aeronaves.

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AyP	Células y motores (mecánico)
AAC	Administración de Aviación Civil
AAIB	Oficina de investigación de accidentes de aviación (Reino Unido)
AAM	Oficina de medicina aeronáutica (FAA)
AAR	Informe de accidente aéreo
AC	Circular de asesoramiento (FAA)
ACJ	Circular conjunta de asesoramiento (JAA)
AD	Directiva de aeronavegabilidad
ADAMS	Seguridad operacional de despacho y mantenimiento de aeronaves (Informe de la Comunidad Europea)
ADREP	Sistema de notificación de datos sobre accidentes/incidentes (OACI)
AME	Mecánico de mantenimiento de aeronaves <i>Nota.— Para los fines de este manual, se utilizará AME con el significado de técnico/mecánico de mantenimiento de aeronaves</i>
AMM	Manual de mantenimiento del avión
AMMS	Sistema Aurora de gestión de accidentes aéreos
AMO	Organismo de mantenimiento reconocido
AMP	Personal de mantenimiento de aeronaves <i>Nota.— El término AMP se ha usado ocasionalmente en este documento en un sentido genérico para incluir a todo el personal que trabaja en un organismo de mantenimiento de aeronaves, incluyendo mecánicos, técnicos, inspectores, supervisores, administradores, planificadores e individuos con licencia de técnicos de mantenimiento de aeronaves (AMT). Cuando se hace referencia específica a los AMT, ello se aclara en el texto.</i>
AMT	Técnico de mantenimiento de aeronaves
AMTT	Instrucción de equipos de mantenimiento de aeronaves
ASAP	Programa de acción de seguridad operacional de la aviación (EUA)
ASRP	Programa de notificación de seguridad operacional de la aviación (EUA)
ASRS	Sistema de notificación de seguridad operacional de la aviación (EUA)
ATA	Asociación del transporte aéreo
ATC	Control de tránsito aéreo
ATM	Gestión del tránsito aéreo
BASIS	Sistema de información de seguridad operacional de British Airways
CAP	Publicación de aviación civil (Reino Unido)
CASA	Autoridad de seguridad operacional de la aviación civil (Australia)
CBT	Instrucción basada en computadoras
Cd	Candela
CFR	Código de reglamentos federales (EUA)
CF	Factores contribuyentes
CHIRP	Programa de notificación confidencial de incidentes de factores humanos (Reino Unido)
CITEXT	Texto interactivo centralizado
CNS	Comunicaciones, navegación y vigilancia
CRM	Gestión de recursos de tripulación
dba	Decibeles — ponderado en “A”
DDA	Ayuda para el diseño de documentación
EO	Orden de ingeniería
ERNAP	Programa de auditoria de aspectos ergonómicos

ETOPS	Vuelos a grandes distancias de aviones bimotores
FAA	Administración Federal de Aviación (EUA)
FAR	Reglamento Federal de Aviación (EUA)
ft-c	pies-candelas
GAIN	Red mundial de información aeronáutica
HF	Factores humanos
HVAC	Calefacción, ventilación y aire acondicionado
IBT	Instrucción basada en instructores
JAA	Autoridades conjuntas de aviación
JAR	Requisitos conjuntos de aviación (JAA)
JIC	Tarjeta de instrucciones de trabajo
Lm	Lumen
LOFT	Instrucción de vuelo orientada a las líneas aéreas
Lux	Lúmenes por metro cuadrado
MEDA	Ayuda en caso de decisiones erróneas en el mantenimiento (Boeing)
MEM	Gestión de errores de mantenimiento
MEMS	Sistema de gestión de errores de mantenimiento
MESH	Gestión e ingeniería en salud y seguridad laboral
MOR	Informe obligatorio sobre sucesos (Reino Unido)
MOU	Memorando de acuerdo
MRM	Gestión de recursos de mantenimiento
N/A	No se aplica
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (EUA)
NDT	Ensayo no destructivo
NTSB	Junta Nacional de Seguridad del Transporte (EUA)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OSH	Seguridad y salud laborales
PA	Anuncio público/sistema de altavoces
PC	Computadora personal
QA	Garantía de calidad
ROI	Rentabilidad de la inversión
SARPS	Normas y métodos recomendados
SB	Boletín de servicio
SHEL	S-soporte lógico/H-soporte físico/E-entorno/L-elemento humano
SL	Carta de servicio
SMM	Jefe de turno-mantenimiento
STAMINA	Instrucción en seguridad operacional para la industria de mantenimiento de aeronaves
TC	Certificado de tipo (para una aeronave o producto)
TEAM	Herramientas para análisis de errores en el mantenimiento
TOME	Herramientas/operadores/máquinas/entorno
TQM	Gestión de la calidad total
UKHFCAG	Grupo de acción combinada en factores humanos del Reino Unido

GLOSARIO

Actuación humana: capacidades y limitaciones humanas que repercuten en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas.

Asertividad: verbalización de una serie de “derechos” que corresponden a cada empleado. Algunos de estos derechos comprenden el derecho a decir “no”, el derecho a expresar sentimientos e ideas y el derecho a pedir información.

Complacencia: degradación de la vigilancia en una situación.

Comunicación: el proceso de intercambiar información de una parte a otra.

Comunicación asíncrona: comunicación en la cual existe un retardo de tiempo entre respuestas. La comunicación asíncrona se representa mediante un conjunto único de características, como la ausencia de claves de comunicación no verbal (lenguaje corporal, inflexión verbal, etc.). Entre los ejemplos de comunicación asíncrona se cuentan los mensajes de correo electrónico enviados por el supervisor diurno al supervisor nocturno o los memorandos dejados entre turnos o pasados entre el taller y el hangar.

Comunicación síncrona: comunicación en tiempo real en la cual existe un retardo mínimo entre el mensaje enviado y el mensaje recibido. Los ejemplos comprenden la conversación cara a cara y la comunicación por radio.

Conciencia de la situación: mantenimiento de un panorama mental completo de los objetos y sucesos circundantes así como la capacidad de interpretar dichos sucesos para uso futuro. La conciencia de la situación comprende conceptos como la animación, la atención y la vigilancia.

Conciencia de la situación del equipo: mantenimiento de un conocimiento colectivo en todo el equipo respecto de condiciones importantes relacionadas con el trabajo.

Cultura de la seguridad operacional: una orientación que impregna a toda una organización y coloca a la seguridad operacional como prioridad principal motivante de la forma en que los empleados realizan sus tareas.

Diseño de sistemas de instrucción: término genérico para la metodología de crear e implantar un programa de instrucción.

Equipo: grupo de individuos interdependientes que trabajan en conjunto para realizar una tarea específica.

Estresor: suceso u objeto que provoca estrés en un individuo.

Factores humanos: estudio científico de la interacción entre personas, máquinas y entre ambos.

Falla activa: tipo de error humano cuyos efectos se perciben inmediatamente en un sistema.

Falla latente: tipo de error humano cuyas consecuencias pueden estar en estado latente hasta ser activadas posteriormente, normalmente por otros factores de mitigación.

Gestión de recursos de mantenimiento: proceso general para mejorar la comunicación, eficacia y seguridad en las operaciones de mantenimiento de las líneas aéreas.

Gestión de recursos de tripulación: instrucción en factores humanos basada en un equipo para las tripulaciones de vuelo.

Interequipo: que ocurre entre equipos separados.

Intraequipo: que ocurre dentro de un equipo.

Liderazgo: capacidad de dirigir y coordinar las actividades de los miembros en grupo y estimularles a trabajar en conjunto como equipo.

Líder autoritario: persona que dicta las medidas y el rumbo del equipo con poca contribución de los miembros del mismo.

Líder participativo: persona que fomenta la participación y contribuciones de los miembros para que le ayuden a dirigir el curso de acción de un equipo.

Mantenimiento: realización de las tareas requeridas para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de una aeronave, incluyendo, por separado o en combinación, la revisión general, inspección, sustitución, rectificación de defectos y la realización de una modificación o reparación.

Modelo mental: representación de un subsistema en la mente de una persona, es decir cómo se piensa que se ha montado el sistema y cómo trabaja.

Normas: reglas de comportamiento previstas, aunque implícitas, que dictan las reglas fundamentales de vestimenta, habla e interacción básica.

Principios relativos a factores humanos: principios que se aplican al diseño, certificación, instrucción, operaciones y mantenimiento aeronáuticos y cuyo objeto consiste en establecer una interfaz segura entre los componentes humanos y de otro tipo del sistema mediante la debida consideración de la actuación humana.

INTRODUCCIÓN

1. En 1988, el Congresista estadounidense James Oberstar fue citado diciendo:

“¿Qué puede hacerse acerca del hecho de que la inspección de remaches sea una labor aburrida, tediosa, desconcertante y susceptible al error humano? ¿Cómo garantizamos que los medios establecidos para comunicarse entre sí son verdaderamente eficaces y que la información correcta se dirige a las personas adecuadas en el momento adecuado? ¿Cómo sabemos si la instrucción de inspectores y mecánicos es lo que debe ser? ¿Y cómo nos cercioramos de que lo será?”

Las preguntas planteadas en esta cita son retóricas, pero también prácticas e importantes para todos los que participan en el mantenimiento de aeronaves. La cita identifica con precisión algunos, aunque no todos, aspectos de factores humanos que se trataron en recientes enmiendas del Anexo 1 — *Licencias al personal* y Anexo 6 — *Operación de aeronaves*.

2. Los problemas de factores humanos pueden percibirse como difíciles debido a que están involucrados los seres humanos y los seres humanos no se comportan con arreglo a modelos matemáticos. No obstante, estos problemas deben ser tratados por los reglamentadores, la industria de la aviación y los individuos con el mismo rigor que ha tenido éxito en el tratamiento de problemas tecnológicos de las aeronaves antiguas y nuevas. La finalidad de este manual es proporcionar orientación sobre cómo enfrentar con éxito estos problemas de factores humanos.

3. Los errores cometidos durante el mantenimiento de aeronaves han sido costosos no sólo en términos de valor monetario sino que en algunos casos han ocurrido heridos y muertes. En consecuencia, a lo largo de los varios últimos decenios, la industria (tanto aeronáutica como no aeronáutica) y sus órganos comerciales, instituciones académicas e individuos han elaborado, implantado y publicado un volumen considerable de textos sobre factores humanos dirigidos a controlar dichos errores.

4. Los errores de mantenimiento no son propios de la persona, aun cuando es eso lo que el concepto convencional sobre seguridad querría hacer creer a la industria de la aviación. Los errores de mantenimiento están principalmente latentes dentro de factores laborales o de situación en un contexto determinado y surgen como consecuencia de compromisos mal gestionados entre los objetivos de producción y de seguridad. La solución de compromiso entre producción y seguridad constituye un equilibrio complejo y delicado y los seres humanos son por lo general muy eficaces en la aplicación de los mecanismos correctos para lograr con éxito este equilibrio, siendo esta la razón del extraordinario logro de la aviación en materia de seguridad. No obstante, el ser humano ocasionalmente gestiona o evalúa incorrectamente una tarea o los factores de situación y falla en el establecimiento de una solución de compromiso equilibrada, contribuyendo de esta manera a fallas en la seguridad.

5. Las soluciones de compromiso satisfactorias superan por mucho a las fallidas; por consiguiente, a fin de entender el desempeño humano en su contexto, la industria necesita captar, mediante análisis sistemáticos, los mecanismos en los que se apoyan las soluciones de compromisos satisfactorias al hacer funcionar el sistema dentro de sus límites, más bien que las que han fallado. Se sugiere que la comprensión de la contribución humana a los éxitos y fallas en la aviación puede lograrse mejor observando las operaciones normales más bien que los accidentes e incidentes.

6. Los Estados contratantes con gran número de actividades de aviación comercial ya han iniciado programas de factores humanos que comprenden la elaboración y publicación de textos de orientación e instrucción y la promoción de la concientización sobre factores humanos. Esta promoción de la concientización comprende no sólo a la industria de mantenimiento de aviación sino también al personal de las propias administraciones de aviación civil.

7. Además, recientes enmiendas del Anexo 1 y Anexo 6 exigen ahora a las autoridades de aviación civil de todos los Estados contratantes que observen las normas para reducir los efectos perjudiciales de las deficiencias de la actuación humana en el mantenimiento de aeronaves. Se tiene la intención de que este manual proporcione a las autoridades las herramientas para elaborar e implantar tales normas apropiadas a las actividades de aviación del Estado. En la Tabla A se presenta el texto de las normas y métodos recomendados (SARPS) sobre factores humanos de ambos anexos que abarcan el mantenimiento de aeronaves.

8. Este manual es un documento de orientación basado en el uso de textos actuales publicados por numerosas fuentes. En los textos se citan, se utilizan como ejemplos, se presentan como referencias o se analizan según corresponda.

Tabla A. SARPS de la OACI relacionados con el mantenimiento de aeronaves

<i>Anexo</i>	<i>Capítulo y sección</i>	<i>Párrafo y texto de la norma o método recomendado</i>
Anexo 1 — <i>Licencias al personal</i>	Capítulo 4. Licencias y habilitaciones para el personal que no pertenezca a la tripulación de vuelo. 4.2 Mantenimiento de aeronaves (técnico/mecánico)	4.2.1.2 Conocimientos ... Actuación humana e) actuación humana correspondiente al mantenimiento de aeronaves. ...
Anexo 6 — <i>Operación de aeronaves</i> Parte I — Transporte aéreo comercial internacional – Aviones	Capítulo 8. Mantenimiento del avión 8.3 Programa de mantenimiento	8.3.1 El explotador dispondrá, para uso y orientación del personal de mantenimiento y operacional en cuestión, de un programa de mantenimiento aprobado por el Estado de matrícula que contenga la información requerida en 11.3. En el diseño y aplicación del programa de mantenimiento del explotador se observarán los principios relativos a factores humanos. ...
	8.7 Organismo de mantenimiento reconocido	8.7.5.4 El organismo de mantenimiento se asegurará de que todo el personal de mantenimiento reciba instrucción inicial y continuada, apropiada para las tareas y responsabilidades que les hayan sido asignadas. En el programa de instrucción establecido por el organismo de mantenimiento se incluirá la instrucción en conocimientos y habilidades relacionados con la actuación humana, comprendida la coordinación con otro personal de mantenimiento y la tripulación de vuelo. ...
Anexo 6 — <i>Operación de aeronaves</i> Parte III — Operaciones internacionales – Helicópteros Sección II Transporte aéreo comercial internacional	Capítulo 6. Mantenimiento del helicóptero 6.3 Programa de mantenimiento	6.3.1 El explotador le proporcionará guía al personal de mantenimiento y explotación mediante un programa de mantenimiento aprobado por el Estado de matrícula que contenga la información prescrita en 9.3. En el diseño y aplicación del programa de mantenimiento del explotador se observarán los principios relativos a factores humanos. ...

9. Este manual sólo está dirigido a apoyar los objetivos y requisitos de seguridad operacional del Anexo 1 y Anexo 6. Algunos textos sobre factores humanos producidos por otros órganos comprenden información dirigida a mejorar la seguridad operacional del trabajador, la eficiencia de la industria o el desarrollo de carrera de los individuos. Si bien estos son objetivos muy valederos, no se exigen en los anexos y no se incluyen en este manual salvo cuando tienen influencia en la seguridad operacional de la aviación.

10. Este documento está diseñado como sigue:

- Capítulo 1. Por qué los factores humanos en el mantenimiento de aeronaves — antecedentes y justificación: este capítulo proporciona información de antecedentes sobre la importancia del conocimiento de los factores humanos y la justificación de su incorporación en el funcionamiento de las organizaciones de mantenimiento, incluyendo programas de instrucción para su personal técnico y mecánicos de mantenimiento de aeronaves (AME)*.
- Capítulo 2. Cuestiones fundamentales relativas a los errores de mantenimiento: en este capítulo se identifican algunos de los problemas principales que pueden conducir a errores de mantenimiento y contribuir a incidentes o accidentes en vuelo.
- Capítulo 3. Contramedidas frente a los errores de mantenimiento: en este capítulo se identifican algunas de las características genéricas de los cambios que deben introducirse en la organización de mantenimiento (incluyendo la instalación y la instrucción) para reducir los errores de mantenimiento. Se hace referencia a varios paquetes de textos de orientación disponibles.
- Capítulo 4. Notificación, análisis y toma de decisiones: en este capítulo se examina la medición y el análisis de los errores y los resultados de los errores, incluyendo la determinación de contramedidas nuevas o enmendadas dirigidas a “cerrar el bucle”.
- Capítulo 5. Instrucción: en este capítulo se tratan los objetivos y el alcance necesarios para satisfacer los requisitos del Anexo 1 y del Anexo 6. Se proporcionan ejemplos de conjuntos didácticos actualmente disponibles.
- Capítulo 6. Política normativa, principios y soluciones: en este capítulo se analizan las opciones disponibles para que el órgano de reglamentación de aviación del Estado pueda elaborar sus propias normas con arreglo a los SARPS del Anexo 1 y Anexo 6.
- Capítulo 7. Textos de referencia adicionales: este capítulo contiene fuentes de textos actualmente disponibles sobre las teorías y los temas analizados en el manual.

* En el Anexo 1 también se ofrece la posibilidad de referirse a estas personas como técnicos de mantenimiento de aeronaves. En este manual se hará referencia a las mismas como mecánicos de mantenimiento de aeronaves (AME), excepto en textos citados donde se emplee otro término.

Capítulo 1

POR QUÉ LOS FACTORES HUMANOS EN EL MANTENIMIENTO DE AERONAVES — ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 EVOLUCIÓN E INTRODUCCIÓN

1.1.1 Los errores de mantenimiento contribuyen en considerable proporción a los accidentes e incidentes de aeronaves comerciales en el mundo y estos casos resultan costosos; no obstante, hasta hace muy poco, escaso era el conocimiento de la naturaleza de los errores de mantenimiento y de los factores que los promueven.

1.1.2 El elemento humano es la parte más flexible, adaptable y valiosa del sistema aeronáutico, pero también es la más vulnerable a influencias que pueden afectar adversamente su actuación. Dado que la mayoría de los accidentes e incidentes de aviación se deben a una actuación humana defectuosa, ha existido una tendencia a atribuirlos sencillamente al error humano. No obstante, el término “error humano” resulta de poca ayuda en la prevención de accidentes o incidentes de aviación; aunque puede indicar DÓNDE en el sistema ha ocurrido una falla, no proporciona orientación sobre POR QUÉ ocurrió.

1.1.3 Además, el término “error humano” permite ocultar los factores subyacentes que deben destacarse si se quiere prevenir accidentes. Por ejemplo, un error atribuido a los humanos en el sistema puede haber sido inducido por un diseño inadecuado, instrucción inadecuada, procedimientos mal diseñados o una mala presentación de tarjetas de trabajo o manuales. En el pensamiento contemporáneo en materia de seguridad operacional, el error humano es el punto de partida más que el punto final de la investigación y prevención de accidentes. En última instancia, cualquier auditoría de seguridad operacional debe procurar siempre minimizar o prevenir errores humanos de cualquier tipo que puedan poner en peligro la seguridad operacional.

1.1.4 Las primeras actividades en materia de factores se dirigieron a las tripulaciones de vuelo y demostraron los peligros de ignorar a la persona como parte de un sistema socio técnico. Los errores humanos inducidos por el sistema, como los errores de lectura de altímetros o la mala selección de los mandos en el puesto de pilotaje, se han reducido mediante diseños más adecuados para mejorar la interfaz entre el piloto y el puesto de pilotaje. La comprensión de los aspectos predecibles de las capacidades y limitaciones humanas y la aplicación de este conocimiento a los entornos operacionales constituyen, por consiguiente, los intereses principales de los factores humanos. Otros intereses anteriores de los factores humanos en la aviación se relacionaban con las consecuencias para las personas del ruido, vibraciones, calor, frío y fuerzas de aceleración.

1.1.5 La comprensión de los factores humanos en la aviación se ha refinado y desarrollado progresivamente para incluir actividades de mantenimiento de aeronaves. Este aspecto está actualmente respaldado por un gran volumen de conocimientos que pueden aplicarse para asegurar que los explotadores y organizaciones de mantenimiento reducen los errores durante estas actividades.

1.1.6 Muchos factores que pueden comprometer la actuación humana pueden también poner en peligro la seguridad operacional y el bienestar del empleado aeronáutico, en particular de quienes realizan tareas de mantenimiento de aeronaves. Muchos de estos factores que tienen consecuencias que van más allá de la prevención de accidentes de aviación, p. ej., consecuencias de seguridad industrial, se comentarán en este manual. No obstante, a pesar de la importancia de dichos aspectos de seguridad y salud laborales (OSH) respecto de la eficacia a largo plazo del sistema aeronáutico, el tema principal de este manual es la comprensión de cómo estos problemas de factores humanos pueden afectar la seguridad operacional de las aeronaves.

1.1.7 La seguridad y fiabilidad de las operaciones de mantenimiento de aeronaves dependen tanto de las personas como de los sistemas técnicos de la aeronave, partes, herramientas y equipo. No obstante, los informes de accidentes e incidentes continúan mostrando que los mecánicos de mantenimiento de aeronaves (AME) a veces cometen errores, que los organismos de mantenimiento de aeronaves a veces no logran organizar y vigilar su labor eficazmente, y que estas fallas pueden tener consecuencias desastrosas. Además, aun cuando las cosas no van radicalmente mal, las pruebas sugieren que con carácter de rutina diaria, los sistemas que deberían asegurar que la labor se realiza con arreglo a las normas más altas no funcionan eficazmente. En respuesta a nuevos reglamentos que exigen la consideración de aspectos de factores humanos en las operaciones de mantenimiento, muchas organizaciones están iniciando programas de factores humanos que entrañan instrucción o investigación de incidentes. Lamentablemente, por varias razones, estos programas no siempre tienen éxito en conseguir mejores formas de hacer las cosas.

1.2 ACCIDENTES E INCIDENTES DE MANTENIMIENTO EN RELACIÓN CON OTRAS CAUSAS

1.2.1 Las estadísticas de seguridad operacional aérea han tendido a subestimar la importancia del mantenimiento como factor contribuyente en accidentes e incidentes. Por ejemplo, según se muestra en la Figura 1-1, las cifras de informes de datos sobre accidentes para operaciones de línea aérea en todo el mundo [recogidas en el marco del sistema de notificación de datos sobre accidentes/incidentes (ADREP) de la OACI entre 1970 y 2000] indican que el mantenimiento es un factor causal de sólo el 10% de los accidentes, comparados con las acciones de la tripulación de vuelo que representan un factor causal en más del 60% de los accidentes.

1.2.2 Un reciente estudio realizado por la Compañía Boeing y que abarca reactores comerciales en todo el mundo indica ahora un aumento considerable en la proporción de accidentes en que el mantenimiento y la inspección son factores principales. En la Figura 1-2 se muestra que en los diez años transcurridos entre 1990 y 1999, el promedio anual ha aumentado en más del 100% frente al período 1959 y 1989. Durante los mismos dos períodos, el número de accidentes causados principalmente por factores relacionados con el puesto de pilotaje ha disminuido.

1.2.3 Una monografía realizada por la Sra. H. Courteney y presentada a la Conferencia de la Real Sociedad Aeronáutica “la seguridad operacional es la ausencia de accidentes” celebrada en Londres, Reino Unido, en mayo de 2001, utilizó datos de la base de datos de los informes obligatorios de sucesos (MOR) de la Administración de Aviación Civil (AAC) del Reino Unido para demostrar la tendencia de los sucesos debidos a errores de mantenimiento por millón de vuelos en el período 1990 a 2000. La tendencia, que se presenta en la Figura 1-3, muestra un continuo aumento de estos casos, que aproximadamente se duplicaron a lo largo de los diez años.

1.2.4 En el Apéndice A de este capítulo figura una lista de referencia de algunos de los accidentes e incidentes aéreos más importantes en el mundo en los que el mantenimiento se ha identificado como factor contribuyente.

1.3 EL COSTO DE LOS ERRORES DE MANTENIMIENTO

1.3.1 Los accidentes e incidentes de mantenimiento no sólo son costosos en términos de vidas y propiedades, sino que también pueden imponer costos considerables cuando los vuelos se demoran o cancelan. En 1989, el mantenimiento constituyó el 11,8% de los costos de explotación de las líneas aéreas de EUA o sea más de \$8 000 millones de dólares EUA por año. El costo anual para la industria de líneas aéreas australianas sería del orden de varios cientos de millones de dólares EUA por año. Se ha estimado que cada aeronave demorada cuesta a la línea aérea un promedio de \$10 000 EUA por hora, mientras que cada cancelación de vuelo podría alcanzar aproximadamente \$50 000 EUA. Cuando se consideran estos costos es evidente que las líneas aéreas pueden obtener considerables ventajas incluso mediante una pequeña reducción de la frecuencia de demoras debidas al mantenimiento, en particular las que ocurren cerca de las horas previstas de salida, durante el mantenimiento en línea o cuando se prepara una aeronave para la salida.

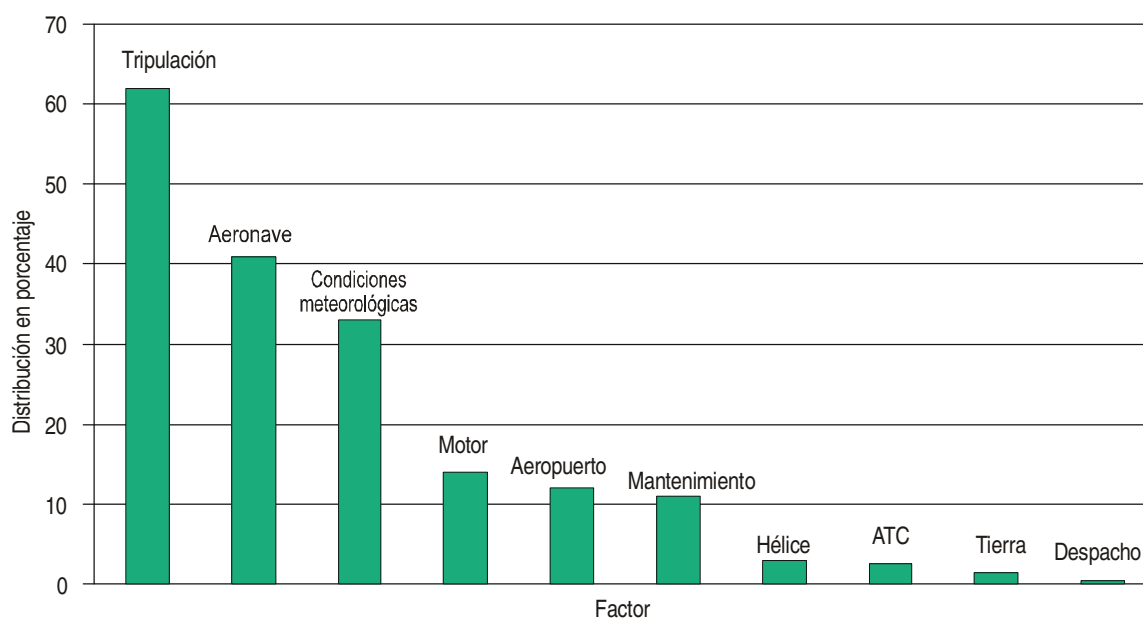


Figura 1-1. Distribución de factores en informes de datos de accidentes para operaciones mundiales de línea aérea (basada en los datos notificados a la OACI entre 1970 y 2000)

Factor principal	Número de accidentes		Porcentaje de accidentes con causas conocidas						
	1959 – 1989	1990 – 1999	10	20	30	40	50	60	70
Tripulación de vuelo	281	91	<div><div></div></div> 74,0%						
			<div><div></div></div> 67,4%						
Avión	40	15	<div><div></div></div> 10,5%						
			<div><div></div></div> 11,1%						
Mantenimiento e inspección	10	8	<div><div></div></div> 2,6%						
			<div><div></div></div> 5,9%						
Condiciones meteorológicas	18	10	<div><div></div></div> 4,7%						
			<div><div></div></div> 7,4%						
Aeropuerto/ATC	17	5	<div><div></div></div> 4,5%						
			<div><div></div></div> 3,7%						
Varios/otros	14	6	<div><div></div></div> 3,7%						
			<div><div></div></div> 4,5%						
Total con causas conocidas	380	135	Excluye						
Desconocidas o a espera de informe	58	65	Leyenda						
Total	438	200	• Sabotaje						
			• Acciones militares						
			<div><div></div></div> 1959 a 1989						
			<div><div></div></div> 1990 a 1999						

Figura 1-2. El error de mantenimiento como causa principal en accidentes con pérdida de casco — flota mundial de reactores comerciales (diagrama de Boeing)

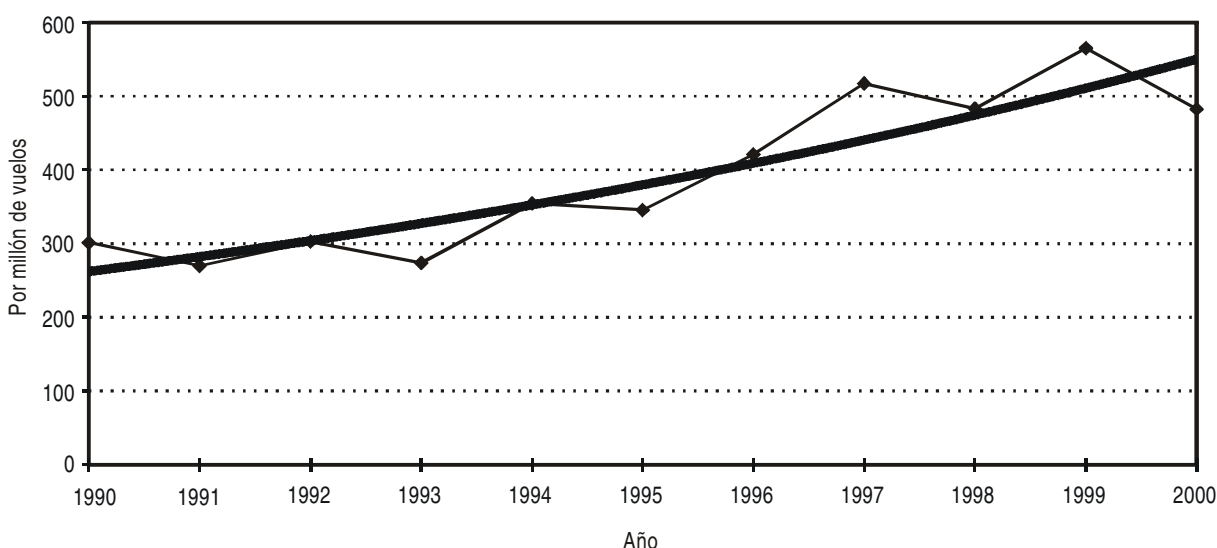


Figura 1-3. Informes obligatorios de sucesos de errores de mantenimiento por millón de vuelos entre 1990 y 2000

1.3.2 Existen pocos análisis detallados de los errores de mantenimiento en el dominio público, pero el costo de un accidente que provoca pérdida de casco, incluso sin costos humanos, será obviamente de muchas decenas, o quizás centenas o millones, de dólares EUA. Los resultados de un proyecto a escala pequeña denominado “proyecto de errores de instalación” se notificaron en una conferencia celebrada en Londres, en septiembre de 2000. El proyecto involucró a dos líneas aéreas, un fabricante y una autoridad de reglamentación, y estudió daños en tierra durante operaciones de remolque e incidentes con elevadores de hangar en un año típico. Los resultados fueron:

- 16 incidentes importantes de remolque por año con un costo total de \$260 000 EUA; y
- 30 incidentes importantes con elevadores de hangar por año con un costo total de \$120 000 EUA.

Se introdujeron posteriormente las siguientes medidas preventivas:

- pintado de ejes y zonas despejadas en los pisos, normalización de las luces de las puertas de hangar, modificación de plataformas de trabajo e instrucción de personal con un costo total de \$52 000 EUA; y
- renovación de los controles y repaso de la conciencia de las verificaciones operacionales del equipo, sin costos adicionales.

Como consecuencia, se observaron los resultados siguientes:

- una reducción del 75% en los incidentes de remolque. Esto permitió economizar \$143 000 EUA por año; y
- una reducción del 87% en el número de incidentes con daños en elevadores. Esto economizó \$88 000 EUA por año.

Estas economías por sí mismas pueden no parecer importantes si se las compara con el costo total de las actividades de mantenimiento. No obstante, si se consideran como ejemplos de lo que puede lograrse invirtiendo una suma de dinero relativamente pequeña en medidas preventivas, los resultados en términos de rendimiento de la inversión (ROI) son muy importantes, y quizás incluso impresionantes, como puede verse en lo siguiente:

- medidas de remolque de aeronaves: plazo de recuperación de la inversión de 3,2 meses – una ROI de 2,75; y
- medidas en elevadores de hangar: plazo de recuperación de la inversión de 1,8 meses – una ROI de 5,5.

Las conclusiones de este estudio pueden resumirse como sigue:

- las organizaciones y sus trabajadores actuaron intuitivamente sin considerar los costos de los errores; y
- la aplicación de la ROI para identificar las prioridades de intervención en factores humanos está en pañales.

Aunque la ROI no debería utilizarse como único criterio para la intervención de factores humanos, constituye claramente una herramienta potencialmente útil, especialmente para justificar gastos.

1.4 EL COSTO DE LAS INTERVENCIONES DE FACTORES HUMANOS

1.4.1 En las *Directrices sobre factores humanos para los sistemas de gestión del tránsito aéreo (ATM)* (Doc 9758) la OACI ha documentado una estrategia para enfrentar los costos de efectuar/no efectuar intervenciones de factores humanos. Aunque el Doc 9758 se relaciona con los sistemas de gestión del tránsito aéreo, su enfoque de las intervenciones de factores humanos resulta válido también para la industria de mantenimiento de aeronaves. En el Doc 9758 se identifican las tres estrategias siguientes para atender a cuestiones de factores humanos basadas en un documento de Eurocontrol titulado *Human Factors Module — A Business Case for Human Factors Investment* (*Módulo de factores humanos – Análisis de rentabilidad para la inversión en factores humanos:*)

1. *Enfoque de “no hacer nada”*: no se adopta ninguna iniciativa para contrarrestar problemas de factores humanos y solamente se atiende a los mismos en el momento en que surgen;
2. *Enfoque “reactivo”*: las inquietudes en materia de factores humanos se relegan a las etapas últimas del proceso de desarrollo; y
3. *Enfoque “proactivo”*: los problemas de factores humanos se resuelven antes de que se presenten.

1.4.2 El documento de Eurocontrol proporciona la información adicional siguiente respecto de estas estrategias:

“En la Figura [1-4] se ilustran los escenarios de costo de las tres distintas estrategias. El primer enfoque (‘no hacer nada’) se ilustra indicando que el costo relacionado con asuntos de actuación humana aumentará rápidamente a lo largo del ciclo de vida útil del sistema. Si se atiende a algunas inquietudes sobre asuntos de actuación humana en las últimas etapas del proceso de desarrollo, el escenario de costos se desarrollará de forma menos violenta aunque aumentando progresivamente”.

“No obstante, si se introduce pronto de forma preactiva la toma de conciencia de asuntos de factores humanos y de actuación humana, el costo evolucionará de forma bastante distinta. En la figura se ilustra la forma por la que el costo es superior si se compara con otros enfoques, debido a las inversiones aplicadas en la primera etapa del proceso, pero también la forma en que una anticipación temprana de los problemas resuelve en parte aquellos más caros que surgirán más tarde”.

“La renuencia a proporcionar los recursos necesarios para embarcarse en un enfoque proactivo se basa probablemente en la idea de que es mejor esperar y ver si los problemas ocurren y entonces intervenir. Aunque esta estrategia puede parecer que llevará a ahorros de dinero, especialmente cuando está desarrollándose el sistema, la experiencia demuestra que la factura habrá de pagarse más tarde... y con intereses”.

1.4.3 Con referencia al Anexo 6, Parte I, 8.3.1, puede suponerse que la fase identificada como “diseño” en la Figura 1-4 corresponden al “diseño del programa de mantenimiento del explotador” mientras que las fases identificadas como “implantación” y “operación” corresponderían a la “aplicación del programa de mantenimiento del explotador”.

1.4.4 En el *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683) se incluye el asesoramiento siguiente con el encabezamiento “Por qué la dirección debe desempeñar un papel activo en materia de seguridad”:

“Cuando contempla la posibilidad de una compensación de un aspecto de seguridad por otro de producción, la dirección debería evaluar las consecuencias financieras de la decisión. Dado que esta compensación entraña un riesgo, la dirección debe considerar el costo que entraña aceptar tal riesgo, o sea *cuánto costará a la organización tener un accidente*. Si bien hay costos asegurados (los que se cubren pagando las primas a las compañías de seguros) que puedan recuperarse, existen también los costos que no están asegurados, que no pueden recuperarse y que en general pueden representar el doble o el triple de los costos asegurados. Los costos típicos no asegurados de un accidente incluyen:

- las franquicias estipuladas en las pólizas de seguros
- las horas normales y extraordinarias perdidas
- el costo de la investigación
- el costo de contratar e instruir al personal de reemplazo
- la pérdida de productividad del personal lesionado
- el costo del restablecimiento del orden
- la pérdida de la utilización del equipo
- el costo del arrendamiento del equipo de reemplazo
- los gastos de explotación adicionales del equipo restante
- las pérdidas de equipo de reserva o especial
- las multas y los emplazamientos
- los honorarios de abogado y gastos judiciales relativos al accidente
- las primas de seguro adicionales
- las reclamaciones complementarias a las atendidas por los seguros
- la pérdida comercial y el daño a la reputación
- el costo de las medidas correctivas

“Los que están en mejor posición para poner en efecto la prevención de accidentes mediante la eliminación de riesgos inaceptables son los que pueden introducir cambios en la organización, en su estructura, cultura de empresa, políticas y procedimientos, etc. Nadie está en mejor posición para producir estos cambios sino la dirección. Por lo tanto, los aspectos económicos de la seguridad aeronáutica y la posibilidad de producir un cambio sistémico y efectivo constituyen la base que justifica la intervención de la dirección en materia de seguridad”.

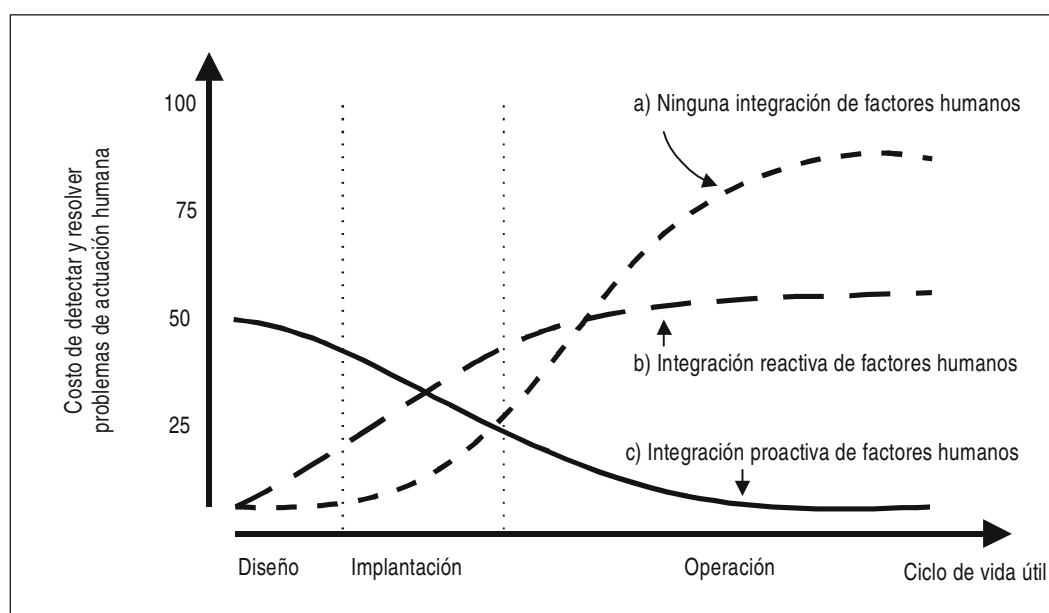


Figura 1-4. Escenario de costos de tres estrategias distintas del ciclo de vida útil

1.4.5 La Air Transport Association (ATA) of America, Inc. también apoya un enfoque proactivo en un programa de factores humanos como puede verse en el párrafo siguiente de su Especificación 113 ATA sobre “Maintenance Human Factors Program Guidelines” (Directrices para el programa de factores humanos en el mantenimiento):

“Un programa de factores humanos en el mantenimiento de aviación con visión de futuro proporcionará a una organización el marco para eliminar o reducir la posibilidad de pérdidas relacionadas con accidentes, incidentes, heridas y muertes en el lugar de trabajo. También proporcionará a la administración la información necesaria para posibilitar el crecimiento futuro y la mejor actuación de su fuerza laboral. Identificando los elementos que afectan la actuación humana y los obstáculos al mejoramiento, la administración contará con mejores armas para la planificación estratégica. Además, cuando la fuerza laboral reconoce el esfuerzo de la organización por eliminar peligros, educar y valorar la seguridad operacional, debería ocurrir un aumento natural en el profesionalismo, actuación y moral. Además, el público general valorará la contribución a la industria y el reconocimiento de las iniciativas de seguridad operacional”.

1.5 SIGNIFICADO DE LOS FACTORES HUMANOS — CONCEPTOS Y DEFINICIONES

1.5.1 “Factores humanos” es una expresión que ha de definirse claramente, dado que cuando estas palabras se utilizan en el lenguaje ordinario suelen aplicarse a cualquier factor relacionado con los seres humanos. El profesor Elwyn Edwards propuso una definición de factores humanos que es aceptada por la OACI donde se declara que “Los factores humanos tratan de llevar a su óptimo nivel la relación entre las personas y sus actividades, mediante la aplicación sistemática de las ciencias humanas, integrada dentro del marco de la ingeniería de sistemas”. Sus objetivos pueden apreciarse como la eficacia del sistema, lo cual incluye seguridad y eficiencia, y el bienestar del individuo. El profesor Edwards puntualiza, sobre su definición propuesta, que la palabra “personas” incluye ambos sexos y que “actividades” indica un interés en las comunicaciones entre individuos y en el comportamiento de individuos y grupos. Más recientemente, se ha ampliado para incluir ahora la interacción entre las personas y grupos y la organización a la que pertenecen así como a las interacciones entre las organizaciones que constituyen el sistema aeronáutico. Las ciencias humanas estudian la estructura y la naturaleza de los seres humanos, sus capacidades y limitaciones y sus comportamientos, tanto individualmente como en grupo. La noción de integración dentro de la ingeniería de sistemas

se refiere a los intentos del practicante de los factores humanos por comprender los objetivos y métodos, así como las dificultades y restricciones, a partir de los cuales deben tomar decisión de las personas que trabajan en las esferas interrelacionadas de la ingeniería. Los factores humanos utilizan esta información basándose en su pertinencia para resolver problemas prácticos.

1.5.2 Una definición más sencilla y más práctica ha sido publicada por el Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido:

“Factores humanos se refiere a los factores ambientales, de organización y laborales, y a las características humanas e individuales que influyen en el comportamiento en el trabajo de una forma que puede afectar a la salud y la seguridad operacional”.

1.5.3 Por consiguiente, los factores humanos se relacionan con las personas en sus situaciones de vida y trabajo; sus relaciones con las máquinas, con los procedimientos y con el entorno; y también sobre sus relaciones con otras personas. En la aviación, factores humanos entraña un conjunto de consideraciones personales, médicas y biológicas para las operaciones óptimas de aeronaves, mantenimiento de aeronaves y control del tránsito aéreo.

1.5.4 Puede resultar útil emplear un modelo conceptual como ayuda para la comprensión de los factores humanos. Un diagrama práctico para ilustrar este modelo conceptual utiliza bloques para representar los diversos elementos componentes de los factores humanos. El modelo puede entonces concluirse bloque por bloque ofreciéndose una impresión gráfica de la necesidad de hacer corresponder los elementos.

1.5.5 En el *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683) se utiliza el modelo SHEL (cuyo nombre se deriva de las letras iniciales de sus componentes en inglés: soporte lógico (software), soporte físico (hardware), entorno (environment), elemento humano (liveware). Este modelo se reproduce en la Figura 1-5 y fue concebido inicialmente por el profesor Edwards en 1972, con un diagrama modificado para ilustrar el modelo elaborado por el Comandante Frank Hawkins en 1975. Se sugieren las siguientes interpretaciones: elemento humano (ser humano), soporte físico (máquina), soporte lógico (procedimientos, simbología, etc.), y entorno (la situación en la cual debe funcionar el sistema L-H-S). Este diagrama de bloques no abarca las interfaces que se encuentran fuera de los factores humanos (soporte físico-soporte físico); soporte físico-entorno; y soporte lógico-soporte físico) y sólo se presenta como una ayuda básica para comprender los factores humanos.

1.5.6 “Elemento humano” (liveware). En el centro del modelo se encuentra una persona, el componente más crítico y más flexible del sistema. Pero las personas están sujetas a considerables variaciones en su desempeño y sufren muchas limitaciones, la mayoría de las cuales son actualmente previsibles en términos generales. Los bordes de este bloque no son sencillos y rectos, de modo que los demás componentes del sistema deben ajustarse cuidadosamente a ellos si se quieren evitar tensiones en el sistema y su eventual ruptura.

1.5.7 Para lograr esta correspondencia, es indispensable comprender las características de este componente central. He aquí algunos de sus rasgos más importantes:

- a) Tamaño y forma físicos. En la concepción de cualquier lugar de trabajo y de la mayor parte de los equipos, desempeñan una función vital las medidas y movimientos del cuerpo que variarán de acuerdo con la edad, los grupos étnicos y el sexo. Las decisiones deben tomarse al principio del proyecto y los datos requeridos para tomar esas decisiones pueden derivarse de la antropometría y la biomecánica.
- b) Necesidades físicas. Las necesidades de alimento, agua y oxígeno que tienen las personas son estudiadas por la fisiología y la biología.
- c) Características aportadas. Los seres humanos están dotados de un sistema sensorial que les permite recopilar información del mundo que los rodea y los faculta para responder a los hechos externos y para llevar a cabo las tareas necesarias. Pero todos sus sentidos están sujetos a degradación por una u otra razón, y en este caso las fuentes de conocimiento son la fisiología, la psicología y la biología.

**Figura 1-5. Modelo SHEL modificado por Hawkins**

- d) Procesamiento de la información. Esta capacidad humana tiene graves limitaciones. Frecuentemente, la concepción deficiente de instrumentos y sistemas de advertencia ha sido el resultado de no haber tomado en cuenta la capacidad y limitaciones del sistema humano de procesamiento de la información. En este aspecto se ve involucrada la memoria a corto y largo plazo, así como la motivación y el estrés. La psicología es la fuente de conocimientos básicos al respecto.
- e) Características salientes. Una vez que se ha detectado el procesamiento de información, se envían mensajes a los músculos para iniciar la respuesta deseada, ya sea un movimiento de control físico o el principio de alguna forma de comunicación. Es necesario conocer las fuerzas de control aceptables y la dirección del movimiento, para lo cual la biomecánica, la fisiología y la psicología suministran los conocimientos requeridos.
- f) Tolerancia ambientales. La temperatura, la presión, la humedad, el ruido, el momento del día, la luz y la oscuridad, son elementos que pueden reflejarse en el comportamiento y en el bienestar de las personas. También cabe prever que las alturas, los espacios encerrados y un ambiente de trabajo aburrido o lleno de tensión influyan sobre el desempeño. Esta vez, la información se obtiene de la fisiología, la biología y la psicología.

El elemento humano es el núcleo de actividad del modelo SHEL sobre los factores humanos. Los componentes restantes deben adaptarse y hacer corresponder a este componente central.

1.5.8 Elemento humano-soporte físico. Esta interfaz es la que más corrientemente se considera cuando hablamos de sistemas ser humano-máquina: el diseño de los asientos para ajustarlo a las características del cuerpo humano sentado, de pantallas que se ajusten a las características sensoriales y a las del procesamiento de información del usuario, de controles dotados de movimiento, codificación y ubicación apropiados. Puede ser que el usuario no se da nunca cuenta de una deficiencia L-H, aún cuando finalmente pueda provocar un desastre, porque la característica humana de adaptarse a los desajustes del L-H encubrirá esta deficiencia, pero no eliminará su existencia.

Esto constituye un peligro potencial, del cual deben estar advertidos los proyectistas. Con la introducción de las computadoras y los sistemas avanzados de automatización, esta interfaz se ha puesto al frente de los problemas que el estudio de los factores humanos habrá de resolver.

1.5.9 Elemento humano-soporte lógico. Esto abarca al ser humano y a los aspectos no físicos del sistema, tales como los procedimientos, la presentación general de manuales y listas de verificación, la simbología y los programas de computadora. Los problemas del elemento humano-soporte lógico aparecen en los informes de accidentes pero a menudo son difíciles de percibir y, en consecuencia, más difíciles de resolver (por ejemplo, la mala interpretación de listas de verificación o de la simbología, el no cumplimiento de los procedimientos, etc.).

1.5.10 Elemento humano-entorno. La interfaz ser humano-entorno fue una de las que primero se reconocieron en aviación. Inicialmente todas las medidas tomadas tenían por objeto adaptar al ser humano para afrontar el ambiente (casco, trajes de vuelo, máscaras de oxígeno, trajes antigraavitatorios). Más tarde, la tendencia fue invertir este procedimiento adaptando el ambiente a las necesidades humanas (presionización y sistemas de aire acondicionado, insonorización, etc.). Actualmente, nuevos desafíos han surgido, sobre todo el peligro de la concentración del ozono y la radiación a altos niveles de vuelo así como los programas relacionados con la perturbación de los ritmos biológicos y los correspondientes trastornos para falta de sueño, como consecuencia de la mayor velocidad en los viajes transmeridianos (u horas extraordinarias). Dado que las ilusiones y la desorientación constituyen la raíz de muchos accidentes de aviación, la interfaz L-E debe tomar en consideración los errores perceptivos provocados por las condiciones ambientales, por ejemplo, las ilusiones experimentadas durante las fases de aproximación y aterrizaje. El sistema de la aviación funciona dentro del contexto de amplias restricciones políticas y económicas, y esos aspectos del ambiente interactuarán en esta interfaz. Aunque la posibilidad de modificar estas influencias está fuera del alcance de los profesionales de factores humanos, su incidencia es fundamental y debería tenerse debidamente en cuenta y ocuparse de ellas los dirigentes que están facultados para hacerlo. Este tema se aborda en los Capítulos 2 y 3 de este manual.

1.5.11 Elemento humano-elemento humano. Se trata de la interfaz entre personas. La instrucción y la verificación de idoneidad se han realizado tradicionalmente en forma individual. Si cada miembro del equipo era idóneo se suponía que el grupo constituido por estas personas también era idóneo y eficiente. Sin embargo, no siempre es así, y durante muchos años se ha dedicado una creciente atención al fracaso del trabajo en equipo. Las tripulaciones de vuelo, los controladores de tránsito aéreo, los mecánicos de mantenimiento y otros miembros del personal operacional funcionan como grupos y las influencias del grupo ejercen una función importante para determinar el comportamiento y el desempeño. En esta interfaz nos ocupamos del liderazgo, la cooperación de la tripulación, el trabajo en equipo y las interacciones de personalidades. Las relaciones personal/administración se encuentran también dentro del alcance de esta interfaz, dado que la cultura empresarial, el ámbito empresarial y las presiones derivadas del funcionamiento de la compañía pueden afectar considerablemente el comportamiento humano. En el Capítulo 5 de este manual se describen algunos enfoques actuales de la industria en materia de programas de capacitación relativa a los factores humanos para el personal de mantenimiento.

1.6 SISTEMAS DE CALIDAD Y FACTORES HUMANOS

1.6.1 En cualquier organización puede establecerse un sistema de calidad para mejorar los procesos, productos y servicios que la organización crea y entrega. Cuando los reglamentos de aviación exigen un sistema de calidad, normalmente exigen que el sistema sea “independiente”. De ahí que el sistema de calidad sería independiente de cualesquiera programas de factores humanos y vice versa. Un sistema de garantía de calidad constituye una opción frente a un “sistema de inspección” para “asegurar que todo el mantenimiento se realice en la forma apropiada” en un organismo de mantenimiento reconocido (véase el Anexo 6, Parte I, 8.7.3.2).

1.6.2 Un estudio emprendido como parte del proyecto de seguridad operacional en el despacho y mantenimiento de aeronaves (ADAMS) de la Comunidad Europea, informó que un sistema de calidad típico tiene dos partes — sistema de calidad y garantía de la calidad — que pueden describirse como sigue:

“El sistema de calidad asegura el cumplimiento de todos los requisitos aplicables de la línea aérea y la autoridad correspondiente. Mediante la satisfacción de estos requisitos, que minimizan el incumplimiento y con ello apoyan la precisión en toda la labor realizada, las operaciones de línea aérea serán más seguras, más eficientes y rentables. ... Un sistema de calidad tiene que ser garantizado en cuanto a la calidad”.

“La garantía de calidad se proporciona cuando se establece un órgano independiente, separado de la entidad, para vigilar y notificar con arreglo a un programa de garantía de calidad establecido. En términos prácticos, la garantía de calidad surge de una verificación sistemática de que todos los elementos del sistema de calidad se aplican según lo requiere la entidad”.

1.6.3 En el contexto de los factores humanos, una función importante del sistema de calidad podría ser asegurar el funcionamiento correcto de un programa de factores humanos ya implantado en una organización.

1.7 INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO Y AME

1.7.1 La actuación humana se invoca como un factor causal en la mayoría de los accidentes de aviación. Si se quiere disminuir la proporción de accidentes, deben comprenderse mejor los aspectos de factores humanos en la aviación y aplicarse en forma más amplia y preactiva el conocimiento sobre factores humanos. Mediante “forma preactiva” se entiende que el conocimiento sobre factores humanos debería aplicarse e integrarse durante las etapas de diseño y certificación de los sistemas, así como durante el proceso de certificación del personal operacional, antes de que los sistemas y las personas entren en funcionamiento real. La ampliación de la conciencia sobre factores humanos presenta a la comunidad aeronáutica internacional la oportunidad singular más importante de hacer que la aviación resulte más segura y más eficiente.

1.7.2 En reconocimiento de que la educación básica sobre factores humanos era necesaria en toda la industria condujo a varios enfoques de la instrucción formal en diferentes países. Este reconocimiento, acentuado trágicamente por la investigación de varios accidentes debidos casi enteramente a deficiencias en la aplicación de los factores humanos, llevó a la OACI a implantar requisitos de instrucción en factores humanos en los requisitos de instrucción y otorgamiento de licencias que figuran en el Anexo 1 (1989) y Anexo 6 (1995).

1.7.3 La instrucción en factores humanos tiene una función importante que desempeñar en la gestión de los errores en el mantenimiento de aeronaves.

1.8 ¿SITUACIÓN MUNDIAL O LOCAL?

En 1989, la Administración Federal de Aviación (FAA) de EUA inició el proyecto de equipo de investigación sobre factores humanos en el mantenimiento de aviación para concentrarse en varios aspectos de factores humanos relacionados con el personal AME y de otro tipo el apoyo de los objetivos del sistema de mantenimiento. Parte de esta investigación comprendió un estudio para comparar conclusiones con carácter internacional. En el Capítulo 9 del informe sobre el progreso de la Fase IV de la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* (Guía de factores humanos para el mantenimiento en la aviación) (1998), de la Oficina de Medicina Aeronáutica de la FAA de EUA se resumen estas conclusiones internacionales bajo el título “Fiabilidad de la inspección de aeronaves: perspectivas del Reino Unido y EUA” como sigue:

“En respuesta a recientes preocupaciones sobre la fiabilidad de los procedimientos de inspección y mantenimiento de aeronaves, la AAC (Reino Unido) y la FAA han estado investigando problemas de factores humanos. Dos investigadores que habían estudiado por separado los factores humanos en la inspección de aeronaves civiles se comprometieron a estudiar las jurisdicciones del otro para comparar técnicas y problemas en los EUA y en el

Reino Unido. Los lugares de inspección de aeronaves fueron visitados en forma conjunta y separada en ambos países, tras lo cual se realizó un análisis del sistema total de inspección/mantenimiento y de las grandes operaciones terrestres de hangar”.

“La conclusión general fue que las similitudes eran más comunes que las diferencias debido a la especificación técnica de las tareas, las similitudes normativas y la pericia y motivación de los inspectores. Las diferencias entre compañías superaban a las diferencias jurisdiccionales en muchas áreas, sugiriendo que podría aplicarse una política común para mejorar áreas tales como la iluminación para inspección visual, el acceso físico a las zonas inspeccionadas y el entorno informativo”.

“Se observaron grandes diferencias en las áreas de urbanización del trabajo y de ensayos no destructivos (NDT), pero es posible compartir las experiencias en ambas áreas para mejorar la fiabilidad de las inspecciones”.

“En el Reino Unido, los inspectores y los técnicos de mantenimiento estaban más estrechamente integrados en la organización formal, donde los inspectores actuaban a menudo como supervisores de un equipo de mantenimiento que realizaba la reparación. En los Estados Unidos, existía una división más formal entre inspección y mantenimiento, donde la coordinación se realizaba normalmente a través de los niveles de supervisión. Si bien ambos enfoques son viables, ambos requieren mejor apoyo para integración y comunicación. Es necesaria la instrucción en tareas de supervisión así como estructuras de gestión y documentación que permitan a todos los involucrados obtener la información necesaria para realizar con éxito sus tareas”.

“En las operaciones NDT había diferencias de énfasis entre ambos países, donde EUA se concentraba más en la actuación basada en reglamentos y el Reino Unido lo hacía sobre la base del conocimiento. Además, era menos probable en EUA que los inspectores fueran especialistas en NDT, realizando tanto tareas NDT como inspecciones visuales, aunque ahora están ocurriendo cambios en esta materia. Si bien ambas jurisdicciones exigen modos de operación en horas diferentes, este hecho no estaría reconocido. Por consiguiente, se carece de apoyo de instrucción y documentación para ambos niveles, lo que constituye una clara indicación para intercambiar reglamentos entre ambos”.

“Con la creciente internacionalización de la industria de mantenimiento de aeronaves, acelerada por muy publicitados sucesos con aeronaves antiguas, puede esperarse que las diferencias desaparezcan con el tiempo. No obstante, esto debería constituir un proceso controlado que lleve a la utilización de las mejores características de las jurisdicciones diferentes si se quiere continuar logrando el pleno potencial de los inspectores dentro del sistema”.

1.9 RESPONSABILIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS

1.9.1 La responsabilidad dentro de una organización se describe concisamente en el informe del proyecto ADAMS de la Comunidad Europea como sigue:

“Todas las organizaciones de mantenimiento de aeronaves funcionan en un marco de responsabilidad bajo la ley. Esta responsabilidad de la organización frente a una autoridad exterior se reproduce mediante un sistema interno de responsabilidad, alguna de cuyas partes reflejan directamente requisitos jurídicos externos (firmar el trabajo realizado), parte del cual se basa en reglamentos de la compañía (disciplina, descripciones de tareas, exámenes de rendimiento y procedimientos de promoción). Directa e indirectamente este sistema de rendición de cuentas es un factor motivante principal para el comportamiento de las personas. La rendición de cuentas proporciona motivación entre aquellos cuya responsabilidad es adoptar medidas (en cualquier nivel) para modificar lo que deba modificarse a efectos de lograr una actuación más eficaz. Esta motivación tiene que superar la resistencia provocada por la inercia de las prácticas establecidas y la presión de la inmediatez de los plazos”.

El informe continúa preguntando “¿de qué forma es la dirección responsable de la seguridad operacional?” y la respuesta proporcionada se ilustra en las diferentes formas en que esta responsabilidad puede fallar. En el Capítulo 2, 2.3, de este manual se analiza la función de la administración y, en el Capítulo 3, las contramedidas correspondientes.

1.9.2 Gestión de riesgos. El *Operator's Flight Safety Handbook (Manual de seguridad de vuelo del explotador)*, elaborado por el grupo de trabajo de prácticas de seguridad de explotadores aeronáuticos de la Red mundial de información aeronáutica (GAIN) define la gestión de riesgos como:

“La identificación, análisis y eliminación económica o control a un nivel aceptable, de aquellos riesgos que puedan amenazar los activos o la capacidad de ganancias de una empresa. En este caso, una línea aérea comercial. El proceso de gestión de riesgos procura identificar, analizar, evaluar y controlar los riesgos en que se incurre en las operaciones de línea aérea de modo que pueda lograrse el nivel más elevado de seguridad operacional”.

(Véase también el Capítulo 2, 2.3, y Capítulo 3, 3.3, de este manual).

1.10 NECESIDAD DE NORMAS

1.10.1 Las normas y métodos recomendados (SARPS) del Anexo 1 y Anexo 6 exigen medidas normativas apropiadas por parte de los órganos de reglamentación de la aviación de los Estados. La finalidad de este manual es proporcionar alguna información y orientación práctica a dichos órganos de reglamentación de modo que puedan elaborar e introducir reglamentos y textos de orientación sobre factores humanos de conformidad con los anexos. La implantación por sus explotadores y organismos de mantenimiento debería entonces poder mejorar la aeronavegabilidad mediante la reducción de los errores humanos.

1.10.2 En varios países ya se han introducido iniciativas en factores humanos como resultado de incidentes o accidentes. El informe del proyecto ADAMS de la Comunidad Europea presenta la siguiente percepción profunda de la situación de la industria de mantenimiento en el momento de emprenderse el estudio:

“Los organismos de mantenimiento de aeronaves están cambiando rápidamente. Muchos se están reorganizando o rediseñando sus estructuras y procesos internos. Algunos están disminuyendo su volumen, o comprando o siendo comprados por otras compañías. Muchos se transforman en subsidiarios independientes de sus organizaciones matrices y existe un crecimiento de organismos de tipo “taller de reparaciones”. Las tecnologías de mantenimiento de aeronaves también se están transformando mediante nuevos sistemas de aeronaves, herramientas de diagnóstico y tecnologías de la información. Acompañan a estos cambios nuevos conceptos en materia de instrucción, cambios en el sistema de aprendizaje, escasez de personal clave calificado y un crecimiento de los trabajos por contrato. Todos estos cambios tienen consecuencias en la forma en que se organizan, gestionan y realizan las operaciones de mantenimiento de aeronaves. Para gestionar estos cambios en forma más eficaz, muchas organizaciones están aplicando programas de “factores humanos” para ayudarles a gestionar el “lado humano” de sus organizaciones a efectos de asegurar que se mantienen, y de preferencia mejoran, las normas de seguridad operacional, fiabilidad y productividad”.

1.10.3 Posteriormente, el informe del proyecto ADAMS identificó los elementos siguientes como de importancia para la exitosa introducción de un programa de factores humanos en una organización:

- proporcionar total apoyo de la administración para el programa de factores humanos: evitar la marginalización del programa en un departamento que tenga poca influencia cuando se adoptan decisiones;
- considerar más de un centro de interés: por ejemplo, en vez enfocar únicamente en la instrucción, también asegurarse de que el entorno laboral cambia para ajustarse a la instrucción;

- establecer objetivos claros para el programa de factores humanos;
- asegurar el seguimiento de los problemas que se han diagnosticado hasta lograr las soluciones;
- gestionar a las personas en forma eficaz; y
- evaluar los resultados para medir la eficacia del programa.

— — — — —

Apéndice A del Capítulo 1

ACCIDENTES E INCIDENTES IMPORTANTES CON FACTORES HUMANOS DE MANTENIMIENTO COMO FACTORES CAUSALES

A continuación se presentan varios de los principales accidentes e incidentes en que se determinó que los factores humanos de mantenimiento constituyeron un importante factor causal, resumidos de informes de accidentes de aviación (AAR) y otros documentos de la Oficina de Investigación de Accidentes Aéreos (AAIB) del Reino Unido y de la Junta Nacional de Seguridad del Transporte (NTSB) de los Estados Unidos:

McDonnell-Douglas DC-10-10, Chicago, EUA, 25 de mayo de 1979 (Ref. NTSB/AAR 79/17)

El 25 de mayo de 1979, una aeronave McDonnell-Douglas DC-10-10 se estrelló en un campo abierto a poca distancia de un parque para casas rodantes a unos 4 600 pies al noroeste del extremo de salida de la pista 32R del Aeropuerto internacional Chicago-O'Hare, Illinois, EUA. Durante la rotación para el despegue, el conjunto de motor izquierdo y pilón, así como unos 3 pies del borde de ataque del ala izquierda, se separaron de la aeronave y cayeron a la pista. La aeronave continuó ascendiendo hasta unos 325 pies por encima del terreno y luego comenzó a volcarse hacia la izquierda. La aeronave continuó volcándose a la izquierda hasta que las alas pasaron de la posición vertical y, durante ese vuelco, el morro de la aeronave se inclinó hasta por debajo del horizonte. La aeronave se estrelló en el campo abierto y los restos se esparcieron por un parque de casas rodantes contiguo. La aeronave resultó destruida en el impacto e incendio posterior. Las 271 personas a bordo fallecieron. Además, dos personas que se encontraban en tierra y otras dos fueron heridas. La NTSB determinó que la causa probable había sido un daño provocado por el mantenimiento que llevó a la separación del conjunto de motor núm. 1 y pilón en un punto crítico durante el despegue. La separación resultó de daños producidos por procedimientos de mantenimiento inadecuados que llevaron a la falla de la estructura del pilón. Como factores contribuyentes se determinaron el diseño de los puntos de anclaje del pilón que eran vulnerables a daños durante mantenimiento y el diseño del sistema de aleta hipersustentadora del borde de ataque que resultó vulnerable a daños y que produjo una condición asimétrica y el vuelco involuntario de la aeronave. También se observaron deficiencias de supervisión que no habían detectado y prevenido la aplicación de procedimientos de mantenimiento incorrectos.

Lockheed L-1011, Miami, EUA, 5 de mayo de 1983 (Ref. NTSB/AAR 84/04)

Durante el mantenimiento de una aeronave Lockheed L-1011, los AME no colocaron las juntas tóricas en los conjuntos de detector principal de partículas metálicas. Esto llevó a pérdida de aceite y falla de motor durante el vuelo de la aeronave desde Miami, EUA, a Nassau, Bahamas, el 5 de mayo de 1983. El comandante decidió regresar a Miami y la aeronave aterrizó sin contratiempos con sólo un motor en funcionamiento. La investigación mostró que los AME habían estado acostumbrados a recibir los detectores de partículas metálicas con las juntas tóricas ya instaladas y que se aplicaban procedimientos informales para el ajuste de los detectores de partículas. Este problema había ocurrido antes, pero no se habían adoptado medidas apropiadas para prevenir que volviera a ocurrir.

**Boeing 737-200, Hawaii, EUA, 28 de abril de 1988
(Ref. NTSB/AAR 89/03)**

Este accidente en vuelo el 28 de abril de 1988 involucró un repentino desprendimiento de 18 pies de la estructura de cabina superior de un Boeing 737-200 debido a fallas estructurales. Un auxiliar de a bordo fue aspirado hacia afuera durante la descompresión mientras que siete pasajeros y otro auxiliar de a bordo sufrieron heridas graves. La aeronave efectuó un aterrizaje de emergencia en el Aeropuerto Kahului en la Isla de Maui. El Boeing 737-200 accidentado había sido previamente examinado, según lo requerido, por dos inspectores mecánicos. Un inspector contaba con 22 años de experiencia y el otro, el inspector jefe, con 33 años de experiencia. Ninguno de ellos encontró ninguna fisura o fractura en el revestimiento de esta aeronave durante su inspección. No obstante, análisis posteriores al accidente determinaron que había más de 240 fisuras en el revestimiento en el momento de la inspección. La investigación subsiguiente determinó muchos problemas relacionados con factores humanos que llevaron a la inspección fallida.

**BAC 1-11, Didcot, Reino Unido, 10 de junio de 1990
(Ref. U.K. AAIB/AAR 1/92)**

En junio de 1990, un BAC 1-11 ascendía a 17 300 pies a la salida del Aeropuerto internacional de Birmingham, Reino Unido, cuando el parabrisas izquierdo, que había sido reemplazado antes del vuelo, reventó y se desprendió a causa de la presión de la cabina que superó la retención de los pernos de anclaje. El diámetro de 84 de los 90 pernos era menor que el especificado. El comandante de la aeronave fue aspirado en parte a través del orificio del parabrisas siendo sostenido por la tripulación de cabina mientras el copiloto conducía a la aeronave a un aterrizaje en seguridad en el Aeropuerto de Southampton.

La investigación reveló que el jefe de turno de mantenimiento (SMM), con poco personal en un turno nocturno, había decidido realizar el mismo el reemplazo del parabrisas. Consultó el manual de mantenimiento y llegó a la conclusión de que era una tarea directa. Después de quitar el parabrisas, decidió reemplazar los viejos pernos, y llevando con él uno de los pernos, un 7D, (el parabrisa tendría que haber llevado 8D) a la sala de almacenamiento, procuró encontrar repuestos. El supervisor del almacén le dijo que necesitaba 8D, pero el SMM decidió que los 7D servirían dado que era el tamaño del perno instalado anteriormente. Dado que no había suficientes 7D en el almacén, el SMM se dirigió a una zona debajo del andén internacional donde podría encontrarse más material. La iluminación en dicha zona era muy débil y las etiquetas en las cajuelas de repuestos eran viejas y borrosas. El SMM utilizó la vista y el tacto para ubicar los pernos. No obstante, seleccionó erróneamente pernos 8C cuyo diámetro era inferior. También llevó seis 9D pensando que la fijación de la franja de la carena de la esquina exterior requeriría pernos más largos. Cuando el SMM logró colocar el parabrisas, utilizó 84 de los pernos 8C obtenidos del depósito y no se dio cuenta de que el avellanado era menor de lo que debería ser cuando se instalaban los pernos. Cuando llegó a la franja de la carena de la esquina exterior, se dio cuenta de que los pernos 9D eran demasiado largos, de modo que recuperó y volvió a instalar seis de los viejos pernos 7D que había quitado con la carena, (sin darse cuenta de la diferencia en la torca alcanzada entre los pernos nuevos y los antiguos). Completó la tarea y firmó su finalización (los procedimientos no exigían una verificación de presión de cabina o una verificación duplicada).

Varios aspectos de factores humanos contribuyeron a este incidente, incluyendo errores de percepción por parte del SMM al identificar los pernos de repuesto, mala iluminación en la zona de almacenamiento bajo el andén internacional, el hecho de que el SMM no utilizara anteojos, efectos circadianos, prácticas laborales deficientes y posibles factores de organización y diseño.

**McDonnell Douglas DC-10-10, Sioux City, EUA,
19 de julio de 1989 (Ref. NTSB/AAR 90/06)**

En julio de 1989, un DC-10-10 experimentó una falla catastrófica en el motor núm. 2 montado en la cola durante el vuelo en crucero. La separación, fragmentación y desprendimiento forzado de partes del conjunto del rotor de soplante

de la etapa 1 del motor núm. 2 condujeron a la pérdida de los tres sistemas hidráulicos que alimentaban los mandos de vuelo del avión. La tripulación de vuelo experimentó graves dificultades en controlar el avión, que posteriormente se estrelló durante un intento de aterrizaje en el Aeropuerto Sioux Gateway, Iowa. Había 285 pasajeros y 11 miembros de tripulación de a bordo. Un auxiliar de a bordo y 110 pasajeros recibieron heridas mortales.

La NTSB de EUA determinó que la causa probable de este accidente fue la inadecuada consideración brindada a las limitaciones de factores humanos en los procedimientos de inspección y control de calidad aplicados en la instalación de reacondicionamiento de motores de United Airlines. Esto hizo que no se detectara una grieta de fatiga originada en un defecto metalúrgico tampoco detectado anteriormente en una zona crítica del disco de soplante de la etapa 1 fabricado por General Electric Aircraft Engines.

Embraer 120, Eagle Lake, EUA, 11 de septiembre de 1991
(Ref. NTSB/AAR 92/04)

El 11 de septiembre de 1991, una aeronave Embraer 120 sufrió una rotura estructural en vuelo y se estrelló sin sobrevivientes en un campo de maíz cerca de Eagle Lake, Texas. El accidente ocurrió debido a que los tornillos de sujeción de la parte superior izquierda del borde de ataque del estabilizador horizontal habían sido quitados la noche anterior durante el mantenimiento regular de manera que la estructura de montaje del borde de ataque/protección antihielo había quedado sólo fijada al estabilizador horizontal por los tornillos de sujeción inferiores.

El informe de este accidente reviste particular interés para el estudio de los factores humanos. La redacción del informe del accidente atribuyó la culpa a los técnicos que no reinstalaron correctamente la protección antihielo en el estabilizador horizontal. Una declaración en descenso del miembro de la NTSB John Lauber se refirió a la cultura empresarial como parcialmente culpable, además de los diversos factores contribuyentes que condujeron a la incorrecta instalación.

Airbus A320, Gatwick, Reino Unido, 26 de agosto de 1993
(Ref. U.K. AAIB/AIR 2/95)

Este incidente ocurrió el 26 de agosto de 1993 e involucró un Airbus A320 durante su primer vuelo después de un cambio de superficie de flap. La aeronave mostró un comportamiento involuntario de vuelco a la derecha al despegue, condición que continuó hasta su aterrizaje sin contratiempos de retorno al aeropuerto Gatwick de Londres, 37 minutos después. La investigación descubrió que durante el mantenimiento para reemplazar el flap exterior derecho, los disruptores aerodinámicos de ala se habían colocado en modo de mantenimiento (con movimiento libre) y se les manipuló utilizando un procedimiento incompleto; concretamente, no se instalaron los collares y banderas. El propósito de los collares y la forma en que funcionaban los disruptores no habían sido bien entendidos por los mecánicos. Este malentendido se debió, en parte, a la familiarización de los mecánicos con otras aeronaves (principalmente 757) y contribuyó a la falta de información adecuada sobre la condición de los disruptores durante el cambio de turno. La aeronave se despachó con los actuadores de los disruptores todavía en modo de mantenimiento. Los disruptores “flotantes” no se detectaron durante las verificaciones normales de funcionamiento por piloto.

Boeing 747, Narita, Japón, 1 de marzo de 1994
(Ref. NTSB/SIR 94/02)

El 1 de marzo de 1994, un Boeing 747 aterrizó en el nuevo Aeropuerto internacional de Tokio en Narita, Japón, con el frente del motor núm. 1 rozando el suelo. Se registró un incendio que fue rápidamente extinguido por los bomberos locales y no hubo víctimas. Durante el mantenimiento de la aeronave antes del accidente, el retén principal de la riostra diagonal delantera del pilón núm. 1 había sido quitado pero no se le volvió a instalar. El informe de la investigación especial de la NTSB determinó que:

- el personal de mantenimiento e inspección que trabajó en el avión no contaba con la capacitación y calificación adecuadas para realizar las funciones requeridas del mantenimiento e inspección;
- el inspector realizó en la inspección por ensayo no destructivo de la riostra diagonal del pílón núm. 1 y completó adecuadamente la inspección, pero firmó inadecuadamente como terminadas varias etapas subsiguientes de la tarjeta de instrucciones del sistema de texto interactivo centralizado (CITEXT). Esto pudo haber llevado a otros miembros del personal de mantenimiento e inspección a interpretar que las medidas de mantenimiento de los retenes de pasador fusible del motor núm. 1 habían sido completadas, lo cual no era el caso;
- la inspección final de la zona del pílón se vio afectada por la iluminación inadecuada y peligros percibidos en el andamiaje;
- el CITEXT utilizado por Northwest Airlines era inadecuado debido a que no contaba con la información pertinente contenida en el manual de mantenimiento aprobado por la FAA, no se ajustaba a la política GEMM de Northwest Airlines y no contenía instrucciones específicas relativas a medidas, componentes o sistemas específicos del pílón del motor núm. 1 de un Boeing 747;
- los AME e inspectores de Northwest Airlines no comprendían adecuadamente la aplicación de los sistemas CITEXT y de “etiqueta roja” para aspectos críticos de mantenimiento;
- los supervisores y jefes de mantenimiento de Northwest Airlines no aseguraron que las prácticas laborales de los AME e inspectores se realizaran con arreglo al manual de mantenimiento aprobado;
- el entorno laboral para el mantenimiento pesado del avión era inadecuado y contribuyó a una situación productora de errores para los operarios;
- la falta de almacenamiento adecuado y organizado de las partes extraídas contribuyó a que no se volvieran a instalar los retenes de los pasadores fusibles;
- la vigilancia por la FAA de la instalación de mantenimiento de Northwest Airlines no logró detectar desviaciones en los procedimientos de “etiqueta roja”; y
- los inspectores de la FAA no aplicaron elementos de factores humanos elaborados por la FAA y permitieron que existiera un entorno laboral inadecuado en el hangar.

Douglas DC-9-32, Atlanta, EUA, 8 de junio de 1995
(Ref. NTSB/AAR 96/03)

El 8 de junio de 1995, cuando el vuelo regular de pasajeros interior de ValuJet Airlines iniciaba su recorrido de despegue, los ocupantes del avión y el personal de control de tránsito aéreo oyeron una “fuerte detonación”. La luz de alarma de incendio del motor derecho se iluminó y la tripulación de vuelo de un avión que venía detrás comunicó a la tripulación de ValuJet Airlines que el motor derecho se incendiaba, lo que llevó a interrumpir el despegue. Fragmentos y esquirlas del motor derecho penetraron el fuselaje y la línea de combustible principal del motor derecho provocando un incendio en la cabina. El avión fue frenado en la pista y el comandante ordenó la evacuación del mismo.

La NTSB determinó que la causa probable de este accidente fue que el personal de mantenimiento e inspección de Turk Hava Yollari no realizara una adecuada inspección del disco del compresor superior de la séptima etapa. Esto permitió que una fisura detectable creciera hasta una longitud a la cual el disco se rompió, bajo condiciones de funcionamiento normales, impulsando fragmentos del motor hacia el fuselaje.

Boeing 737-400, Daventry, Reino Unido, 23 de febrero de 1995
(Ref. U.K. AAIB/AIR 3/96)

El 23 de febrero de 1995, después de despegar del Aeropuerto East Midlands en el Reino Unido con rumbo al Aeropuerto de Lanzarote en las Islas Canarias, España, un Boeing 737-400 experimentó pérdida de presión de aceite en ambos motores. La aeronave se desvió y aterrizó sin contratiempos en el Aeropuerto Luton. La investigación descubrió que la aeronave había sido objeto de inspecciones con baroscopio en ambos motores durante la noche anterior y que las cubiertas del impulsor del rotor de alta presión (HP) no se habían vuelto a colocar, resultando en la pérdida de casi todo el aceite de ambos motores durante el vuelo.

Originalmente, el mecánico de mantenimiento en línea iba a realizar esa tarea y ya había comenzado a preparar uno de los motores para la inspección. No obstante, por varias razones, intercambió tareas con el controlador de mantenimiento de base y, en consecuencia, le proporcionó una información oral sobre lo que había hecho hasta el momento. El controlador de mantenimiento de base no estaba familiarizado con la labor administrativa de esa tarea dado que se trataba de “papeleo” de mantenimiento en línea. No obstante, no consideró necesario referirse a ningún texto de referencia adicional. El controlador de mantenimiento de base escogió a un instalador para ayudarlo. Si bien con muchas interrupciones, efectuaron la tarea, salvo que no volvieron a colocar las cubiertas del impulsor del rotor. No se realizaron ensayos en tierra con motor en marcha lenta (lo que habría revelado las fugas de aceite). La tarea se firmó como completada.

Boeing 747, Gatwick, Reino Unido, 2 de noviembre de 1996
(Ref. U.K. AAIB Boletín 5/97)

Inmediatamente después del despegue de un Boeing 747 el 2 de noviembre de 1996, la manija de la puerta 4L se colocó en posición “abierta” durante el ascenso. El comandante decidió arrojar combustible y regresar a Gatwick. La aeronave aterrizó sin contratiempos. Una investigación reveló que el tubo de torca de la puerta se había taladrado/colocado incorrectamente. El manual de mantenimiento exigía utilizar una plantilla de taladro al colocar el nuevo tubo de torca no taladrado, pero no se contaba con dicha plantilla. El mecánico de mantenimiento de aeronaves titular de licencia y el mecánico de enlace técnico de flota optaron por taladrar el tubo en el taller sin una plantilla, debido a limitaciones de tiempo y a requisitos operacionales de la aeronave. El problema con la puerta se debió a orificios taladrados en posición incorrecta para los sujetadores del tubo de torca de la puerta.

Airbus A320, Gatwick, Reino Unido, 20 de enero de 2000
(Ref. U.K. AAIB Boletín 7/2000)

El 20 de enero de 2000, cuando una aeronave Airbus A320 rotaba en despegue del Aeropuerto Gatwick de Londres, se desprendieron las dos puertas de capó de soplante del motor núm. 1 y golpearon a la aeronave. Las puertas resultaron destruidas y se registro un daño localizado en el motor núm. 1 y su pilón, el ala izquierda, los flaps y aletas hipersustentadoras izquierdas, el fuselaje y el plano de deriva. Es probable que las puertas se hayan cerrado después del mantenimiento y no se hayan trancado antes del accidente. Cuando las puertas están cerradas, no hay indicios visibles que indiquen la condición de no trancadas y tampoco hay indicaciones en el puesto de pilotaje. Similares incidentes han ocurrido en por lo menos otras siete ocasiones en todo el mundo.

— — — — —

Apéndice B del Capítulo 1

REFERENCIAS

- Air Transport Association of America. *ATA Specification 113: Maintenance Human Factors Program Guidelines*. [[http:// www.airlines.org/public/publications](http://www.airlines.org/public/publications)].
- Aircraft Dispatch and Maintenance Safety (ADAMS). *Human-Centred Management Guide for Aircraft Maintenance*. 2000, Chapters 1, 4 and 5.
- Bureau of Air Safety Investigation — Australia. *Human Factors in Airline Maintenance; A Study of Incident Reports*. 1997, pp. v and 1.
- Courteney, H. “Safety is no Accident”. Paper presented at the Royal Aeronautical Society Conference, London, United Kingdom, 2 May 2001.
- FAA. “Human Factors Defined”. Chapter 1 of FAA/AAM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase I Progress Report*. 1991.
- FAA. “International Comparisons”. Chapter 5 of FAA/AAM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase II Progress Report*. 1993.
- FAA. “Reliability in Aircraft Inspection: UK and USA Perspectives”. Chapter 9 of FAA/AAM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase IV Progress Report*. 1995.
- Global Aviation Information Network (GAIN). *Operator’s Flight Safety Handbook*. June 2000, Section 7. [[http:// www.gainweb.org](http://www.gainweb.org)].
- Johnson, W. B. “Return on Investment in Maintenance Human Factors”. Paper presented at SMi Conference on Aircraft Maintenance Human Factors, London, United Kingdom, 2000.
- Joint Aviation Authorities. *Joint Aviation Requirement 66: Certifying Staff Maintenance*. 1998.
- National Transportation Safety Board. “Maintenance Accident Report Infobase”. On FAA CD-ROM *Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection: Ten Years of Research and Development*. 1998.
- OACI. *Directrices sobre factores humanos para los sistemas de gestión del tránsito aéreo (ATM)* (Doc 9758). Montreal, Canadá, 2000.
- OACI. *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683). Montreal, Canadá, 1998.
- Rankin, Bill. *Boeing Co. Study*. 2001.
- U.K. CAA. “CAA Paper 97011: JAR 145 Review Team Report”. 1997.
- U.K. CAA. *Human Factors and Aircraft Maintenance Handbook*. 2000, Issue 2, Part 3, Chapter 3.

Capítulo 2

CUESTIONES FUNDAMENTALES RELATIVAS A LOS ERRORES DE MANTENIMIENTO

2.1 INTRODUCCIÓN

2.1.1 Los registros de accidentes e incidentes pueden proporcionar una valiosa perspectiva en profundidad de algunos de los tipos comunes de errores de mantenimiento que se han notificado como factores causales en el pasado. Por ejemplo, en la Tabla 2-1 se muestra un resumen de conclusiones sobre accidentes/incidentes relacionados con mantenimiento de tres Estados (con muchas actividades de aviación comercial) con referencia a las secciones de este capítulo. Las variaciones de los factores causales son amplias y hay acuerdo sobre solamente 10 de las 21 categorías. Esto puede deberse a diferencias culturales, de organización y normativas entre estos Estados.

2.1.2 Dado que existen amplias variaciones en los factores causales para los tres Estados incluidos en la Tabla 2-1, es probable que también existan entre otros Estados variaciones de amplitud similar. Esta conclusión sugiere que cada órgano estatal de reglamentación de la aviación debería adaptar sus textos normativos y de orientación a la situación del propio Estado a efectos de producir resultados óptimos en seguridad operacional aérea.

2.1.3 Muchos textos sobre factores humanos suponen que las personas (seres humanos) no han cambiado en las últimas décadas. Si bien las características físicas básicas de las personas pueden haber permanecido iguales, es probable que muchos aspectos del personal de los hangares y su administración hayan cambiado considerablemente. Tras una investigación en este campo, el equipo de investigación sobre factores humanos de mantenimiento en la aviación de la Oficina de medicina aeronáutica (AAM) de la FAA produjo su informe sobre el progreso de la Fase I, con fecha de noviembre de 1991, en el que se describe la evolución de la industria de mantenimiento en los Estados Unidos y su personal desde el decenio de 1960 a 1990. Parece razonable suponer que han continuado ocurriendo cambios en los años siguientes a este informe en particular. El informe se considera con más detalle en el Apéndice A de este capítulo.

2.1.4 Este capítulo utiliza extractos de textos elaborados por diversas organizaciones para explicar algunos de los factores que, como en los ejemplos de la Tabla 2-1, se sabe aumentan la probabilidad de errores de mantenimiento.

2.2 VIGILANCIA NORMATIVA

2.2.1 La siguiente cita del libro *Managing the Risks of Organizational Accidents* del profesor James Reason probablemente refleja la percepción que muchos órganos normativos aeronáuticos tienen de su función:

“La función de los reglamentadores — como la de los policías — no es una función feliz. No sólo son raramente queridos por aquellos que reglamentan, sino que ahora es cada vez más probable que se les culpe de los accidentes de la organización. A lo largo de los últimos treinta años, la búsqueda de las causas de una catástrofe importante se ha venido extendiendo hacia fuera en cuanto a su alcance y hacia atrás en el tiempo para descubrir contribuciones cada vez más remotas. En forma prominente y frecuente en esta “lluvia” ampliada de causas, figuran las decisiones y medidas de la autoridad de reglamentación”.

Tabla 2-1. Comparación de causas de accidentes/incidentes relacionadas con el mantenimiento entre tres Estados con respecto a las secciones del Capítulo 2

<i>Capítulo 2 Núm. de Sección</i>	<i>Junta Nacional de Seguridad de Transporte de EUA</i>	<i>Oficina de investigación de accidentes aéreos del Reino Unido</i>	<i>Ministerio de Transportes Canadá</i>
2.2	Vigilancia normativa inadecuada	Vigilancia normativa inadecuada	
2.3	Programa de mantenimiento inadecuado		
2.3	Vigilancia de gestión inadecuada		
2.3	Repuestos o herramientas incorrectas	Equipo o repuestos inadecuados	Recursos inadecuados
2.3		Planificación previa del trabajo inadecuada	
2.3		Cantidad de personal inadecuado	
2.3 y 2.5		Presiones de tiempo para completar la tarea	Presiones
2.4	Desviaciones de procedimiento	Omisión de aplicar procedimientos AMO o MM	Normas o hábitos
2.4	Conocimientos/instrucción inadecuados		Conocimiento inadecuado
2.4	Recursos disponibles no utilizados		
2.4 y 2.9	Limitación de la actuación humana	Todos los errores ocurrieron durante trabajo nocturno	Fatiga, estrés, falta de asertividad
2.5	Omisión de responder a indicaciones/advertencias		Falta de conocimiento o complacencia
2.5	Omisión de prever efectos		
2.5		Interrupciones	Distracciones en el trabajo
2.5		Supervisores que realizan tareas prácticas ellos mismos	
2.5		Actitud de “lo puedo hacer”	
2.5			Falta de trabajo en equipo
2.5 y 2.8	Falta de comunicaciones	Traspaso de turnos o tareas	Malas comunicaciones
2.6	Entorno de mantenimiento inadecuado		
2.7	Deficiencias de diseño		
2.8	Información promulgada inadecuada	Manuales confusos	

2.2.2 ¿Es el cumplimiento de los reglamentos el objetivo principal? ¿Cómo percibe la industria de mantenimiento de aeronaves la función del reglamentador y de los reglamentos? La siguiente cita de un informe del proyecto ADAMS de la Comunidad Europea puede proporcionar una respuesta parcial a estas importantes preguntas:

“Cuando se pregunta a los administradores: ‘¿cómo sabe usted si su organización es segura?’ una de las más comunes es: ‘porque cumplimos con los reglamentos’. Esta respuesta estándar representa un retiro de responsabilidad respecto del comportamiento de la compañía en cuanto a seguridad operacional. El marco de los reglamentos JAR 145 se construye en torno de la filosofía de aprobar organismos de mantenimiento que cuenten con un sistema de gestión adecuado para garantizar operaciones seguras. Así pues, el reglamentador sólo reglamenta indirectamente la seguridad de la operación — la responsabilidad de garantizar la seguridad operacional recae en la gestión operacional y de la calidad.

“Si la administración busca luego cumplir los requisitos del reglamentador como su norma de seguridad operacional, el sistema pasa a ser circular, sin normas de seguridad independientes. El cumplimiento de los reglamentos es sólo la primera etapa en la formulación de la política de seguridad operacional efectiva”.

2.2.3 La experiencia ha demostrado que es necesario que la industria vaya más allá del mero cumplimiento de los reglamentos para lograr mejores niveles de seguridad operacional aérea. Una posible segunda etapa es que la organización establezca su propia norma interna de seguridad operacional. El informe del proyecto ADAMS sugiere que los criterios deberían incluir lo siguiente:

- cumplimiento de las normas técnicas y mejores prácticas;
- eficacia de los procesos de gestión, es decir un sistema de calidad eficaz basado en elementos como la organización, normas, procedimientos, documentación, control de recursos, instrucción y evaluación así como sistemas de retroinformación; y
- medición de resultados de seguridad operacional, como:
 - proporción de incidentes y accidentes, recomendaciones implantadas y evaluación de la implantación;
 - auditorías y recomendaciones implantadas y evaluadas; y
 - informes sobre discrepancias en la calidad recibidos y medidas adoptadas y evaluadas.

2.2.4 El Estado, conjuntamente con su órgano de reglamentación de la aviación, por supuesto, también es responsable del marco del Convenio de Chicago de reglamentar el cumplimiento de las normas y métodos recomendados de la OACI.

2.3 LA FUNCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN

2.3.1 Las organizaciones en los sistemas sociotécnicos tienen que asignar recursos a dos objetivos diferenciados: producción y seguridad operacional. A largo plazo estos constituyen metas claramente compatibles pero, dado que los recursos son finitos, es probable que haya muchas ocasiones en que existan conflictos de intereses a corto plazo. Los recursos asignados para la producción (véase la Figura 2-1) podría causar que disminuyan los disponibles para la seguridad operacional y vice versa. Al enfrentar este dilema, las organizaciones con estructuras inadecuadas pueden hacer hincapié en la gestión de la producción más que en la seguridad operacional o gestión de riesgos. Aunque se trata de una reacción perfectamente comprensible, no es aconsejable y contribuye a deficiencias adicionales en seguridad operacional.

2.3.2 En tanto a sistema sociotécnico complejo, la aviación exige la coordinación precisa de un gran número de elementos humanos y mecánicos para su funcionamiento. También posee elaboradas defensas de seguridad. Los accidentes en este sistema son producto de la conjunción de varios factores causales, cada uno de ellos necesario pero en sí no suficiente para atravesar la defensa del sistema. Con un progreso tecnológico constante, las fallas de equipo principales o los errores del personal operacional son rara vez la causa principal de la falla de la defensa de la seguridad operacional del sistema. Por el contrario, estas fallas son consecuencia de deficiencias humanas en la toma de decisiones que ocurren principalmente en los sectores de la administración.

2.3.3 El análisis de accidentes importantes en sistemas tecnológicos ha indicado claramente que las condiciones previas para los desastres pueden rastrearse a deficiencias de organización identificables. Es común encontrar que varios sucesos no deseados, todos los cuales pueden contribuir a un accidente, definen un “período de incubación” que se mide a menudo en términos de años, hasta que un suceso activador, como una condición de funcionamiento anormal, precipita el desastre. Además, las actividades de prevención de accidentes en los sistemas sociotécnicos reconocen que los problemas principales de seguridad operacional no pertenecen exclusivamente a los componentes humano o técnico. Por el contrario, surgen incluso de interacciones todavía poco comprendidas entre las personas y la tecnología. El entorno en que estas interacciones tienen lugar influye aún más en su complejidad.

2.3.4 Una reacción superficial de la administración frente a errores de mantenimiento inducidos por la organización consiste en preguntar por qué no se han seguido los procedimientos. La respuesta breve, proporcionada por Taylor y Christensen en su libro *Airline Maintenance Resource Management*, sería la siguiente:

“Si el proceso no se sigue, se debe considerar en primer lugar que el propio diseño del proceso falla y no el individuo. Los problemas de comprensión y cumplimiento deben incluirse en el diseño. Los empleados no deben culparse cuando el sistema les hace difícil comprender y cumplir las expectativas. El diseño del proceso debe mejorarse”.

2.3.5 Las personas son el recurso más importante de cualquier organismo de mantenimiento de aeronaves o equipo. La forma en que la administración trata a su personal afectará considerablemente el resultado de la organización tanto en términos de producción como de normas. El informe de proyecto ADAMS se resume en este punto como sigue:

“Una organización que ignora o se siente amenazada por informes de calidad, o que no puede tomar medidas efectivas en respuesta de incidentes graves, que reacciona en forma punitiva cuando las personas cometen errores bien intencionados o que plantea exigencias no realistas o inapropiadas, verá que la idoneidad y el profesionalismo de su personal se dirige a protegerse ellos mismos y no a mejorar la organización”.

Una cultura “abierta” que fomente la comunicación hacia arriba y responda a críticas constructivas tendrá, en consecuencia, efectos positivos para la organización.

2.3.6 La experiencia, tanto en Europa como en Estados Unidos, ha demostrado que las iniciativas de factores humanos no siempre son totalmente exitosas. El informe del proyecto ADAMS en la Comunidad Europea indica los puntos siguientes como razones más comunes:

- “• *Marginalización*: los programas de factores humanos pueden marginalizarse en un departamento separado o un “defensor” específico que tiene poca influencia cuando se adoptan decisiones. Una falta de eficacia observable conduce a la debilitación y, en última instancia, a la terminación del programa.
- “• *Parcialidad/desequilibrio*: muchos programas de factores humanos tienen un foco único, a menudo en la instrucción, por ejemplo. Cuando las personas regresan a su entorno laboral anterior después de la instrucción, sufren desilusión si dicho entorno no ha cambiado y todavía se aplican las viejas forma de trabajar.

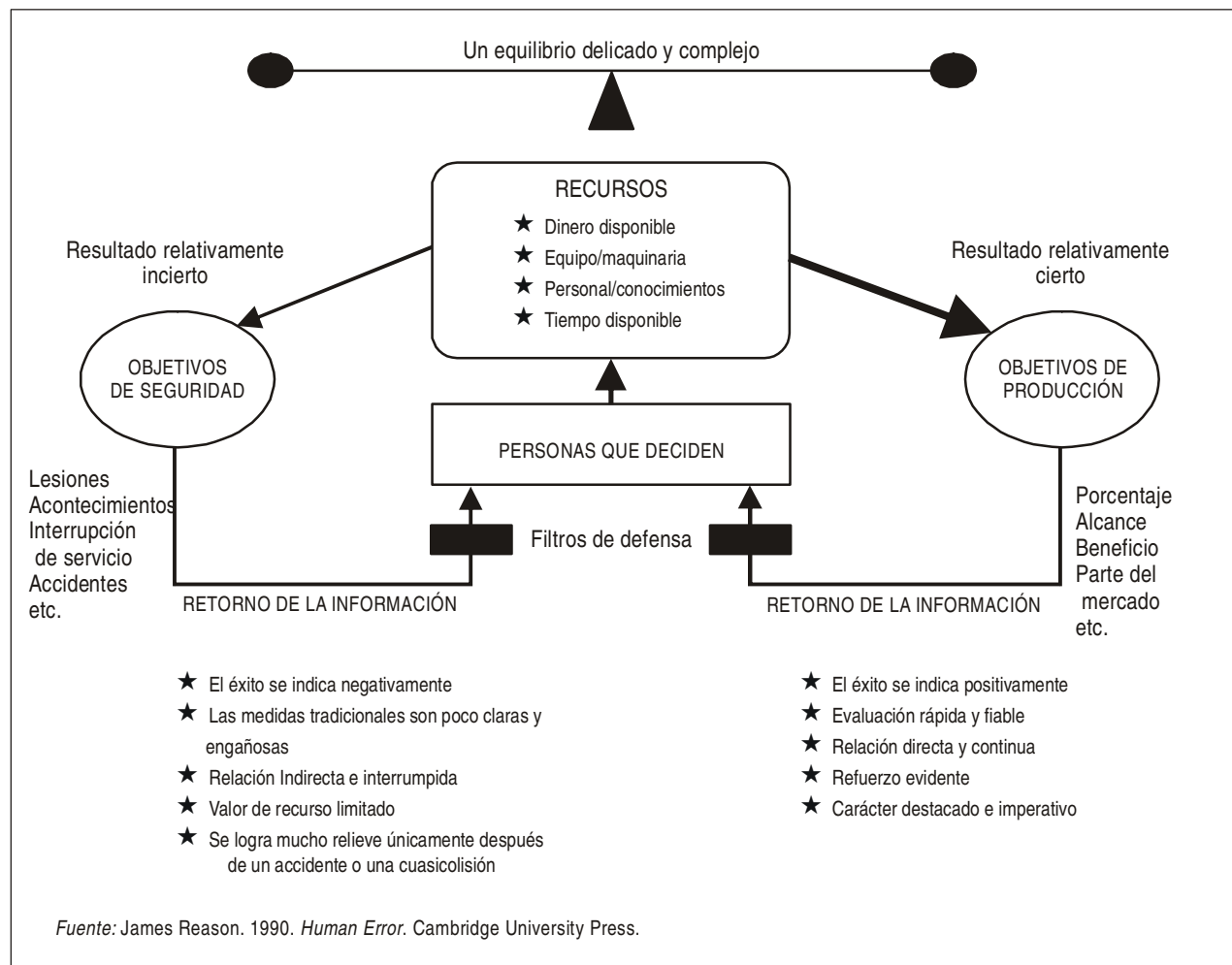


Figura 2-1. Resumen de algunos factores que contribuyen a decisiones de alto nivel con fallas

- “• *Concentración en el diagnóstico y no en el cambio:* el conocimiento técnico de los factores humanos cuenta con métodos bien elaborados para el diagnóstico de lo que ocurrió mal. A menudo, hay también poco énfasis en modificar la situación para impedir que vuelva a suceder.
- “• *Falta de objetivos claros:* los programas de factores humanos tienen a menudo objetivos que no están claramente definidos, por ejemplo, — ¿qué puede lograrse aumentando el conocimiento? ¿qué significa prevención de errores? Dichos programas no tienen una clara relación entre el foco de la intervención (normalmente actitudes o comportamiento humanos) y los resultados que la organización necesita.
- “• *Ausencia de compromiso con la evaluación:* pocas intervenciones de factores humanos van acompañadas de una evolución sistemática de su eficacia. La elaboración de un programa eficaz de factores humanos entraña una inversión considerable. Resulta apropiado medir la eficacia de esta inversión”.

Las razones anteriores de una posible falta de éxito pueden enfrentarse aplicando los mejores principios de gestionar con eficacia de las personas. Por consiguiente, los mejores principios deberían introducirse en todos los aspectos del sistema de producción y gestión de un organismo de mantenimiento de aeronaves si se quiere reducir los errores humanos.

2.4 INSTRUCCIÓN

2.4.1 A medida que los reglamentadores avanzan hacia una reducción en las proporciones de accidentes e incidentes, deben tener en cuenta los factores siguientes: las aeronaves y sus equipos son complejos, la carga de trabajo de los organismos de mantenimiento es elevada y la seguridad pública tiene un perfil alto. Estos factores se combinan para justificar un nivel elevado de instrucción para los AME, sus supervisores y administradores. Los mismos factores también justifican una norma elevada para la instrucción del personal de gestión e inspección en un órgano normativo aeronáutico del Estado.

2.4.2 El AME exige un elevado nivel de aptitud mecánica práctica y, en la mayoría de los Estados, los reglamentos exigen instrucción oficial para el otorgamiento de una licencia de (técnico/mecánico) de mantenimiento de aeronave¹. El Anexo 1 exige actualmente que dicha instrucción incluya el conocimiento de la “actuación humana”.

2.4.3 En la industria existe una tendencia a considerar que la instrucción es una actividad distinta completamente separada de otras tareas de gestión y laborales. No obstante, la profunda consideración de los dos aspectos — instrucción y gestión — revela muchos paralelos en sus idoneidades y habilidades necesarias. Tanto la buena instrucción como la buena gestión exigen la capacidad de evaluar las necesidades de los empleados, las características de las personalidades, elaborar requisitos de actuación que sean exigentes pero no más allá de la capacidad de cada persona y evaluar el rendimiento. La instrucción debería considerarse como parte integral de la buena gestión de mantenimiento en la aviación.

2.4.4 Dado que el personal de gestión e inspección del órgano de reglamentación aeronáutica del Estado debe elaborar y adoptar reglamentos y textos de orientación y vigilar el cumplimiento por la industria de estos textos, su nivel de instrucción en factores humanos debe ser más profundo y más extenso que el del personal de la industria. También puede ser necesario que el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado contrate especialistas en factores humanos (también conocidos como psicólogos industriales).

2.5 FIABILIDAD DE LA INSPECCIÓN HUMANA

2.5.1 A lo largo de la historia ha sido evidente que las personas son propensas a cometer errores. Como bien señala el conocido dicho “errar es humano”. En su monografía a la Conferencia de la Real Sociedad Aeronáutica en 1998, el Sr. David Finch describió la experiencia de un bien calificado ingeniero aeronáutico que había trabajado con muchos y diferentes inspectores en organismos de mantenimiento a lo largo de muchos años. Explicó que los inspectores están sujetos a las limitaciones y falibilidad humanas. En virtud de la falta de instrucción, experiencia, recursos, apoyo y todas las razones que actualmente se señalan en los programas de factores humanos, pueden omitir la vigilancia de un área u observar o reconocer un defecto. Habiendo visto y reconocido un defecto, todavía pueden estar equivocados, o sucumbir ante la persuasión, en la estimación de su importancia. En el resto de esta sección se mencionan algunos de los principales factores que se sabe aumentan la probabilidad de error humano.

1. El Anexo 1 considera los términos entre paréntesis como adiciones aceptables al título de la licencia. Se espera que cada Estado contratante de la OACI aplique en sus propios reglamentos la que prefiera.

2.5.2 La secuencia normal de tareas realizadas durante el mantenimiento de aeronaves pueden resumirse en general como sigue:

PREPARAR — LOGRAR ACCESO — QUITAR — ENSAYAR/REPARAR/REACONDICIONAR (según se requiera) — INSTALAR — ENSAYAR/AJUSTAR — CERRAR.

La fase de instalación de una tarea de mantenimiento se ha identificado en muchos estudios como la que más probablemente resulte en un error. Los tipos de errores cometidos por AMES y que se han registrado en estudios del profesor James Reason en *Managing the Risks of Organizational Accidents* se han combinado con datos presentados por el Sr. E. A. Ingham de la AAC del Reino Unido en una monografía ante una conferencia en 1996 y se resumen a continuación en orden de frecuencia de ocurrencia (comenzando con el error más frecuente):

- omisiones como sujeciones o ajustes sin hacer o incompletos, piezas que han quedado trancadas o inmovilizadas (no reactivadas), cubiertas sueltas o ausentes, piezas sueltas o desconectadas, piezas faltantes, objetos o herramientas sueltos no recolectados, falta de lubricación, y paneles y otras piezas no vueltas a instalar;
- instalación incorrecta de partes;
- colocación de partes equivocadas;
- conexiones cruzadas y otras discrepancias en el cableado eléctrico; y
- inspección inadecuada de aislamiento de fallas o ensayos de funcionamiento.

2.5.3 Los factores que se sabe afectan a los individuos que trabajen en una organización figuran en la serie de carteles “La sucia docena” (dirty dozen) publicada por el Ministerio de Transporte de Canadá, como sigue:

- *falta de comunicación*: jamás se debería dar nada por sentado;
- *complacencia*: la constante repetición puede provocar errores de apreciación;
- *falta de conocimientos*: cuando se combina con una actitud de “lo puedo hacer”, es más probable que hayan errores;
- *distracciones o interrupciones*: después de una distracción o una interrupción una persona puede reiniciar una tarea pensando que está más avanzada de lo que en realidad está;
- *falta de trabajo de equipo*: cuando se combina con una mala comunicación, pueden ocurrir errores importantes;
- *fatiga*: hasta que llega a un nivel extremo, las personas a menudo no son conscientes de que están fatigadas;
- *falta de recursos*: decisiones difíciles de liberar/no liberar y una actitud de “lo puedo hacer” pueden provocar errores;
- *presiones*: los horarios de vuelo de los explotadores pueden utilizarse para ejercer presiones;
- *falta de asertividad*: combinada con las presiones, aumenta la probabilidad de error;
- *estrés*: parte normal de la vida a menos que sea excesivo, entonces el error es más probable;
- *falta de conciencia de la situación*: no se emplea el sentido común o no se piensa en las consecuencias; y
- *normas o hábitos*: las “normas” del grupo de colegas no son necesariamente correctas.

2.5.4 Un estudio realizado en una gran línea aérea, aplicando técnicas de “lluvia de ideas” con 150 AME, examinó por qué estos técnicos cometen errores. Las razones más importantes se indican a continuación:

- aburrimiento;
- no comprensión de las instrucciones;
- falta de instrucciones disponibles;
- precipitación;
- presiones de la administración para postergar trabajo;
- fatiga;
- distracciones en momento crítico;
- cambio de turno;
- mala comunicación;
- uso de repuestos incorrectos;
- mala iluminación;
- omisión de asegurar las uniones; y
- mantenimiento no autorizado.

La lista muestra que los propios AME comprenden que la comunicación, o su ausencia, se relaciona directamente con los errores en su trabajo. Además, es notable que algunos aspectos de esta lista sean similares a los indicados en 2.5.3 de este capítulo.

2.5.5 El Capítulo 14 de la *Guía de factores humanos para el mantenimiento en aviación* de la FAA contiene un resumen de textos de investigaciones psicológicas, basado en la labor del profesor James Reason, que explica que los errores (es decir el no logro del objetivo deseado con las medidas planificadas) de los AME pueden pertenecer a una de las tres categorías siguientes:

1. *Deslices/desaciertos*: el plan de acción puede ser perfectamente adecuado pero las acciones no coinciden con lo planeado — hay fallas no intencionales durante la ejecución de la tarea. Los deslices pueden dividirse en *deslices basados en reglas* (aplicación no adecuada de reglas correctas y establecidas) y *deslices basados en idoneidad* (no se alcanza el nivel de idoneidad establecido);
2. *Equivocaciones/faltas*: las acciones corresponden al plan, pero el plan no es adecuado para el logro del resultado previsto. Las equivocaciones pueden subdividirse en *equivocaciones basadas en reglas* (aplicación de una regla que es incorrecta o equivocada para la tarea) y *equivocaciones basadas en conocimiento* (no elegir la forma correcta de realizar una tarea para la cual no se dispone de reglas establecidas, p. ej., aprendizaje por prueba y error); y
3. *Violaciones/transgresiones*: Mientras que los deslices y las equivocaciones no son intencionales, en la mayoría de los casos las violaciones son deliberadas. Las personas realizan intencionalmente en general actos de incumplimiento, sin pensar en las malas consecuencias que éstos tendrían ocasionalmente. Las violaciones pueden subdividirse en *violaciones regulares* (tomando atajos para el camino de menor esfuerzo, o suelta de instintos agresivos) y *violaciones necesarias* (donde el incumplimiento se realiza simplemente para terminar la tarea, es decir con herramientas, equipo o procedimientos inadecuados).

2.5.6 El Capítulo 14 de la *Guía de factores humanos para el mantenimiento en la aviación* explica también que las fallas son consecuencia de los errores humanos. Aunque la mayoría de los errores humanos no tienen consecuencias graves, un pequeño porcentaje de ellos pueden provocar o contribuir a brechas de seguridad operacional o, en casos graves, incidentes o accidentes de aviación. Las fallas pueden dividirse en las dos categorías siguientes, dependiendo del tiempo transcurrido antes de que se registre un impacto adverso en la seguridad operacional de la aviación:

1. *Fallas activas*: estas fallas son resultado de acciones no seguras (errores y violaciones) cometidas por quienes se encuentran en la interfaz ser humano-sistema cuyas acciones pueden tener, y a veces tienen, consecuencias adversas inmediatas, es decir el resultado negativo es casi inmediato; y
2. *Fallas latentes*: estas fallas se crean como resultado de decisiones adoptadas en los niveles superiores de la organización. Sus consecuencias perjudiciales pueden estar latentes por largo tiempo, y sólo se hacen evidentes cuando se combinan con factores locales de activación que atraviesan las defensas el sistema.

2.5.7 La *Guía de factores humanos para el mantenimiento en aviación* de la FAA informa que en un estudio realizado dentro de las instalaciones de talleres mecánicos de una importante línea aérea mundial, se identificaron doce factores locales (relacionados con actividades de mantenimiento en línea) y ocho factores de organización que tenían consecuencias adversas sobre las prácticas laborales de las personas que trabajaban en el piso del hangar. Los factores locales variaban de un lugar a otro (p. ej., del hangar al taller); no obstante, los factores de organización de niveles superiores seguían siendo los mismos en todo el sistema. En el Apéndice B de este capítulo figura información más detallada sobre los factores locales y de niveles superiores de la organización.

2.6 FACTORES DEL ENTORNO

2.6.1 El mantenimiento de aeronaves se realiza generalmente en uno de los tres entornos siguientes: a) el taller para los componentes; b) el hangar para una aeronave completa; y c) al aire libre, en la rampa o plataforma para mantenimiento en línea. La *Guía de factores humanos para el mantenimiento en aviación* de la FAA proporciona las siguientes razones concisas de por qué el diseño de la instalación de mantenimiento en hangar es tan importante:

“El concepto de factores humanos más fundamental relacionado con el diseño de una instalación es que ésta debería considerarse como el lugar en que los trabajadores humanos realizan tareas. Esto parece simplista y, quizás, demasiado obvio para ser mencionado. No obstante, es importante darse cuenta que las instalaciones de mantenimiento son mucho más que sólo lugares para estacionar aviones. Un estudio cuidadoso de las tareas que se van a realizar en una instalación proporciona una valiosa visión en profundidad sobre qué tipo de áreas debe tener una instalación, dónde deben emplazarse y cómo deben relacionarse entre sí. Una instalación bien diseñada ayuda a los operarios de mantenimiento a realizar sus tareas. Una instalación mal diseñada perjudica a los trabajadores”.

2.6.2 La *Guía de factores humanos para el mantenimiento en aviación* de la FAA también introduce el concepto de “estrés ambiental” provocado por elementos del entorno o ambiente del trabajador. Los espacios físicos confinados o apretados, la mala iluminación, el ruido, el calor, el frío, la humedad y la falta de circulación de aire pueden todos provocar un deterioro de la actuación. Cuando se combinan varios de los efectos del entorno, los niveles de estrés serán mayores que en los casos individuales. Es importante señalar que el estrés del entorno puede provocar deterioro o daño físico y mental. Por ejemplo, el calor excesivo impide la concentración y causa los síntomas más obvios del agotamiento físico.

2.6.3 Los mecánicos de mantenimiento de aeronaves que trabajan en mantenimiento en línea son responsables de realizar las verificaciones programadas requeridas y resolver defectos de la tripulación de vuelo. Muchos participan también en tareas adicionales como el reabastecimiento de combustible, despacho y remolque. La mayoría de la labor de mantenimiento en línea se realiza en la rampa o plataforma, que es un entorno con mucho más movimiento que el

hangar y que está sujeto a todo tipo de variaciones de condiciones meteorológicas e iluminación. La rampa es un lugar de mucho movimiento donde se realizan actividades de reabastecimiento de combustible, manipulación de equipaje y aprovisionamiento de a bordo, etc., y, como resultado, el acceso a la misma es a menudo difícil.

2.7 LA ERGONOMÍA Y LOS FACTORES HUMANOS

2.7.1 El término *ergonomía* se utiliza en muchos Estados para referirse estrictamente al estudio de aspectos de diseño del sistema humano-máquina. No obstante, en muchos países los términos *ergonomía* y *factores humanos* se utilizan indistintamente. El *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683), Parte 1, Capítulo 4, define la diferencia entre ambos en cuanto al aspecto que se hace resaltar. Los factores humanos han adquirido un significado más amplio, incluyendo aspectos de actuación humana e interfaces de sistema que no se consideran en general en el cuerpo principal de la ergonomía.

2.7.2 Del estudio de accidentes e incidentes que figuran en el Apéndice A del Capítulo 1 se desprende que, en muchos casos, las tareas de mantenimiento, la tecnología o las condiciones laborales no estaban bien ajustadas a los seres humanos involucrados en las actividades.

2.7.3 En el Capítulo 3, 3.9, se intenta proporcionar soluciones a los problemas de adaptar la tecnología y las condiciones laborales a los seres humanos.

2.8 COMUNICACIÓN Y DISEÑO DE DOCUMENTOS

2.8.1 En su libro *Airline Maintenance Resource Management*, Taylor y Christensen informan sobre un estudio, realizado en una gran línea aérea, que examinó las causas de que los AME cometieran errores en la documentación y el papeleo. El estudio se realizó con 160 capataces, mecánicos principales y AME que contribuyeron presentando listas de errores y sus causas. En resumen, la mala comunicación, las presiones y las distracciones se consideraron en general como las causas más importantes. La lista detallada es la siguiente:

- mala comunicación con respecto a la información técnica, incluyendo deficientes respuestas de la administración a las preguntas del personal de taller respecto a los procedimientos de mantenimiento de la compañía;
- prácticas deficientes del sistema de mantenimiento con respecto a información, incluyendo documentación del sistema de control de mantenimiento que a menudo era incorrecta, se extraviaba o se traspapelaba, así como la insatisfacción con el asesoramiento técnico;
- problemas de información relacionados con fusiones de compañías, como oportunidades perdidas en dicha fusión y no adopción de sistemas superiores de documentación después de la misma;
- tiempo insuficiente para las verificaciones diurnas de tránsito y documentación conexas;
- los cambios en el registro de tareas no involucraron a los mecánicos y usuarios y el nuevo diseño habría provocado errores de finalización de datos;
- información de ingeniería [p. ej., órdenes de ingeniería (EO) y Directivas de aeronavegabilidad (AD)] demasiado complicada o redundante sin que los usuarios participaran en su preparación;
- documentación demasiado complicada y tiempo insuficiente para completar tareas;

- manuales de política no redactados claramente, de difícil acceso y uso, lo cual provoca errores;
- instrucción insuficiente en materia de documentación de la compañía; y
- problemas experimentados con el tipo y condición de la tecnología de información de mantenimiento, incluyendo equipo insatisfactorio de acceso a los datos de mantenimiento, imágenes de microfilm distorsionadas o borrosas y sistema de computadora de difícil manejo.

2.8.2 El diseño de los documentos constituye claramente un factor en varios de los elementos indicados en la lista anterior. La *Guía de factores humanos para el mantenimiento en la aviación (Informe sobre progreso de la Fase VII)* de la FAA clasifica los aspectos de diseño de documentos en la forma genérica siguiente:

- *Legibilidad de la información:* esta es una cuestión principal en el diseño de documentos y se refiere a los dos aspectos siguientes: la presentación tipográfica y la estructura del lenguaje. Ambos aspectos tienen considerables consecuencias sobre la velocidad de lectura y la precisión del texto;
- *Contenido de la información:* se refiere a los aspectos del material textual y gráfico. Es importante que el material sea apropiado, actualizado, exacto, completo, de fácil comprensión y sin ambigüedades;
- *organización de la información:* se refiere a la forma en que se organiza la información en un documento. Para que la información pueda ser utilizada por un experto o por un novicio, debería clasificarse en categorías pertinentes y presentarse con carácter detallado. La información también debe organizarse en orden lógico; y
- *Compatibilidad física:* esto se refiere a la manipulación y uso de un documento. Cuando se diseñe un documento, es importante considerar su compatibilidad física con la tarea correspondiente. Una tarjeta de trabajo, ya sea de papel o salida de computadora, que haya sido deteriorada por las condiciones meteorológicas o los fluidos de la aeronave o que tenga un tamaño y peso de difícil manipulación o no sea compatible con los niveles de la iluminación local, las herramientas utilizadas o la tarea correspondiente, no resultará atractiva para utilizar.

2.9 FATIGA DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

2.9.1 La fatiga se relaciona generalmente con el cansancio después del trabajo o esfuerzo, ya sea físico o mental. Otros síntomas de la fatiga comprenden debilidad, estrés, depresión, problemas de salud y la tendencia a cometer errores. Las horas de trabajo excesivas, la mala planificación, insuficiencia de personal, mala programación de turnos y un entorno laboral sin adecuado control de la temperatura, la humedad o el ruido son factores conocidos que contribuyen a la fatiga en el entorno de mantenimiento de aviación.

2.9.2 La fatiga figura como uno de los factores de la “suciedad” de la serie de carteles publicadas por el Ministerio de Transporte del Canadá. En varios de los informes de accidentes e incidentes que figuran en el Apéndice A del Capítulo 1, la labor de mantenimiento realizada por la noche por personal que pudo haberse visto afectado por la fatiga o falta de sueño se señaló como factor causal. Estos accidentes e incidentes en vuelo “notificables” no son los únicos ejemplos de un personal fatigado. Por ejemplo, un explotador con una flota de doce aeronaves experimentó los siguientes incidentes “no notificables” antes del vuelo:

- amplio daño estructural a una aeronave debido a procedimientos incorrectos de elevación;
- amplio daño estructural a dos aeronaves debidos a una colisión en remolque;
- una herramienta olvidada en una aeronave; y

- tres miembros del personal de mantenimiento gravemente heridos debido a un accidente carretero al regresar del trabajo a sus casas después de un turno prolongado.

2.9.3 El sueño se relaciona con la fatiga y puede verse afectado por el estilo de vida y hábitos fuera del trabajo y por el sistema de turnos operado por el organismo de mantenimiento. Existe una considerable cantidad de pruebas en muchas industrias que indican que el trabajo en turnos puede provocar un aumento de la fatiga y una reducción de la seguridad operacional. Las investigaciones también han mostrado que los sistemas de turno pueden diseñarse de modo de minimizar el aumento de la fatiga y las perturbaciones al sueño.

2.9.4 Los seres humanos tienen ritmos corporales internos, conocidos normalmente como biorritmos. El ritmo circadiano, o biorritmo diario, es de particular pertinencia para el trabajo en turnos debido a que la información sobre la industria del transporte y de otros tipos muestra que el riesgo de accidente es más máximo en las muy tempranas horas de la mañana, es decir 2:00 a 3:00. También hay pruebas que muestran que el período de menor riesgo se registra a última hora de la mañana, es decir, de 10:00 a 12:00.

— — — — —

Apéndice A del Capítulo 2

EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO DE AERONAVES COMERCIALES, 1970–1990

1. En noviembre de 1991, el equipo de investigación sobre factores humanos en el mantenimiento en la aviación de la Oficina de medicina aeronáutica de la FAA, produjo su informe sobre progresos de la Fase I en un estudio referido a la evolución del mantenimiento de aeronaves comerciales desde 1970 a 1990. El párrafo del resumen del informe señala que éste representa un panorama combinado del comportamiento de la gestión del mantenimiento y de las organizaciones en ocho instalaciones de mantenimiento en los Estados Unidos, incluyendo transportistas pequeños y grandes y estaciones de reparación. Aunque este estudio refleja la experiencia de sólo un Estado, es probable que otros Estados con grandes industrias de explotación aeronáutica hayan experimentado tipos similares de cambios (quizás con diferentes cronogramas). El texto siguiente se reproduce del informe:

“Evolución del mantenimiento de aeronaves comerciales, 1970–1990

“En el transcurso de las visitas a emplazamientos para el presente estudio una cantidad de gerentes y supervisores de mantenimiento pesado con varios años de servicio describieron sus opiniones de la industria. Lo siguiente constituye el panorama notablemente coherente que surgió de estas discusiones respecto de los cambios registrados en los años 1960, 1970 y 1980 en el mantenimiento de líneas aéreas”.

“A finales de los años 1960 y comienzo de los 1970 los reactores modernos (Boeing 707 y Douglas DC-8 en particular) ya estaban bien establecidos en la flota comercial de EUA. Los Douglas DC-9 y Boeing 727 habían sido introducidos recientemente para cargas más pequeñas y viajes más breves pero siendo todavía aeronaves de elevada altitud y alta velocidad. En ese momento la organización del mantenimiento en hangar está orientada por la pericia y experiencia de capataces generales. De ellos dependían capataces de turno y mecánicos especialistas preparados principalmente durante su servicio en la aviación militar. Ya antes de los años 1960 había programadores de horario o controladores de tiempo (para supervisar los documentos de asignación de tareas) así como instructores para mejorar y ampliar la actuación e idoneidad de los mecánicos para las nuevas aeronaves. La crisis petrolera de 1973 provocó un aumento de los precios del combustible y los billetes, lo que causó una reducción del número de pasajeros y que muchas líneas aéreas tuvieran que despedir a los mecánicos más nuevos y menos experimentados”.

“Para finales de los 1970 y comienzos de los 1980 los mecánicos experimentados y sus supervisores habían alcanzado un elevado nivel de competencia. Las tarjetas de trabajo para asignación de tareas habían demostrado ser eficaces y el procedimiento de normalizar el flujo del trabajo en el mantenimiento en hangar había creado la necesidad de una mayor función para el “planificador de tareas”. En 1979–1980 la nueva escasez de petróleo, mayores precios de combustible, trabajo a reglamento de los controladores de tránsito aéreo y la desreglamentación se combinaron para obligar a muchos transportistas a reducir más aún los costos frente a una creciente competencia. Con el mantenimiento de aeronaves técnicamente bajo control y con una amplia y competente fuerza laboral, se realizaron cortes en el personal de mantenimiento de aeronaves (AMP)”.

“Actualmente, en 1990, encontramos números reducidos de mecánicos e inspectores de mantenimiento pesado experimentados — resultado todavía presente de los despedidos de AMP durante la turbulencia económica de 1979–1983; combinado con el éxodo de AMP de alto nivel causado por jubilaciones, promociones y transferencias interdepartamentales a talleres de mantenimiento. Después de la recesión y desreglamentación, encontramos una miríada de signos de una industria con conciencia de sus costos — los signos más obvios son los menores inventarios de repuestos y los estrechos niveles de personal AMP. Finalmente, como sabemos muy bien ahora, la flota de nuevas aeronaves de transporte de 1970 ha pasado a ser de “aeronaves envejecidas”. En conjunto, estos cambios resultan en la típica organización de mantenimiento de hangar de 1990 orientada por capataces de turnos o planificadores. Estos últimos tienen cada vez más conocimientos de computadoras y están encargados de digitalizar la tarjeta de trabajo y el sistema de planificación y seguimiento de tareas. Con la contratación de nuevos AMP y la creciente complejidad del mantenimiento de las nuevas aeronaves, los departamentos de instrucción y sus instructores han pasado a ser una vez más un aspecto importante de la eficacia del mantenimiento”.

“El personal actual AMP de mantenimiento en hangar tiene normalmente una distribución bimodal de experiencia de 30 años o más y de tres años o menos. Hay relativamente pocos AMP de mantenimiento pesado con permanencia en la compañía entre esos dos extremos. Con el aumento de los fuselajes que envejecen y las directivas de aeronavegabilidad (AD) correspondientes, la mayor demanda de nuevos mecánicos se ha registrado en la reparación de chapa metálica. Así pues, la mayoría de los mecánicos chapistas son nuevos y muchos de ellos son jóvenes. Muchos mecánicos chapistas poseen una licencia AyP (célula y motores), pero son recién llegados a este campo, habiendo trabajado primero en otros lugares. En muchos casos, estos nuevos AyP no tienen la experiencia militar, y si lo hacen, no están necesariamente calificados de inmediato para trabajos AyP con aeronaves de categoría de transporte comercial. Por ejemplo, la experiencia como jefe de equipo en la aviación militar proporciona una experiencia limitada pero profunda en pesos y equilibrio; mientras que la reparación de helicópteros proporciona una comprensión mínima de la reparación de cabinas de presión. También hay algunos AMP que ingresan a la labor de mantenimiento de líneas aéreas después de haber pasado tiempo en la fabricación de aeronaves relacionadas con la defensa o comerciales. Normalmente saben poco sobre reparación, aunque a menudo resultan muy competentes en el remachado de chapas metálicas. Mientras algunos de ellos puedan tener ciertos conocimientos sobre reparaciones, muchos de los AMP actuales no son contratados como expertos en reparaciones de aeronaves, sino como especialistas en trabajos de chapas metálicas solamente”.

“En resumen: la función prominente de capataz de los años 1970, reducida durante los 1980, ha resurgido en los 1990 para gestionar a los muchos AMP nuevos en la fuerza laboral de mantenimiento pesado. Una complejidad adicional es que los sistemas de planificación por computadora (incluyendo planificadores, programadores, coordinadores que los operan) constituye un desafío a la autoridad tradicional del capataz y a la “autoridad de conocimiento” que posee el “maestro artesano” en esta industria”.

2. El informe presenta luego los resultados restantes del estudio, a partir de los resultados no filtrados obtenidos del protocolo oficial elaborado para las visitas a los sitios. Esto va seguido de las opiniones, actitudes y sentimientos (específicamente los referidos a la cultura de la compañía y del sistema de mantenimiento, sumisión o valores) expresado por el personal de mantenimiento de aeronave durante las visitas. A continuación, se describen datos del sistema técnico que se refieren a las aeronaves y elementos que comprenden el “trayecto crítico” de la reorganización. Finalmente, se presentan datos sobre el sistema social obtenidos de los análisis.

3. La sección conclusiones del informe comienza con el párrafo siguiente:

“Entre las causas aceptadas de la calidad del trabajo están la actitud comprometida, el elevado nivel de conocimientos y el estado de ánimo positivo de los empleados que realizan esa labor. Por el contrario, las actitudes negativas, falta de conocimiento e inquietudes mentales se relacionan con la mala calidad y la reducción de las condiciones y resultados de seguridad operacional. Este estudio obtuvo medidas del volumen de comunicaciones sobre el trabajo y el apoyo interpersonal, los niveles de confianza y el grado de frustración o facilitación de las necesidades humanas. Se encontraron fuentes importantes para la actitud y estado anímico de los empleados en mantenimiento de aeronaves. Las conclusiones siguientes se dirigen a resaltar estos aspectos importantes”.

Las conclusiones abarcan los temas siguientes:

- principales componentes de organización;
- dedicación;
- disfrute de la labor;
- respeto por colegas y jefes;
- gestión participativa;
- control de variaciones principales;
- trabajo en equipo;
- límites internos del sistema de mantenimiento;
- definición y conclusiones de misiones;
- cultura;
- experiencia del personal de mantenimiento de aeronaves; y
- control de la asignación de tareas.

4. Las recomendaciones del informe, que se presentan como propuestas de cambio y directrices de gestión se resumen como sigue:

- elaboración de directrices de comunicación;
- aumento de la competencia de la fuerza laboral;
- elaboración de misiones claras con metas y objetivos bien definidos;
- desarrollo de un compromiso con los valores humanos;
- creación y apoyo al trabajo de equipo;
- reducción del énfasis sobre el individuo a favor de una más amplia labor de equipo entre el personal de mantenimiento de aeronaves; y
- promoción de la excelencia en la actuación gestionaia.

— — — — —

Apéndice B del Capítulo 2

EJEMPLOS DE FACTORES LOCALES Y DE LA ORGANIZACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La información que figura en este apéndice se basa en la *Guía de factores humanos para mantenimiento en aviación* de la FAA.

1.2 En un estudio realizado en instalaciones de ingeniería y mecánica de una importante línea aérea mundial, se determinaron doce factores locales y ocho factores de la organización que tienen consecuencias adversas para las prácticas laborales de quienes trabajan en los hangares.

2. FACTORES LOCALES

Los doce factores locales identificados son:

1. *Conocimiento, pericia y experiencia*: la no familiarización con un defecto o tipo de aeronave, falta de instrucción o pericia específica, cambios en los tipos de aeronave que no coinciden con rutinas o expectativas anteriores, etc.
2. *Moral*: choques de personalidad, frustración, insatisfacción con la situación laboral, incentivos inadecuados, consultas insuficientes con los trabajadores, etc.
3. *Herramientas, equipo y partes*: problemas con la disponibilidad, calidad, ubicación, entrega o recolección, identificación, manipulación de objetos pesados o de difícil manejo, etc.
4. *Apoyo*: problemas con el apoyo de otros sectores, personas no disponibles en otros sectores, poco personal en aviónica u otras especializaciones, compañías mercerizadas y sus representantes locales, etc.
5. *Fatiga*: problemas relacionados con el cansancio, trabajo a marcha inusualmente lenta, aumento perceptible de deslices, lapsos y torpezas, pautas de sueño perturbadas dado que los regímenes de sueño deben ajustarse al comienzo de un turno (p. ej., de una serie de turnos diurnos a una serie de turnos nocturnos), equilibrio inadecuado entre trabajo y descanso, etc.
6. *Presiones*: problemas relacionados con carga de trabajo pesada, distribución muy tenue de los trabajadores entre las tareas, elevado número de interrupciones, presiones de la administración o clientes, muy poco tiempo para hacer la tarea con el nivel más alto, etc.
7. *Tiempo*: problemas con la distribución de turnos, hora del día o de la noche, cercanía del plazo máximo, etc.
8. *Medio ambiente*: problemas con condiciones meteorológicas (lluvia, nieve, niebla, etc.), temperatura (demasiado caliente, demasiado frío), altos niveles de ruido, iluminación inadecuada, protección ambiental insuficiente, etc.
9. *Computadoras*: no familiarización con el tipo de computadora o modo de funcionamiento, interfaces y soporte lógico de difícil manejo, introducción de un nuevo sistema, terminales insuficientes, algunas personas que no animan a utilizar una computadora, etc.

10. *Papeleo, manuales y procedimientos*: esto comprende entradas confusas en el libro de registro técnico, no disponibilidad de manuales o procedimientos pertinentes, no realización del papeleo completo en forma correcta, incomodidad o dificultad en ubicar materiales pertinentes, etc.
11. *Incomodidad*: se relaciona con la facilidad de acceso (o falta de ella) a la tarea, ritmo del trabajo en los alrededores, congestión en torno a la aeronave, condiciones de tránsito en la parte aeronáutica, etc.
12. *Características de seguridad operacional*: problemas con las advertencias de peligros, calidad del equipo de seguridad, instrucción en seguridad operacional y conciencia de los peligros, equipo de protección personal, etc.

3. FACTORES DE LA ORGANIZACIÓN

Si bien los factores locales varían de un lugar de trabajo a otro (p. ej., de un hangar a un taller), los factores del alto nivel en la organización permanecen los mismos en todo el sistema. Los siguientes ocho factores de la organización se seleccionaron como los que presentan las influencias latentes más adversas:

1. *Estructura de la organización*: comprende preocupaciones sobre reestructuración y despido de personal, tareas y responsabilidades mal definidas, demasiadas capas de administración, tareas necesarias no abarcadas por la estructura existente, etc.
2. *Gestión de las personas*: falta de conciencia en los niveles superiores sobre los problemas en el extremo final, cursos de carrera mal definidos, equilibrio equivocado entre incentivos y medidas disciplinarias, consultas insuficientes a los trabajadores, etc.
3. *Suministro y calidad de herramientas y equipo*: falta de equipo y recursos adecuados en el lugar de trabajo, equipo existente inadecuado para trabajar en los nuevos tipos de aeronave, economías de costos con prioridad frente a las necesidades del trabajo, instalaciones de trabajo obsoletas, etc.
4. *Instrucción y selección*: idoneidad y pericia incongruentes con las necesidades actuales, equilibrio inadecuado entre las tareas de aviónica y de mecánica, insuficientes incentivos para licencias, contratación y selección que no consigue el tipo correcto de aprendices, etc.
5. *Presiones comerciales y operacionales*: conflictos entre las normas de calidad y las presiones comerciales y operacionales, conflictos entre las normas de seguridad operacional y las presiones comerciales y operacionales, etc.
6. *Planificación y programación*: baja calidad de la planificación y programación, lejanía de los planificadores respecto de las realidades del trabajo, conflictos entre los planes estratégicos a largo plazo y las necesidades inmediatas de las tareas presentes, planes y programas confusos o de ejecución imposible, etc.
7. *Mantenimiento de edificios y equipo*: mantenimiento inadecuado de edificios y equipo, pedidos de obras o mejoras necesarias que no se satisfacen o se postergan por consideraciones de costos, etc.
8. *Comunicación*: los trabajadores están aislados de los encargados de tomar decisiones administrativas, se ignoran las comunicaciones de arriba abajo, comunicaciones confusas o ambiguas o que promueven una actitud de “ellos y nosotros”, etc.

— — — — —

Apéndice C del Capítulo 2

REFERENCIAS

- Air Transport Association of America. *ATA Specification 113: Maintenance Human Factors Program Guidelines*. [http:// www.airlines.org/public/publications].
- Aircraft Dispatch and Maintenance Safety (ADAMS). *Human-Centred Management Guide for Aircraft Maintenance*. 2000, Chapters 2 and 5.
- Dupont, G. "The Dirty Dozen Errors in Maintenance". In *Proceedings of the Twelfth FAA Meeting on Human Factors Issues in Maintenance and Inspection*. 1997.
- Evangelos, D. "Fatigue, a European Perspective". In *Proceedings of the Working Hours and Fatigue in Aviation Maintenance Royal Aeronautical Society Conference*. London, United Kingdom, 2002.
- FAA. "Document Design". *FAA/AAM Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase VII Progress Report*. 1998.
- FAA. "Human Error". Chapter 14 of *FAA/AAM Human Factors Guide for Aviation Maintenance*. 1998.
- FAA. "Human Factors Defined". Chapter 1 of *FAA/AAM Human Factors Guide for Aviation Maintenance*, Research Meeting 11. 1997.
- FAA. "The Effects of Crew Resource Management (CRM) Training in Maintenance: An Early Demonstration of Training Effects on Attitudes and Performance". Chapter 7 of *FAA/AAM Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase II Progress Report*. 1998.
- FAA. "The Maintenance Technician in Inspection". Chapter 3 of *FAA/AAM Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase I Progress Report*. 1991.
- Finch, D. "The Economic Maintenance of Ageing Aircraft Structures". Royal Aeronautical Society Conference Paper. 1998.
- Folkhard, S. "Transport Rhythm and Blues". In *Proceedings of the Working Hours and Fatigue in Aviation Maintenance Royal Aeronautical Society Conference*. London, United Kingdom, 2002.
- Ingham, E. A. "Human Errors and their Avoidance in Maintenance". Paper presented at a joint meeting of FSF, IFA and IATA, Dubai, 1996.
- King, D. "Learning Lessons the (not quite so) Hard Way — Incidents, the Route to Human Factors in Engineering". In *Proceedings of the Twelfth Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance*. London, United Kingdom, 1998.
- OACI. *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683). Montreal, Canadá, 1998.

Reason, J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. England: Ashgate Publishing Limited, 1997. ISBN 1-84014-105-0.

Simmons, A. "Three Decades of Human Factors". Paper presented at SMi Conference on Aircraft Maintenance Human Factors, London, United Kingdom, 2000.

Spencer, M. "Fatigue Theory". In *Proceedings of the Working Hours and Fatigue in Aviation Maintenance Royal Aeronautical Society Conference*. London, United Kingdom, 2002.

Taylor, J. C., and T. D. Christensen. *Airline Maintenance Resource Management: Improving Communication*. United States: Society of Automotive Engineers, Inc., 1998. ISBN 0-7680-0231-1.

Capítulo 3

CONTRAMEDIDAS FRENTE A LOS ERRORES DE MANTENIMIENTO

3.1 INTRODUCCIÓN

3.1.1 En su libro *Beyond Aviation Human Factors (Más allá de los factores humanos en la aviación)*, Maurino, Reason, Johnston y Lee colocan las soluciones de factores humanos en el contexto de otras contramedidas de seguridad operacional en la aviación existentes, como sigue:

“A lo largo de sus casi cien años de historia, diferentes períodos en la aviación favorecieron diferentes enfoques para controlar y evitar el error humano. Estos comprendieron estrategias que variaban ampliamente, desde exhortaciones a comportamientos profesionales en un extremo al intento de desplazar a los humanos del control mediante automatización en gran escala y medios tecnológicos en el otro, con numerosas combinaciones entre ellos. Además, en cada oportunidad, el enfoque preferido era proclamado por sus proponentes como solución final al error humano en la aviación. Los propios factores humanos no pudieron escapar de dicha simplificación engañosa, habiéndose alguna vez proclamado — hace unos veinte años — como última frontera de la seguridad operacional de la aviación. Obviamente, no lo es”.

3.1.2 En este capítulo se explican algunas de las posibles contramedidas e intervenciones, dirigidas a reducir la probabilidad de accidentes e incidentes de aviación debidos a errores humanos cometidos durante el mantenimiento.

3.1.3 Un modelo elaborado por el profesor James Reason, de la Universidad de Manchester (Reino Unido), proporciona una comprensión acerca de la generación de errores en las organizaciones y lo que éstas pueden hacer para impedirlo (véase la Figura 3-1).

Nota.— En el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc 9683) de la OACI se examina con detalle el modelo de Reason.

3.1.4 En el modelo de Reason se sugiere que rara vez los accidentes proceden exclusivamente de errores del personal de operaciones de primera línea (p. ej., AME) o son resultado de fallas importantes de equipo. En su lugar, los accidentes proceden de una interacción entre una serie de fallas o puntos débiles que ya están presentes en el sistema. Muchas de estas fallas no son inmediatamente visibles y tienen consecuencias que se manifiestan con algún retardo.

3.1.5 Según se mencionó en el Capítulo 2, en función de que las consecuencias sean más o menos inmediatas, las fallas pueden subdividirse en dos tipos. Una **falla activa** es un error o una violación que tiene un efecto negativo inmediato. Estos errores proceden habitualmente del operador de primera línea. Una **falla latente** es el resultado de una decisión o de una medida adoptada mucho antes del accidente, aunque las consecuencias pueden estar en situación latente por un período prolongado. Estas fallas tienen habitualmente su origen a nivel del encargado de adoptar decisiones, del reglamentador o del administrador de la empresa, es decir, dependen de personas que están muy alejadas en el tiempo y en el espacio del suceso resultante. Estas fallas pueden producirse a cualquier nivel del sistema por razón de la condición humana, por ejemplo, motivación escasa o fatiga.

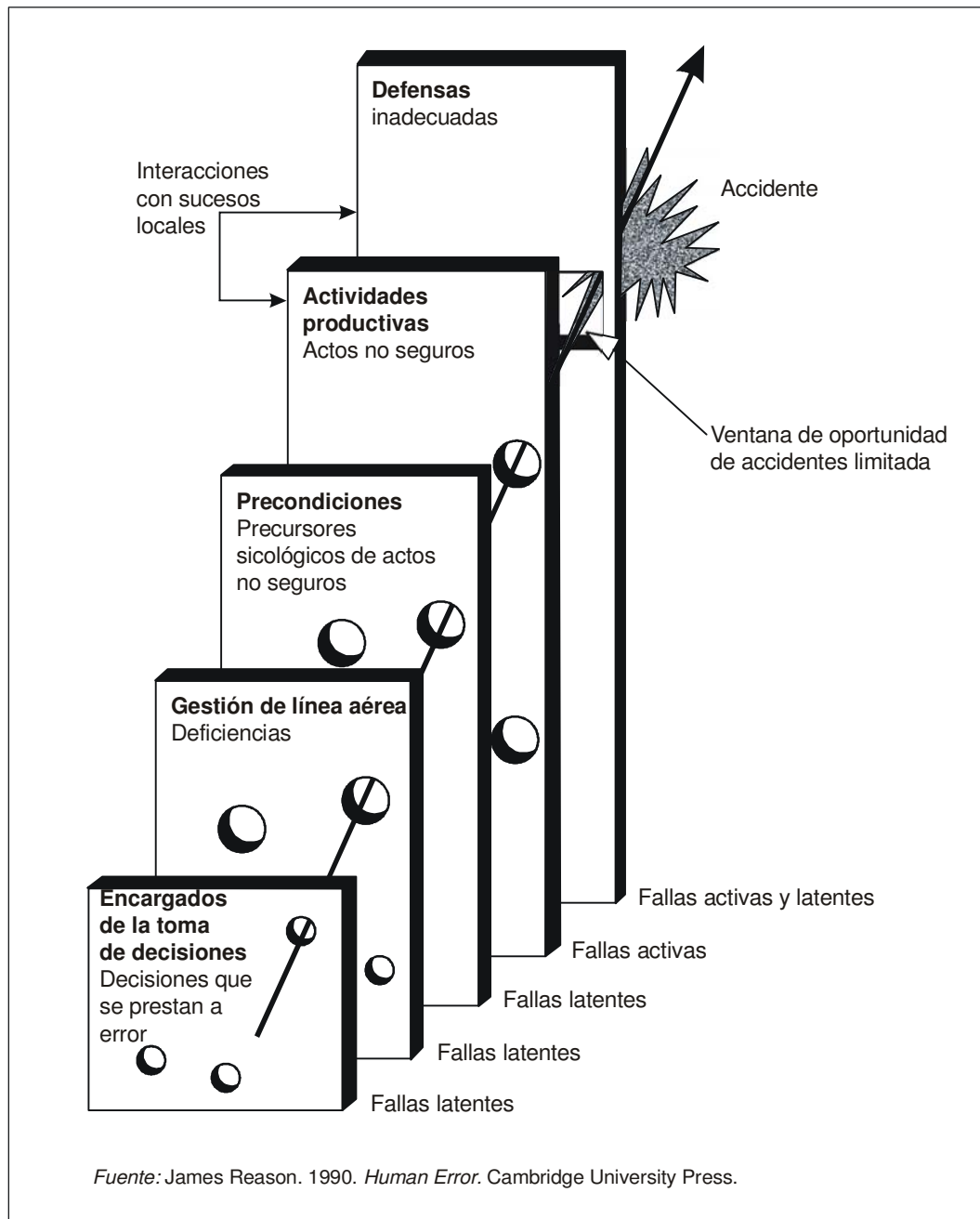


Figura 3-1. Versión modificada del modelo de causas de accidentes de James Reason, mostrando las diversas contribuciones humanas a accidentes en sistemas complejos

3.1.6 Las fallas latentes, que se originan en consecuencias adversas de la toma de decisiones estratégicas, pueden estar en interacción para crear una “ventana de oportunidad” para el AME, el piloto o el controlador de tránsito aéreo que cometen una falla activa con la que se rompen todas las defensas del sistema y se llega a un accidente o incidente. Los operadores de primera línea son por lo tanto herederos de los defectos del sistema. Estos son los que se enfrentan a una situación en la que los problemas técnicos, condiciones adversas o sus propias medidas activan las fallas latentes que ya están presentes en el sistema. En un sistema bien protegido, las fallas latentes y las fallas activas reaccionan entre sí, pero en muy pocas ocasiones atravesarán las defensas.

3.1.7 Sobre la base de los trabajos de Reason y otros, los investigadores de incidentes y accidentes de aviación están empezando a darse cuenta de que el “error humano” no es el fin del proceso de investigación sino más bien su punto de partida. Los objetivos de las investigaciones se han convertido por lo tanto en encontrar el por qué se cometieron estos errores, determinar cómo pudieron haber atravesado las defensas y conducido a desastres en ciertos casos y, posteriormente, formular recomendaciones para mejorar la seguridad del sistema general.

3.1.8 Muchos sectores de la aviación han desplazado su foco desde eliminar el error hasta impedir y controlar los errores. Se reconoce que los errores humanos son un componente ineludible de la actuación humana. Por lo tanto, en los sistemas sociotecnológicos debería atenderse a este aspecto en el mismo diseño. Los conceptos de tolerancia al error y de resistencia al error incorporados al diseño de la tecnología son un buen ejemplo de este nuevo enfoque. El sector de mantenimiento de aeronaves debe seguir esta tendencia para satisfacer los requisitos de factores humanos del Anexo 6.

3.1.9 El concepto de tolerancia al error puede ilustrarse comparando una máquina de escribir con una computadora personal utilizada como procesador de texto. La máquina de escribir apenas tolera errores: si se pulsa una tecla errónea al escribir un texto, debe volverse a mecanografiar todo el texto para producir una página libre de errores. Los últimos modelos de máquinas de escribir incluyen facilidades de corrección para ayudar a superar hasta cierto punto este problema, pero un lector entrenado puede también notar donde se han hecho correcciones. Por otro lado, el procesador de texto por computadora es de una gran tolerancia al error a este respecto. Si se pulsa una tecla errónea, la tecla de retroceso proporciona un medio sencillo pero eficaz de corregir el problema. De hecho, separando la etapa de composición de la etapa de impresión se tiene la oportunidad de corregir una multitud de errores.

3.1.10 El concepto de resistencia al error puede también ilustrarse utilizando el ejemplo de la computadora personal. Muchas posibles órdenes destructivas activarán una “pregunta” de la computadora para confirmar si el usuario desea realmente que el programa ejecute tal orden y con frecuencia requieren una segunda entrada del usuario antes de que el programa ejecute la acción. Son ejemplos de esto borrar ficheros, formatear discos y dar por terminada una aplicación (programa) antes de guardar el trabajo realizado con estas aplicaciones. Por lo tanto, las computadoras personales pueden ser consideradas, por su diseño, como resistentes a posibles errores del usuario pues de no ser así, no tendría ningún objetivo utilizar las computadoras en primer lugar.

3.2 PROGRAMAS DE GESTIÓN DE ERRORES — CARACTERÍSTICAS GENÉRICAS

3.2.1 La meta o finalidad de un programa de gestión de errores debe convenirse y debe ser medible y logable. Por ejemplo, la meta de “elevar la conciencia” sobre factores humanos sería logable, pero no sería medible y, por consiguiente, no satisfaría por sí misma la intención de los requisitos de factores humanos del Anexo 6.

3.2.2 La gestión de errores está constituida por dos componentes: *reducción del error* y *limitación del error*. La reducción del error comprende medidas diseñadas para que la ocurrencia de errores sea limitada. Puesto que ello no se da nunca plenamente exitoso, existe también la necesidad de limitar los errores, con medidas concebidas para que las consecuencias adversas de los errores que todavía puedan ocurrir sean limitadas.

3.2.3 En la aviación, lo mismo que en otros entornos, el error humano es uno entre una lista desde hace tiempo establecida de “causas” utilizadas por los medios de prensa y por los investigadores de accidentes. No obstante, el error humano es en general una consecuencia y no una causa dado que pueden ser formados y provocados por una cadena ascendente de factores en el lugar de trabajo y en la organización. Como se mencionó anteriormente, señalar un error humano es meramente el comienzo de la búsqueda de causas y no la conclusión. El error humano, lo mismo que la catástrofe que puede seguir, es a veces lo que requiere una explicación. Sólo si comprendemos el contexto que provocó el error podremos tener una esperanza de que apenas se repitan.

3.2.4 Es esencial reconocer los siguientes factores básicos acerca de la índole de los seres humanos y de los errores como fundamento de un programa de gestión de errores:

- las acciones humanas están casi siempre limitadas por factores que escapan al control inmediato de los individuos;
- las personas no pueden fácilmente evitar acciones que desde un principio no deseaban realizar;
- los errores tienen múltiples causas: personales, relacionados con la tarea, de situación y de organización; y
- en el entorno de una mano de obra idónea, experimentada y en general bien intencionada, se prestan más a mejoras las situaciones que las personas.

3.2.5 El comportamiento humano está regido por la interacción entre factores psicológicos y de situación. Esto se aplica tanto a los errores como a otras acciones humanas. Estas alusiones suscitan una cuestión básica para quienes tratan de minimizar la posibilidad de errores peligrosos: ¿qué es más fácil de remediar, la persona o la situación?

3.2.6 La práctica general parece dirigirse a las personas. Después de todo, las personas pueden ser objeto de nueva instrucción, pueden ser sancionadas, asesoradas o avisadas de muchos modos acerca de la forma de comprometerse más adecuadamente en el futuro — o así se piensa en general. Esta opinión prevalece particularmente en profesiones que se enorgullecen de que su personal acepta voluntariamente responsabilidades — entre estas los mecánicos, los pilotos y los controladores de tránsito aéreo. Por el contrario, parece ser que las situaciones son tal como son: las personas parecen estar incrustadas en las situaciones. En consecuencia, en la aviación se suprimen a menudo los informes sobre errores. No se notifican los errores y, por consiguiente, no existen. Si los errores no existen, no se puede ni se necesita gestionarlos.

3.2.7 Sin embargo, en muchos sectores de la aviación una tendencia creciente es favorecer claramente el enfoque de gestionar los errores atendiendo a la situación más bien que al personal. Existen muchos motivos para ello:

- la fiabilidad humana puede moderarse hasta cierto punto pero no puede eliminarse por completo. Es una parte fija de la condición humana, en parte, porque los errores y muchos contextos tienen una función útil (p. ej., aprender a fuerza de probar);
- los distintos tipos de error que tienen distintos mecanismos psicológicos se presentan en diversas partes de la organización y requieren distintos métodos de gestión;
- los errores críticos para la seguridad operacional ocurren a todos los niveles del sistema y no meramente en el extremo operacional;
- las medidas que entrañan sanciones, amenazas, temores y apelaciones tienen solamente una eficacia muy limitada. En muchos casos, pueden causar más bien daños en lugar de mejoras (p. ej., en cuanto a la moral, a la satisfacción personal y al sentido de justicia);
- los errores son productos de una cadena causal en la que frecuentemente los últimos eslabones y los menos manejables de la cadena son factores psicológicos en cascada, como una distracción momentánea, una apreciación errónea, un olvido o una preocupación; y

- las pruebas en un gran número de investigaciones de accidentes e incidentes indican que los sucesos catastróficos son con más frecuencia el resultado de situaciones o de actividades que se prestan a error que de personas propensas a cometer errores.

Por lo tanto, la gestión de errores debe dirigirse a la actuación del sistema del organismo de mantenimiento en vez de a la actuación de los individuos que trabajan dentro de ese sistema.

3.3 IMPLANTACIÓN Y ORGANIZACIÓN

3.3.1 En la *Guía de factores humanos para el mantenimiento en la aviación* de la FAA se explica el proceso de establecer un programa de factores humanos como sigue:

“Pueden utilizarse varios enfoques diferentes para introducir métodos y conceptos de factores humanos en una organización. Estos enfoques difieren de otros procedimientos de organización con respecto al grado de continuidad e integración. Por ejemplo, una forma de introducir los factores humanos es tratar cada área problemática como una tarea específica y aislada. A medida que se identifica una nueva área problemática, por cualquier medio, esta se analiza y “resuelve” por un equipo ad hoc integrado para la ocasión”.

“Un enfoque ligeramente más integrado podría ser crear un centro de factores humanos dentro de cada departamento de mantenimiento. Esta persona o grupo será entonces responsable de adoptar un enfoque coherente de los problemas de factores humanos dentro del departamento. En el extremo superior de la escala de integración, los factores humanos pueden integrarse en forma programática en la organización de mantenimiento general”.

“En tanto especialistas en factores humanos, adoptamos la posición de que cualquier enfoque para implantar métodos de factores humanos dentro de una organización puede ser beneficioso. No obstante, algunos enfoques son más eficaces que otros. Considérense la práctica operacional común de efectuar cambios de ingeniería. Obviamente, cada cambio de ingeniería podría implantarse caso por caso. Esto probablemente resultaría en reinventar procedimientos para cada cambio. No obstante, las organizaciones han determinado que un proceso coherente de cambios de ingeniería implantado en toda la compañía es mucho más eficaz y fácil de controlar”.

“Los factores humanos deberían considerarse al mismo nivel que otras iniciativas que afectan las prácticas laborales fundamentales, como la Gestión de la calidad total (TQM). Los factores humanos resultan mucho más exitosos cuando se integran completamente en el entorno laboral”.

3.3.2 El proceso de implantación variará inevitablemente según los programas de factores humanos disponibles en el comercio que se han desarrollado. No obstante, existe acuerdo general en el sentido de que es necesario adoptar etapas similares a las siguientes para que un programa de factores humanos pueda implantarse con éxito en una organización de mantenimiento:

- obtener pruebas que apoyen la necesidad de un programa de factores humanos o de gestión de errores. Estas pruebas podrían incluir nuevos reglamentos del Estado publicados en respuesta a los requisitos de los Anexos de la OACI relativos a factores humanos, accidentes o incidentes ya sea dentro del propio Estado o en otras partes así como probables resultados positivos de rendimiento de la inversión;
- utilización de las pruebas obtenidas para convencer a la administración superior a comprometerse en el mejoramiento de la conciencia de factores humanos y su actuación dentro de la organización. La administración debe demostrar a todo su personal que su compromiso es a largo plazo. Debería quedar en claro que la compañía tiene la intención de funcionar de este modo en el futuro;
- realización de un estudio de las instalaciones, cultura, procedimientos, sistemas y prácticas laborales actuales para establecer los cambios que sean necesarios. Existe una amplia variedad de métodos disponibles para este

estudio, que van desde “consultas” internas en el lugar de trabajo a mecanismos de auditoría por computadora como el “Programa de auditoría ergonómica” (ERNAP) (véase 3.8 de este capítulo) o el empleo de consultores externos;

- análisis de los resultados del estudio según el método de examen escogido. Es una buena práctica comunicar los resultados a todo el personal. Esta retroinformación al personal será el reconocimiento de su apoyo durante la recolección de pruebas y debería alentarles a apoyar los cambios propuestos;
- uso de análisis para determinar e implantar un plan o programa de cambios que probablemente requiera los elementos siguientes: designación de una persona (o grupo) de coordinación, asignación de recursos, instrucción en factores humanos o MRM y comunicación; y
- supervisión y evaluación de los resultados del plan de cambios tanto durante su ejecución como continuamente después. Adoptar medidas para eliminar tendencias no deseadas, según corresponda.

3.3.3 La ubicación de un programa de factores humanos dentro de la estructura de una organización es obviamente una decisión de la administración superior. La responsabilidad del programa, su aplicación y funcionamiento debe estar firmemente emplazada e identificada dentro de la organización. Un reciente estudio de organismos de mantenimiento efectuado por un importante fabricante de aeronave de los Estados Unidos fue publicado en la especificación 113 de ATA. En él se muestran los siguientes resultados respecto a dónde se ubicó la función de factores humanos en los organismos de mantenimiento:

<i>Ubicación del programa de factores humanos</i>	<i>Porcentaje de organizaciones</i>
En garantía/control de calidad	58%
El control de mantenimiento	30%
En otros departamentos	12%

3.3.4 El control de mantenimiento y la garantía de calidad/control de calidad tienden a percibirse como funciones de apoyo en la mayoría de los organismos de mantenimiento de aeronaves. La ventaja de ubicar el programa de factores humanos en dicho departamento de apoyo es que puede brindar una función de consulta a otros departamentos sin ser influidos por las culturas de organización de dichos departamentos.

3.4 COMUNICACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS DE MANTENIMIENTO

3.4.1 El miembro de la Junta Nacional de Seguridad del Transporte de los Estados Unidos, John Goglia, un ex AME, proporciona la siguiente opinión sobre el individualismo, trabajo en equipo y comunicación en su introducción al libro *Airline Maintenance Resource Management: Improving Communication* (Gestión de recursos de mantenimiento de línea aérea: mejora de la comunicación), de J. C. Taylor y T. D. Christensen:

“El individualismo, que se consideraba una característica deseable en el pasado, puede ser un problema en el actual entorno de seguridad operacional. Quienes están involucrados en la seguridad operacional de la aviación deben aprender a trabajar en equipo y deben reformar su estilo de comunicación lineal. Esto constituye una barrera especialmente difícil para los empleados de mantenimiento. Con su concentración en los aspectos de ingeniería, los gerentes y técnicos de mantenimiento poseen idoneidad técnica de alto nivel, pero a veces carecen de las habilidades de comunicación necesarias para garantizar la seguridad operacional en las complejas operaciones actuales”.

“Se necesita un mayor equilibrio de pericia técnica y pericia social. La comunicación en el lugar de trabajo debe mejorar si se quiere realizar correctamente la tarea”.

“Supervisores, jefes y personal deben tratar continuamente de lograr excelencia en la comunicación. Además, deben diseñarse nuevos programas para hacer lugar a las necesidades de los trabajadores y aprovechar sus habilidades”.

3.4.2 El *Maintenance Resource Management Handbook* (Manual de gestión de recursos de mantenimiento) de la FAA define la Gestión de recursos de mantenimiento (MRM) como “un proceso general para mejorar la comunicación, eficacia y seguridad operacional en las operaciones de mantenimiento de aeronaves”. En la misma forma que se elaboró la Gestión de recursos de tripulación (CRM) para tratar aspectos de seguridad operacional y de trabajo en equipo en el puesto de pilotaje, los investigadores de la FAA, conjuntamente con socios de la industria, desarrollaron la MRM para tratar deficiencias en el trabajo de equipo dentro del entorno de mantenimiento de aeronaves. Con ello, esperaban que la MRM fomentara una cultura de seguridad operacional en todas las operaciones de mantenimiento de aeronaves. Una diferencia importante entre la MRM y la CRM es que la MRM se dirige a un público mucho más amplio y más diverso y típicamente no incluiría sólo a los AME sino también a inspectores, personal de apoyo y administradores.

3.4.3 El carácter de las operaciones de mantenimiento de aeronaves es considerablemente diferente de las operaciones de la tripulación de vuelo. Por ejemplo, los equipos de mantenimiento están a menudo separados entre sí tanto en el tiempo como en el espacio (hangares, talleres, turbos, etc.). El entorno laboral de los AME comprende una amplia variedad de tareas en diferentes medios con un gran número y variedad de personas. Entonces, el foco de la instrucción para el personal de mantenimiento depende de si sus acciones corresponden al contexto de la actividad de mantenimiento en su totalidad.

3.4.4 En resumen, la MRM representa el próximo paso lógico en la evolución de comportamientos de seguridad operacional basados en equipos. Al igual que la idoneidad técnica por sí sola no era suficiente para que las tripulaciones de vuelo gestionaran sistemas complejos, debe enseñarse a los AME habilidades que les permitan trabajar con seguridad en un sistema complejo. La MRM enseña más que sólo habilidades de equipo; enseña y refuerza una filosofía de organización en la cual todos los miembros de la misma se orientan hacia una actuación libre de errores. Esta orientación puede lograrse enseñando a los jefes de mantenimiento y AME cómo hacer lo siguiente:

- tener conciencia de que los efectos de sus acciones se extienden por todos sus organismos;
- utilizar todos los recursos disponibles en seguridad y con eficacia; y
- propagar una cultura de la seguridad operacional.

3.4.5 El objetivo general de la MRM es integrar las habilidades técnicas del personal de mantenimiento con habilidades interpersonales y conocimiento básico de los factores humanos a efectos de mejorar la comunicación y la eficacia. La promulgación de una buena cultura de seguridad es el núcleo de la filosofía básica de la MRM. La instrucción en MRM debería alentar a los individuos a sentirse personalmente responsables de la seguridad operacional y debería proporcionarles las herramientas para avanzar en esa dirección. Para que la MRM sea eficaz, debe alentarse al personal AMO a utilizar esas herramientas y debe mostrárseles que las herramientas hacen la diferencia.

3.5 SISTEMAS DE INSPECCIÓN Y CALIDAD

3.5.1 En el Anexo 6, Parte I, 8.7.3.1, se estipula que un organismo debe establecer procedimientos que aseguren “buenas prácticas de mantenimiento”. En el párrafo 8.7.3.2 se ofrecen las dos opciones siguientes para cumplir con el 8.7.3.1:

- establecimiento de un sistema de garantía de calidad independiente para supervisar el cumplimiento e idoneidad de los procedimientos; o

- provisión de un sistema de inspección que asegure que todo el mantenimiento se realice en la forma apropiada.

Se sabe que los requisitos de aviación conexos en los Estados especifican una u otra de estas opciones.

3.5.2 La historia de la aviación registra el nombramiento y aprobación de empleados de la compañía como inspectores en 1916 para ajustarse a la fabricación intensiva de aeronaves militares. A comienzos de los años 1950, la adquisición de equipo militar constituye una vez más la motivación para que la calidad sustituyera a los sistemas de inspección. Los sistemas de calidad se basaban, y todavía se basan, en el principio de que “la calidad sólo puede introducirse en una tarea, y no inspeccionarse dentro”.

3.5.3 Por consiguiente, el concepto de sistema de calidad parece ofrecer a las organizaciones la solución a todos sus problemas, quizás incluso el control del error humano, pero cabe preguntarse si un organismo de mantenimiento puede basarse totalmente en un sistema de calidad para asegurar un futuro libre de errores. En su libro *Managing the Risks of Organizational Accidents* (Gestión de los riesgos de accidentes de organización) el profesor Reason plantea esta pregunta importante: “¿son esas medidas de garantía de calidad (QA) una suficiente garantía de la aeronavegabilidad de un avión?” Responde que el historial de incidentes sugiere que “no lo son”.

3.5.4 La conclusión inevitable es que un organismo de mantenimiento debe contar con un sistema de garantía de calidad o con un sistema de inspección así como con un programa para observar principios de factores humanos según lo requiera el explotador. No obstante, un sistema de garantía de calidad podría tener una función valiosa en la vigilancia del funcionamiento y eficacia de un programa de factores humanos en el organismo de mantenimiento de aviación.

3.5.5 Desde el punto de vista de la implantación, un sistema de calidad tiene algunas características comunes con el programa de factores humanos. Por ejemplo, el sistema de calidad requiere el mismo compromiso de gestión, el mismo tipo de liderazgo, la instrucción de todos los empleados, así como procesos de evaluación interna y de medidas correctivas. Aunque en 3.3.4 del presente capítulo se sugiere que ambas iniciativas pueden funcionar bien conjuntamente en un departamento, cabe recordar que son fundamentalmente diferentes — el sistema de calidad se ocupa principalmente de procesos y productos mientras que los factores humanos se refieren a las personas y su entorno.

3.6 GESTIÓN DE ERRORES EN EL MANTENIMIENTO DE AERONAVES

3.6.1 La mayoría de los intentos de gestión de errores en el sector de mantenimiento de aeronaves han sido puntuales más bien que planeados, reactivos más bien que preactivos, motivados por sucesos en vez de motivados por principios. También han ignorado considerablemente las novedades sustanciales que han ocurrido en las ciencias del comportamiento en los últimos 20 a 30 años en cuanto a la comprensión del carácter, variedades y causas de los errores humanos. En resumen, se han:

- dedicado a tratar el error más reciente en vez de haber previsto y prevenido el siguiente;
- concentrado en las fallas activas en vez de las condiciones latentes;
- concentrado en las contribuciones personales más que en la situación respecto del error;
- basado considerablemente en advertencias y sanciones disciplinarias contra individuos;
- empleado términos sin sentido y con connotaciones de culpabilidad como “negligencia”, “mala actitud” e “irresponsabilidad”;
- basado en no distinguir adecuadamente entre factores causantes de error aleatorios y sistemáticos; y

- mostrado en general desinformados sobre el conocimiento actual de los factores humanos respecto a las causas de los errores humanos, accidentes e incidentes.

3.6.2 Un programa de gestión de errores de mantenimiento en un organismo de mantenimiento de aeronaves (véase también Capítulo 4, 4.3.6) debería, por tanto, incluir medidas para:

- minimizar la probabilidad de error por el individuo o el equipo;
- reducir la vulnerabilidad al error de determinadas tareas o elementos de tarea;
- descubrir, evaluar y luego elimina factores que producen errores (y que producen violaciones¹) dentro del lugar de trabajo;
- diagnosticar factores en la organización que den origen a errores en el individuo, el equipo, la tarea o el lugar de trabajo;
- identificar y mejorar prácticas que mejoren la detección de errores;
- aumentar la tolerancia al error del lugar de trabajo o sistema;
- hacer que las condiciones latentes resulten más visibles a quienes operan y gestionan el sistema; y
- identificar y mejorar la resistencia intrínseca de la organización al error humano.

3.6.3 La frase “buenas prácticas de mantenimiento” se emplean en el Anexo 6 como parte del requisito para la aprobación en un organismo de mantenimiento. Esta frase también se refleja en la legislación nacional de aprobación de algunos Estados. El órgano de reglamentación aeronáutica de un Estado considera la siguiente interpretación:

- instrucción en conciencia de los factores humanos;
- procedimientos para el control de herramientas a efectos de que no se abandonen en una aeronave;
- hojas de instrucciones y tarjetas de trabajo de uso fácil y eficaz;
- autorizaciones para tareas, como pruebas de motores y rodaje;
- registro de tareas no programadas, como pasadores de engranaje o pruebas de motor;
- aplicación adecuada de las lecciones aprendidas de accidentes e incidentes;
- procedimientos eficaces de cambio de turno o equipo; y
- inspecciones duplicadas o “de puntos de inspección requerida”.

Esta lista se ha elaborado a partir de muchas décadas de análisis de accidentes e incidentes que involucraron aeronaves con matrícula en ese Estado y no debería considerarse como completa. Otros Estados pueden tener experiencias diferentes.

3.6.4 El mantenimiento de aeronaves depende mucho de procedimientos y documentación de medidas. A veces, cuando parece que esta documentación está demorando la finalización de tareas, se le describe como “papeleo” dado

1. En términos del profesor Reason, “las violaciones son desviaciones respecto de procedimientos, normas o reglas de operación seguras. Dichas desviaciones pueden ser deliberadas o erróneas”.

que puede ser percibido por los administradores o las tripulaciones de vuelo como una molestia. No obstante, cabe recordar que esta documentación es esencial y tiene las cuatro funciones fundamentales siguientes:

- describir una labor que ha de realizarse;
- registrar sucesos, etapas de realización y medidas adoptadas;
- permitir la continuidad de turno a turno y lugar a lugar; y
- proporcionar un registro de acciones legal e identificable.

3.6.5 Muchos programas de factores humanos están disponibles en el comercio y son producidos por diversos órganos. Todos tienen la finalidad de reducir los errores de mantenimiento de aeronaves. Estos programas y el gran volumen de otra literatura que ya existe están de acuerdo, en general, en que los elementos básicos necesarios para un buen programa de factores humanos son los siguientes:

- una meta o propósito del programa;
- implantación en la organización;
- instrucción de los trabajadores en todos los niveles;
- gestión de errores; y
- análisis ergonómico del entorno laboral.

Para tener éxito, todos estos elementos exigen acopio y análisis de datos así como apoyo de la administración y medidas de mejora. Los programas disponibles en el momento de escribirse este manual se indican en la Tabla 3-A-1 del Apéndice A de este capítulo. Todos los textos de estos programas que satisfacen la intención de los elementos mencionados se identifican en dicha tabla.

3.6.6 La rotación o traspaso de tareas de un turno a otro constituye una etapa crítica en el proceso de mantenimiento y se ha determinado que es una causa contribuyente en varios accidentes e incidentes de aeronaves. Dentro de una rotación o traspaso de turnos habrá normalmente traspaso de tareas individuales. Estos pueden tener lugar dentro de los turnos, quizás de un individuo a otro como resultado de escasez de partes o alguna otra razón logística. Algunas “herramientas” sugeridas para ayudar a mejorar la eficacia y formalizar los procesos de traspaso de turnos y tareas se muestran en los Apéndices B y C de este capítulo. En resumen, las características principales de una exitosa rotación o traspaso de turnos son los siguientes:

- El traspaso eficaz de turnos necesita las dos características siguientes: “propiedad” y “formalidad”. Los individuos involucrados deben asumir la propiedad y responsabilidad personales de las tareas que realizan y deben querer asegurar que dichas tareas se completan adecuadamente. La formalidad se refiere al nivel de reconocimiento otorgado a la realización del proceso de traspaso de turno. El proceso debe definirse y documentarse.
- Una eficaz rotación o traspaso de tareas depende de las mismas dos características, es decir propiedad y formalidad. Idealmente, el proceso de realizará cara a cara. Cuando este ideal no es posible, debe confiarse totalmente en la comunicación escrita. Cuando se utilizan tarjetas de tareas, estas no se habrán diseñado para adecuarse al control del traspaso de la tarea (o turno). Por consiguiente, será necesario contar con una tarjeta u hoja impresa suplementaria que permita comunicar la situación verdadera de la labor de modo que la persona que toma la responsabilidad puede usar la documentación combinada para saber lo que se necesita a efectos de realizar adecuadamente la tarea.

3.6.7 En ocasiones, los AME o sus supervisores deberán realizar una tarea que no ha sido programada o planeada. En estas ocasiones, será necesario contar con una tarjeta de trabajo local u hoja de tarea. En el Apéndice D de este capítulo se presentan sugerencias para esta actividad.

3.7 CAPTACIÓN DE ERRORES

3.7.1 La captación o hallazgo de errores antes de que puedan provocar un accidente o incidente de aviación desempeña una importante función en la red de seguridad operacional de cualquier programa para reducir los efectos del error humano en el mantenimiento de aeronaves. Existen muchos mecanismos para captar errores incluyendo verificaciones de funciones, verificaciones de filtraciones, inspección de tareas antes de firmar lo que ha sido hecho por otros, inspecciones duplicadas independientes y verificaciones previas al vuelo. Estos mecanismos son bien conocidos y en muchos casos han sido incluidos en los reglamentos del Estado en una u otra forma durante muchas décadas. En los párrafos siguientes se describen brevemente.

3.7.2 Muchas investigaciones de accidentes e incidentes han revelado que no se habían realizado verificaciones de funciones o ensayos de motores en tierra. La mayoría de los manuales de mantenimiento de aeronaves exigen estas verificaciones, dado que sus ventajas con respecto a la prevención o captación de errores son bien conocidas. Si se las realiza adecuadamente, las verificaciones de funciones y fugas/filtraciones detectarán si algo no está bien instalado o asegurado o no está ajustado correctamente o no satisface los criterios especificados en los manuales. Esto es (y ha sido durante mucho tiempo) parte inherente del proceso de mantenimiento. Por ejemplo, en la mayoría de los casos, es imposible realizar una inspección duplicada de un sistema o componente de control de vuelo sin una verificación de funciones dado que la gama de verificaciones de movimientos, márgenes de parada de control, fricción del sistema de control o carga no puede determinarse de ninguna otra manera.

3.7.3 Las inspecciones duplicadas son inspecciones donde la misma persona adecuadamente calificada realiza y verifica la tarea o proceso, y luego una segunda persona adecuadamente calificada lleva a cabo una verificación independiente. Tanto la primera como la segunda verificaciones deberían ser exhaustivas y, en el caso de los sistemas de control, deberían asegurar que incluyen verificaciones de funciones en cuanto a la libertad y amplia gama de movimientos. Si bien algunos Estados u órganos normativos aeronáuticos tienen requisitos para inspecciones duplicadas o puntos de inspección requerida, otros no lo tienen.

3.7.4 No hay una lista universalmente convenida de tareas o puntos con respecto de los cuales deberían realizarse inspecciones duplicadas. Esto refleja la percepción diferente del valor de las inspecciones duplicadas o simplemente una creencia cultura, correcta o equivocada, de que el proceso de inspección normal no puede fallar. A continuación se sugiere una lista de consideraciones que contribuyen a determinar qué tareas merecerían inspecciones duplicadas:

- el carácter crítico de la tarea y las consecuencias de las fallas;
- la vulnerabilidad de la tarea frente al error humano (que podría determinarse mediante incidentes anteriores, evaluaciones de riesgo, etc.; y
- la presencia o ausencia de otras verificaciones (p. ej., verificaciones de funciones).

No debe suponerse que, sólo porque otras verificaciones ya se han realizado en los procesos o sistemas de aeronave, que estas han sido efectivas. En general es mejor contar con varios mecanismos para detectar errores y no basarse solamente en uno, o en inspecciones duplicadas en el supuesto de que un problema será detectado por uno u otro mecanismo de detección de errores (p. ej., verificaciones previas al vuelo por los pilotos). Debería evitarse el uso excesivo de inspecciones duplicadas. Demasiado uso, combinado con personal inadecuado, puede resultar en que las verificaciones sean deficientes o que puedan reducir la eficacia de la inspección duplicada como mecanismo de captación de errores. En resumen, es probable que una inspección independiente realizada por otra persona sea más

eficaz que una segunda inspección realizada por la persona que efectuó la tarea. Por consiguiente, se considera que las inspecciones duplicadas son un mecanismo eficaz para encontrar errores, pero no debería confiarse en ellas como único mecanismo dado que no siempre son cien por ciento exitosas.

3.7.5 Las verificaciones previas al vuelo por los pilotos no están específicamente diseñadas como mecanismos para captar errores de mantenimiento. No obstante, están pensadas para actuar como otra barrera para prevenir que esos errores resulten en accidentes o incidentes.

3.7.6 El diseño para la resistencia al error constituirá una característica importante de los futuros diseños de aeronave y el Anexo 8 — *Aeronavegabilidad*, se enmendó en 2001 para exigir que este aspecto se considere. No obstante, el presente manual no entrará en detalles respecto del diseño para la resistencia al error, dado que no está destinado a diseñadores y fabricantes. El personal de mantenimiento debería tener conocimientos de las áreas en que puedan introducirse mejoras de diseño para así tener una oportunidad de brindar sus opiniones a las personas apropiadas. Los siguientes son ejemplos donde podrían introducirse mejoras de diseño:

- la remoción de conexiones cruzadas, p. ej., con partes que no encajan físicamente;
- luces en el puesto de pilotaje que advierten sobre capós no trancados;
- terminaciones y colores de pintura que ayudan a detectar grietas y hendeduras;
- paneles de inspección accesibles donde se necesiten;
- indicadores que muestran que algo está abierto o cerrado;
- uso y ubicación de rótulos o letreros; y
- protección de partes móviles o lugares que puedan quedar atrapados objetos extraños o donde puedan ocurrir enganches o excoriaciones provocadas por objetos salientes.

3.8 INTERVENCIONES AMBIENTALES

3.8.1 En el Anexo 6, Parte I, 8.7.4.1, se exige que el entorno de trabajo de la AMO sea apropiado para la tarea que deba realizarse. Hay dos aspectos en este requisito: en primer lugar, los requisitos ambientales de la propia tarea (p. ej., calidad del aire) y, en segundo lugar, el efecto del entorno sobre los seres humanos que realizan la tarea.

3.8.2 El entorno en un taller es en general más fácil de controlar que en un hangar. Cuando los componentes son pequeños, un entorno “estilo oficina” resultará adecuado en la mayoría de los casos. No obstante, algunas veces, el carácter de los componentes exigirá un entorno controlado con arreglo a parámetros específicos. Por ejemplo, las reparaciones de estructuras en materiales compuestos probablemente exijan controles de temperatura y humedad mientras que los instrumentos requerirán, además, aire muy limpio.

3.8.3 En la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA se identifican los siguientes aspectos ambientales que resultan importantes para el AMO en el contexto de los factores humanos:

- *Acceso al área de trabajo en sí:* esto puede resultar difícil si hay desorden u obstrucciones;
- *Almacenamiento y recuperación:* es necesario contar con rápido acceso a herramientas, accesorios, equipos de ensayo, materiales, repuestos, plataformas de trabajo portátiles, manuales de procedimientos y documentación técnica;

- *Sonido y ruido:* muchos sonidos son esenciales para la realización adecuada de la labor, como la comunicación oral o las señales auditivas del equipo. El ruido es un sonido no deseado que puede distraer y provocar estrés;
- *Plataformas de trabajo:* muchas partes de las grandes aeronaves comerciales están muy lejos del alcance de un ser humano en el suelo. Para alcanzar esas zonas, se requieren varios tipos y tamaños de plataformas de trabajo;
- *Iluminación:* los seres humanos no son muy adeptos a realizar labores de precisión con bajo nivel de iluminación. El tamaño de muchos hangares presenta algunos difíciles problemas de iluminación; y
- *Temperatura, humedad y circulación del aire:* las condiciones fuera de una gama relativamente estrecha pueden degradar rápidamente la capacidad humana — tanto física como mental.

Los reglamentos o códigos de seguridad y salud laborales de muchos países tratan algunos o todos estos aspectos. No obstante, no se ocupan principalmente de la actuación humana dentro de las instalaciones de mantenimiento, pero tampoco afectan a la misma. Este manual no trata estos aspectos.

3.8.4 Una auditoría de la instalación AMO es una forma de establecer si el entorno se ajusta a los requisitos del Estado. La *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA propone que la intención de una auditoría de instalación es que el personal del AMO examine toda la instalación para determinar si satisface algunos criterios, objetivos y subjetivos. Una auditoría de instalación no examina ninguna tarea particular sino que más bien constituye un proceso para recoger ciertos tipos de información. La Guía de la FAA recomienda que la auditoría de instalación de AMO abarque las actividades siguientes:

- *Mediciones directas:* esto puede incluir la medición de la iluminación, el ruido, la temperatura, humedad relativa, circulación de aire, acceso, etc.;
- *Cuestionarios/“Opinionarios”:* las personas que trabajan en una instalación pueden registrar en cuestionarios/“opinarios” sus pareceres sobre las características de la instalación y la forma en que trabajan y se visten. El análisis de las respuestas puede identificar hipótesis falsas y posibles áreas problemáticas;
- *Entrevistas estructuradas:* una conversación flexible, interactiva, entre dos personas puede hacer surgir ideas a información que podrían perderse en una respuesta a un cuestionario; y
- *Recorrido de lista de verificación:* esta actividad entraña un examen físico de la instalación por una persona que utiliza una lista de verificación estructurada pero no excluye la oportunidad de examinar otros aspectos de la instalación. En la Guía de la FAA se supone que el personal del AMO realizará este recorrido.

En el Apéndice E de este capítulo se proporciona información sobre diferentes factores ambientales en el entorno de mantenimiento de aeronaves. También sugiere un panorama de listas de verificación y entrevistas relativas a factores ambientales. Los cambios en la instalación también deben controlarse para asegurar que son necesarios y no deteriorarán las funciones existentes. Estas deben examinarse utilizando procesos similares a los aplicados a los factores ambientales.

3.8.5 Las auditorías de instalación de los AMO grandes insumen mucho tiempo. Un órgano normativo aeronáutico del Estado debería aclarar y asegurar que la “propiedad” de estas auditorías y la resolución de aspectos problemáticos es responsabilidad de la administración del AMO. El recorrido de la lista de verificación, presentado en la Sección 8 del Apéndice E de este capítulo proporciona una adecuada lista de orientación para uso del inspector de mantenimiento cuando la instalación se declara como satisfactoria por la administración del AMO. Debería tenerse en cuenta que los resultados de dicho recorrido de verificación varían según distintas condiciones, por ejemplo, durante el día, la noche, el verano o el invierno.

3.9 INTERVENCIONES ERGONÓMICAS

3.9.1 La *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA presenta la cita siguiente:

“Los principios de la buena práctica de factores humanos deben aplicarse a cada tarea, si se quieren lograr los beneficios plenos de un programa de factores humanos”.

La ergonomía — ciencia de adecuar la tarea al ser humano — puede constituir una buena herramienta para aplicar factores humanos a muchas tareas de mantenimiento de aeronaves.

3.9.2 El concepto de ergonomía se aplica a varias interfaces entre los AME y su entorno de trabajo, así como sus requisitos de información, entorno, equipo y la actividad física de su espacio laboral. El análisis de estos interfaces puede proporcionar información valiosa e importante para intervenciones de la administración en procura de mejoras. Una forma en que el AMO puede realizar este análisis es mediante una auditoría ergonómica.

3.9.3 Hace tiempo se ha reconocido que un diseño apropiado de la tarea puede tener consecuencias importantes sobre la productividad y la proporción de errores. La *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA ofrece dos sistemas diferentes para la realización de una auditoría por el AMO y analizar la interfaz AME/tarea, concretamente:

- *El Programa de Auditorías Ergonómicas (ERNAP)*: este es un programa específicamente diseñado para el análisis de actividades de mantenimiento de aeronaves. Se basa en un concepto de lista de verificación para recoger datos antes, durante y después del mantenimiento, ya sea en papel o directamente en una computadora portátil. En el Apéndice F de este capítulo figuran más detalles al respecto; y
- *El Proceso de diseños de sistemas de la organización*: este programa comienza exigiendo algunas definiciones fundamentales de las metas de organización y de insumos y resultados del sistema técnico y social. Luego trata variaciones (p. ej., aeronaves no reparadas), asigna funciones, diseña el lugar de trabajo y el sistema social antes de proponer finalmente un sistema de mejoras continuas.

Posteriormente el AMO debe analizar los resultados de la auditoría y adoptar decisiones de gestión apropiadas para modificar el lugar de trabajo y su equipo a efectos de mejorar la interfaz de la tarea con el AME.

3.9.4 Los términos “lugar de trabajo” y “equipo” tiene carácter muy general cuando se utilizan en el contexto de una auditoría ergonómica. Por consiguiente es importante entender que la finalidad principal de diseñar o rediseñar el lugar de trabajo y su equipo es la siguiente:

- determinar lo que el trabajador debe hacer;
- identificar qué información, herramientas, controles y procedimientos se necesitan; y
- proporcionar esos elementos en su tamaño, forma y formato adecuados.

3.9.5 El lugar de trabajo y las partes de equipo frecuentemente identificados por las auditorías ergonómicas como que requieren cambios son los siguientes (no están en orden de importancia):

- bancos de trabajo y sillas;
- accesorios, p. ej., andamios de acceso;
- herramientas y equipos de ensayo;

- iluminación para la tarea;
- interfaces con computadora;
- tarjetas y procedimientos de trabajo de la compañía; y
- manuales y especificaciones técnicas con instrucciones sobre aeronave o equipo.

3.10 INTERVENCIONES CON DOCUMENTOS

3.10.1 Una considerable investigación estableció que pueden lograrse importantes mejoras en la proporción de errores mediante la aplicación de principios de factores humanos al diseño de documentos empleados en la actividad de mantenimiento de aeronaves. Los detalles de esta investigación se presentan en la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance (Phase IV Progress Report)* de la FAA.

3.10.2 Para permitir que los AMO y los explotadores apliquen los resultados de esta investigación, se elaboró la “Ayuda para el diseño de documentos” (DDA) para uso de mecánicos y redactores técnicos que controlan el contenido técnico de las instrucciones de trabajo y quienes controlan también el proceso de transformar dicho contenido en un documento con instrucciones de trabajo (tarjeta de trabajo, tarjeta de tarea, hoja de etapas, etc.). En el Apéndice G de este capítulo figuran detalles sobre la DDA.

3.10.3 En el Anexo 6 (Parte I, 8.3.1 y Parte III, Sección II, 6.3.1) se exige que el “concepto y aplicación” del programa de mantenimiento del explotador respete los principios de factores humanos. Como resultado, el explotador es responsable de asegurar que:

- el diseño del programa respete los principios de factores humanos; y
- la aplicación del programa por el AMO respete los principios de factores humanos.

3.10.4 El diseño de un programa de mantenimiento de aeronaves que respete los principios de factores humanos [y también siga las recomendaciones para los titulares de certificados de tipo (TC)] debería tener las características siguientes:

- secuencias de tareas o trabajos que posiblemente reduzcan la probabilidad o consecuencias de los errores en su aplicación (p. ej., realización de mantenimiento de motores con diferentes equipos de trabajo o entre diferentes vuelos);
- paquetes de trabajos que se adecuen a una operación específica del explotador (p. ej., paquetes nocturnos); y
- tarjetas u hojas de tareas o trabajos que satisfagan una norma en cuanto al buen diseño de documentos.

3.10.5 Para aplicar un programa de mantenimiento de aeronaves que respete los principios de factores humanos, el AMO debería tener las características siguientes, según corresponda a su alcance y tamaño:

- entorno y aspectos ergonómicos satisfactorios;
- documentación sobre procedimientos que satisfaga una norma en cuanto al buen diseño de documentos;
- una administración que cuente con procesos satisfactorios para lograr mejoras en las comunicaciones, la eficacia y la seguridad de sus operaciones (p. ej., estos procesos podrían incluir MRM y un sistema de calidad);

- sistemas de gestión de errores para notificar como investigar, analizar, medir y adoptar medidas correctivas; y
- manuales de mantenimiento de aeronaves (o documentación equivalente) que hayan sido evaluados con arreglo a una norma sobre el buen diseño de documentos.

3.10.6 Las normas industriales vigentes desde hace tiempo y aceptadas ampliamente en cuanto a los manuales técnicos de mantenimiento de aeronaves son las publicadas por la Air Transport Association of America. (Hasta 1999, estas normas figuraban en las especificaciones 100 2100 de la ATA. En 2000, estos dos documentos se incorporaron a la especificación 2200 de la ATA). Estas normas, quizás, más conocidas en virtud de los identificadores numéricos de zona o sistema de aeronaves que son reconocidos instantáneamente por el personal de mantenimiento. Salvo por lo que se indica a continuación, las recomendaciones de la ATA se ajustan en general a los principios de factores humanos:

- el máximo número de niveles de secciones de párrafos supera el máximo de tres, recomendado como mejor práctica de factores humanos;
- se recomiendan letras mayúsculas para textos sobre “cautela” o “advertencia” en vez de letras minúsculas, debido a que son más fáciles de leer;
- la recomendación de política de suponer que los usuarios no están familiarizados con la aeronave puede resultar en que se proporcione demasiado detalle para los usuarios experimentados; y
- la única recomendación de política para la relación es: “debería redactarse en estilo claro, lógico, y de fácil lectura...” en cuanto objetivo de política, esto resulta ideal. La Ayuda para el diseño de documentos, de la FAA comprende más información detallada sobre como puede concretarse esta recomendación.

En casos en que el manual de mantenimiento de aeronaves se ha elaborado en conformidad con las especificaciones de la ATA, los explotadores deberán considerar los puntos mencionados al asegurar que la aplicación de su programa de mantenimiento por el AMO respeta los principios de factores humanos. Cabe señalar que en el Anexo 8 no se exige que las publicaciones sobre mantenimiento de la aeronavegabilidad respete los principios de factores humanos.

3.11 INTERVENCIONES SOBRE FATIGA

3.11.1 El Aviso de aeronavegabilidad Núm 47 de la AAC del Reino Unido proporciona el siguiente asesoramiento sobre fatiga para los AME titulares de licencia:

“El cansancio y la fatiga pueden afectar adversamente la actuación. El exceso de horas de labor y trabajo en turnos, en particular con múltiples períodos de turno o horas extraordinarias adicionales conducen a problemas... Los individuos deberían ser plenamente conscientes de los peligros de una actuación deteriorada debida a estos factores y de sus responsabilidades personales en cuanto al nivel de su trabajo”.

Es obvio que una cura para la fatiga es el sueño — esto significa sueño prolongado y descansado que no se vea perturbado por los efectos del alcohol o la cafeína. Algunos “mecanismos para enfrentar el problema” se sugieren en el Capítulo 4 de la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA. Las medidas sugeridas comprenden ayuda de supervisores locales que deben reconocer y enfrentar los efectos de la fatiga así como ayuda de los propios trabajadores que reconocen los síntomas y los enfrentan como cualquier otra situación de estrés en la vida. El cambio o la rotación de personal, la supervisión y las tareas o el ordenamiento de las mismas también pueden reducir los riesgos de errores debidos a fatiga. En los párrafos siguientes se sugieren otras medidas que pueden contribuir a combatir la fatiga.

Trabajo en turnos

3.11.2 El proyecto ADAMS acepta que la aviación es una operación de 24 horas con presiones considerables en cuanto a satisfacer plazos. Se sugiere que deberían diseñarse sistemas de trabajo en turnos teniendo en cuenta los principios siguientes a efectos de minimizar las consecuencias de la fatiga mental y física:

- proporcionar oportunidades regulares de sueño nocturno suficiente para evitar la acumulación de “sueño atrasado”;
- proporcionar un sistema de turnos predecible que permita a los trabajadores planificar su programa de descanso y sueño para minimizar la pérdida de sueño. Los planes de turnos rotativos impiden esto y deberían evitarse;
- permitir por lo menos dos noches sucesivas de buen sueño para recuperarse de fatiga y sueño atrasado acumulados;
- tener en cuenta la reducción de la capacidad física y mental durante la noche evitando programar tareas nocturnas bajo fuertes presiones de tiempo;
- ejercer flexibilidad para tener en cuenta la capacidad de un individuo de enfrentar las interrupciones del trabajo en turno (p. ej., edad y circunstancias domésticas);
- disponer por la noche de los mismos servicios de apoyo que durante el día (p. ej., administración, planificación, calidad, cantina/cafetería y bienestar);
- brindar a los individuos oportunidades de recuperarse de condiciones que hayan producido fatiga y pérdida de sueño; y
- aunque el trabajo en horas extraordinarias es una opción para completar tareas no finalizadas durante un turno, la repetición de horas extraordinarias debería desalentarse dado que podría conducir a la reducción de la motivación y actuación del personal. La alternativa es trasladar el trabajo al turno siguiente.

3.11.3 En el Capítulo 4 de la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA, titulado “trabajo en turnos y horarios” se plantea que la fatiga mental y física están directamente relacionadas con elevadas proporciones de error. La Guía de la FAA señala, en primer lugar, que el trabajo en turnos puede contribuir a la fatiga al interrumpir los ciclos normales de vigilia y sueño y, en segundo lugar, que la mayoría de la labor de mantenimiento de aeronaves se realiza durante la noche. La Guía de la FAA recomienda los procesos siguientes para elaborar posibles contramedidas:

- evaluar los horarios existentes para determinar si un horario en particular ha provocado o es probable que provoque, problemas de actuación;
- elaborar procedimientos eficaces y apropiados de traspaso o rotación de turnos;
- introducir contramedidas; y
- capacitar a cada supervisor y trabajador para enfrentar sus horarios de turno.

La Guía de la FAA comprende o hace referencia a cuestionarios de evaluación y otros textos que contribuyen a determinar contramedidas adecuadas.

3.11.4 El trabajo en turnos se define en un informe del profesor Simon Folkard titulado “Work Hours of Aircraft Maintenance Personnel” (horas de trabajo del personal de mantenimiento de aeronaves) como “cualquier organización

de horas de trabajo diurnas que difiera de las horas diurnas normales, es decir, entre alrededor de las 07:00 y las 19:00". El informe examina las relaciones entre el trabajo en turnos y la salud y seguridad operacional. Además, proporciona algunas recomendaciones para buenas prácticas en la organización de trabajo en turnos.

3.11.5 El objetivo básico de cualquier conjunto de directrices para "buenas prácticas" en el establecimiento de horarios de turnos debe ser claramente minimizar el riesgo de que se cometan errores o equivocaciones. El enfoque sugerido del informe del profesor Folkard se basa en las tendencias objetivas en materia de riesgos donde se dispone de las mismas, complementándolas con pruebas de estudio de fatiga o duración del sueño cuando no se dispone de datos objetivos sobre riesgos. Los ejemplos de enfoques exitosos van desde un conjunto relativamente sencillo de limitaciones a las horas de trabajo para un determinado grupo ocupacional, como el "Scheme for the Regulation of Air Traffic Controller's Hours" (plan para la reglamentación de horas de trabajo de los controladores de tránsito aéreo) de la AAC del Reino Unido, a planes más generales como el plan de Australia Occidental para la "Fatigue Management" (gestión de la fatiga) en los conductores de vehículos comerciales. Este informe señala que las metas de las directrices para "buenas prácticas" en el establecimiento de horarios de turno deberían ser:

- minimizar la acumulación de fatiga a lo largo de períodos de trabajo;
- maximizar la disipación de la fatiga a lo largo de períodos de descanso; y
- minimizar los problemas de sueño y la perturbación del ritmo circadiano.

Un resumen de algunas de las posibles buenas prácticas para el establecimiento y gestión de turnos recomendadas en el informe figuran en el Apéndice H de este capítulo.

Pausas en el trabajo

3.11.6 La investigación ha demostrado que breves pausas en las actividades laborales mejoran la actuación y reducen los errores. Una pausa de unos 15 minutos cada 2 ó 3 horas es muy beneficiosa para la actuación humana.

3.11.7 El sueño y la fatiga están relacionados y corresponde al individuo la responsabilidad de aplicar hábitos sensibles de sueño y durante descansos o pausas entre períodos de trabajo. No obstante, la administración y los supervisores locales tienen responsabilidad en cuanto al control de turnos, pausas, períodos de trabajo y de horas extraordinarias a efectos de minimizar la fatiga.

Bebidas

3.11.8 Se sabe que el consumo insuficiente de agua contribuye a los síntomas de fatiga. El personal de mantenimiento debería tener fácil acceso a agua potable y limpia. El café se identifica en la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA, Capítulo 4, como el único estimulante legal "comercial" pero advierte que aún éste puede tener efectos colaterales no deseables.

Aplicación del programa de mantenimiento

3.11.9 En el Anexo 6 se estipula que la aplicación de un programa de mantenimiento debe respetar los principios de factores humanos. La planificación del proceso, ubicación, personal y tareas pueden tener consecuencias importantes sobre la probabilidad de error humano. Algunos de los aspectos que deberían tenerse en cuenta durante el procedimiento de planificación se resumen en el Apéndice I de este capítulo.

3.12 ALGUNAS INTERVENCIONES SENCILLAS

3.12.1 Muchas de las intervenciones sugeridas por las diversas guías o manuales sobre factores humanos mencionadas en este manual, involucran al AMO o al explotador en extensas auditorías y programas de cambios posiblemente costosos dentro de sus organizaciones. No obstante, muchos organismos de mantenimiento y AME individuales a lo largo de los años han elaborado, o aprendido en el servicio militar, algunas intervenciones sencillas de bajo nivel que contribuyen a evitar los errores. La introducción de programas de factores humanos o de gestión de errores no significa necesariamente que estas medidas tradicionales o basadas en costumbre y práctica podrían, o deberían, abandonarse. Cada una debería examinarse en sus propios méritos. Los tipos de medidas que se han observado figuran en los párrafos siguientes sin que la lista sea exhaustiva.

Herramientas, equipo de prueba y repuestos

3.12.2 Las herramientas, equipo de prueba, repuestos, etc., que se olvidan y abandonan a bordo de una aeronave después del mantenimiento pueden provocar obstrucciones en los controles de vuelo o afectar otros sistemas vitales. Las intervenciones y las prácticas normativas del Estado actualmente difieren en forma amplia en sus intentos de eliminar este peligro muy importante. A continuación se indican ejemplos de arreglos de larga data que, por sí solos o en combinación, pueden proporcionar un buen control de estos artículos:

- un tablero o caja para herramientas manuales (llaves, destornilladores, etc.) que utilicen contornos en colores contrastantes para establecer visualmente si una herramienta no ha sido devuelta;
- herramientas manuales marcadas y que sean propiedad personal del AME;
- listas de verificación para la caja de herramienta de cada AME y verificación total antes de liberar la aeronave;
- inspecciones específicas en busca de objetos sueltos antes de cerrar finalmente los paneles de acceso; y
- control de herramientas mediante un sistema de préstamo del taller con “verificaciones de herramientas” personales o controles por tarjetas electrónicas para identificar al individuo que está en posesión de una herramienta determinada.

Separación de tareas

3.12.3 Algunos reglamentos estatales exige que se identifiquen los puntos vitales como los sistemas de control de vuelo y también que se realice una segunda verificación o inspección, o una verificación o inspección independiente por parte de una persona distinta. La idea es que “ojos nuevos” podrán ver un error o discrepancia. Una variación de este tema [normalmente para los vuelos a grandes distancias de aviones bimotores (ETOPS)] es que los equipos que realizan trabajos en motores o trabajos de mantenimiento de motores estén separados en el caso de aeronaves de varios motores. La intención es que esta separación evitará que una persona o un equipo cometa el mismo error en todos los motores.

Interrupciones

3.12.4 Las interrupciones son causa probada de errores de mantenimiento. Algunas compañías aplican varios métodos para mantener la aeronave tan “estéril” durante su mantenimiento permitiendo, al mismo tiempo, que los supervisores locales controlen el acceso de dichas personas que realmente lo necesitan (p. ej., planificadores e inspectores de la autoridad de reglamentación). He aquí algunos ejemplos:

- colocación de carteles u otros métodos para asegurar que los visitantes ocasionales de la compañía estén excluidos de la aeronave y del área inmediatamente circundante salvo si cuentan con permisos específicos otorgados por una persona determinada (p. ej., capataz y supervisor); y
- disponer que las llamadas telefónicas que lleguen sean recibidas por personal que no trabaja físicamente en la aeronave.

Acceso a zonas externas para ensayos de funcionamiento

3.12.5 A veces puede resultar un problema proporcionar acceso adecuado y oportuno a áreas para prueba de motores, ensayos de radar meteorológicos y otros ensayos de funcionamiento que deben realizarse al aire libre, así como contar con dichas áreas. Por ejemplo, muchos aeropuertos tienen prohibición de realizar pruebas de motores en tierra durante ciertos horarios lo que haría imposible esta clase de ensayos cuando el mantenimiento se ha realizado durante la noche y la hora de finalización del turno es anterior a la de la finalización de la prohibición. Las soluciones eficaces pueden ser:

- reorganizar la labor que exija una prueba de motores;
- realizar arreglos permanentes a nivel oficial de la administración con la autoridad apropiada (control de tránsito aéreo o aeropuerto) para que dichas pruebas se realicen (p. ej., a una hora determinada, en un lugar particular o dependiente de la dirección del viento);
- construir una zona de aislamiento acústico o silenciadores fijos basados en tierra; y
- modificar la aeronave o el paquete de trabajo conjuntamente con el titular del certificado de tipo para eliminar la necesidad de dichas pruebas.

Conexiones cruzadas

3.12.6 Muchas veces, después de las actividades de mantenimiento, se ha informado de sistemas conectados en forma cruzada. Esto se ha observado en particular en los sistemas eléctricos y de fluidos. No obstante, el cableado de conexiones cruzadas parece ser muy frecuente. En la mayoría de los casos, los ensayos de funcionamiento habrían detectado el error, pero los manuales de mantenimiento pueden no exigir esto en todos los casos. Como resultado de tales incidentes de conexiones cruzadas, un Estado ha publicado el asesoramiento siguiente como “buenas prácticas de mantenimiento”:

- las partes extraídas o desconectadas deberían etiquetarse o codificarse en color para ayudar al volver a montarlas correctamente;
- la política, procedimientos e instrucción de la compañía debería hacer hincapié en la importancia de realizar ensayo de funcionamiento cuando se haya afectado el cableado o las cañerías de fluido, independientemente de si esta labor está especificada, o no, en las recomendaciones del fabricante; y
- todo suceso de conexiones cruzadas debería notificarse al órgano de reglamentación aeronáutica apropiado y al titular del certificado de tipo del producto.

Apéndice A del Capítulo 3

PROGRAMAS DE FACTORES HUMANOS

Tabla 3-A-1. Comparación de elementos básicos de programas “comerciales” de factores humanos

<i>Título del programa</i>	<i>Curso de instrucción</i>	<i>Gestión de errores</i>	<i>Aspectos ergonómicos y ambientales</i>	<i>Implantación</i>	<i>Metas</i>
Seguridad operacional en despacho y mantenimiento de aeronaves (ADAMS) de la Comunidad Europea — <i>Human-Centred Management Guide for Aircraft Maintenance</i>	Sugerencia sobre objetivos y métodos: Apéndices 16 y 17. Resumen del programa “STAMINA” ofrecido por NLR en los Países Bajos.	Asesoramiento y referencias a JAR 145: Capítulo 4.	Asesoramiento conciso pero completo: Capítulo 3, Apéndices 7 y 8.	No hay sección específica sobre este tópico pero está incluido en general en el documento.	Completas y concisas: Capítulo 2.
GAIN — <i>Operator's Flight Safety Handbook</i>	No.	Descripción solamente para notificación basada en inmunidades: párrafo 3.5.	No, sólo en el contexto de la tripulación de vuelo.	En parte: Sección 3.	Sí, pero sólo en el contexto de la tripulación de vuelo: Sección 2.
Boeing — <i>Maintenance Error Decision Aid (MEDA)</i>	No.	Un proceso muy completo y global para investigar errores.	No.	No.	No, sólo para el propio MEDA: “Introducción”.
OACI — <i>Manual de instrucción sobre factores humanos</i> (Doc 9683)	Muy breve: Parte 1, Capítulo 6, y Parte 2.	Descripción de problemas y sugerencias para algunas intervenciones: Parte 1, Capítulo 6.	Información ergonómica completa: Parte 1, Capítulo 4.	En parte: Parte 1, Capítulo 1.	No hay sección específica sobre este tópico pero se le incluye en general en el documento.
FAA — <i>Human Factors Guide for Aviation Maintenance</i>	Solamente proceso de preparación de curso: Capítulo 7.	Muy completo y global: Capítulos 13, 14, 15 y 16.	Muy completo y global: Capítulos 5 y 6.	Recomendaciones sobre el proceso completo: Capítulo 2.	Sí: Capítulo 1.
FAA — <i>ERgoNomic Audit Program</i> (ERNAP)	No.	No.	Un proceso muy completo y global para la auditoría de instalaciones y procedimientos.	No.	No.
Grupo de acción combinado sobre factores humanos del Reino Unido (UKHFCAG) — <i>People, Practices, Procedures</i>	Esbozo del curso MRM: Apéndices C y D.	Muy conciso pero completo: Apéndices A a G.	Descripción concisa: Etapas 2 y 3.	Sí: Etapas 1 a 5.	No hay sección específica sobre este tópico pero se incluye en general en el documento.

<i>Título del programa</i>	<i>Curso de instrucción</i>	<i>Gestión de errores</i>	<i>Aspectos ergonómicos y ambientales</i>	<i>Implantación</i>	<i>Metas</i>
Especificación 113 de ATA — <i>Maintenance Human Factors Program Guidelines</i>	Solamente proceso de preparación de cursos: Capítulo 5.	Descripción y esbozo concisos y completos: Capítulos 4 y 6.	Panorama general: Capítulo 7.	En parte: Capítulo 3.	En parte: Capítulo 3.
FAA/Galaxy Scientific Corporation — <i>Maintenance Resource Management Handbook</i>	Proceso de preparación de curso MRM y ejemplo de programa: Capítulo 5 y Apéndice C.	No hay sección específica sobre este tópico pero se incluye en general en el documento.	Se describe parcialmente: Capítulo 2.	Sólo implantación de instrucción: Capítulo 3.	Párrafo conciso: “Objetivos”.
AAC del Reino Unido — <i>Human Factors and Aircraft Maintenance Handbook</i>	Principios solamente: Parte 1. También lista de proveedores.	Descripción y esbozo completos: Parte 3.	Descripción y esbozo completos: Parte 3.	Descripción completa: Parte 1.	Brevemente, sí: “Preámbulo”.
AAC del Reino Unido — CAP 455, Aviso de aeronavegabilidad núm. 71, <i>Maintenance Error Management Systems</i>	No.	Notificación y sistema de medidas correctivas completos para un AMO.	No.	Completo: párrafo 2.	Concisa y clara: párrafo 1.

— — — — —

Apéndice B del Capítulo 3

ROTACIÓN/TRASPASO DE TURNOS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Se reconoce universalmente que, en el momento de cambiar de turnos, resulta extremadamente importante la necesidad de comunicaciones eficaces entre el personal que sale y el que entra en las tareas de mantenimiento de aeronaves. La ausencia de dicha comunicación eficaz ha sido evidente en muchos informes de accidentes de diversas industrias, y no sólo el mantenimiento de aeronaves.

1.2 El objetivo de la rotación/traspaso de turnos es la comunicación precisa y fiable de información pertinente a la tarea al terminar un turno y comenzar otro, asegurando así la continuación de los trabajos en forma segura y eficaz.

1.3 La información que figura en este apéndice ha sido extraída del CD-ROM sobre *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection* de la FAA.

2. CONCEPTOS

2.1 Desde el punto de vista conceptual, la rotación/traspaso de turnos puede tener lugar en tres situaciones diferentes. La primera, y más común, ocurre cuando las operaciones se llevan a cabo en turnos múltiples y el turno que sale debe traspasar las responsabilidades de trabajo y las tareas al turno que comienza. La segunda se aplica cuando se pasa de una situación que no entraña personal a otra con personal. Por ejemplo, una instalación de mantenimiento puede no tener personal durante cierto período de tiempo cada día o semana y luego un turno de trabajadores que ingresa debe asumir todas las responsabilidades al entrar en funcionamiento nuevamente la instalación. La condición final de rotación/traspaso de turnos ocurre cuando las responsabilidades de trabajo de un operario deben ser asumidas por otra personal antes del final del turno del primer trabajador. Esto sucede cuando enfermedades en el lugar de trabajo, emergencias personales, etc., exigen que un trabajador abandone la tarea antes de la hora de salida regular.

2.2 Un concepto importante relacionado con la rotación/traspaso de turnos es el momento en que realmente se inicia. La percepción común es que la rotación/traspaso de turnos ocurre solamente en la transición entre los turnos. Algunas normas sobre rotación/traspaso de turnos hacen hincapié de que dicha rotación/traspaso debería iniciarse realmente tan pronto como comienza el nuevo turno. En el transcurso de un turno, los trabajadores/supervisores deberían estar pensando y registrando qué información debería incluirse en su traspaso a las próximas personas o turnos.

2.3 Este apéndice se concentrará en la condición más común de rotación/traspaso de turnos — un turno que comienza debe relevar a un turno que finaliza. No obstante, salvo por la reunión de rotación/traspaso de turno, todos los componentes del proceso de rotación/traspaso se aplican también a otras situaciones de rotación/traspaso.

3. ELEMENTOS

La rotación/traspaso de turnos eficaz depende de tres elementos básicos:

- a) la capacidad de los trabajadores/supervisores salientes de comprender y comunicar los elementos importantes de trabajo o tarea que se traspasa a las personas entrantes;
- b) la capacidad de los trabajadores/supervisores entrantes de comprender y asimilar la información proporcionada por las personas salientes; y
- c) un proceso formalizado para intercambiar información entre el personal saliente y el entrante y un lugar para que se realicen tales intercambios.

4. CARACTERÍSTICAS

4.1 Dos características deben estar presentes para que tenga lugar una rotación/traspaso de turnos eficaz: propiedad y formalidad. Los individuos deben asumir la propiedad y responsabilidad personales por las tareas que realizan. Deben querer asegurar que sus tareas se completan correctamente — incluso cuando dichas tareas se extienden a través de turnos y son completadas por otras personas.

4.2 La formalidad es el nivel de reconocimiento otorgado a los procedimientos de rotación/traspaso de turnos. El proceso de rotación/traspaso de turnos debería definirse en el manual de procedimientos del organismo de mantenimiento. Los gerentes y supervisores deberían comprometerse a asegurar que la información entre turnos se documenta y presenta eficazmente. El compromiso demostrable es importante dado que los trabajadores perciben rápidamente una eventual falta de compromiso de la administración cuando ésta no proporciona un tiempo amplio de superposición de los turnos, ayudas para el trabajo adecuadas e instalaciones especiales para el traspaso en sí.

4.3 Un proceso eficaz de rotación/traspaso de turnos está integrado por al menos cuatro componentes:

- reuniones de rotación/traspaso de turnos;
- recorridos de rotación/traspaso;
- listas de verificación de rotación/traspaso; y
- señales sobre la situación del trabajo.

A continuación se proporcionan directrices para cada uno de estos elementos. Todos deberían incluirse en el proceso de rotación/traspaso.

5. AYUDAS

La investigación ha demostrado que los siguientes procesos, prácticas y habilidades pueden ayudar a la eficaz comunicación en la rotación/traspaso de turnos:

- a) las personas deben transmitir físicamente información en forma escrita, oral o gestual (lenguaje no verbal o corporal). Si sólo se utiliza un medio, existe el riesgo de transmisión errónea. La introducción de redundancia, utilizando más de una forma de comunicación, es decir, escrita, verbal o no verbal, reduce ampliamente este riesgo. Por este motivo, la información debería repetirse a través de más de un medio, por ejemplo, verbal y otro método tal como la escritura o diagrama, etc.;
- b) la disponibilidad de retroinformación para permitir el ensayo de la comprensión, etc., durante la comunicación aumenta la exactitud. La capacidad de efectuar comunicaciones en ambos sentidos es, por ello, importante en la rotación/traspaso de turnos;

- c) una parte del proceso de rotación/traspaso de turnos consiste en facilitar la formulación de un modelo mental compartido del sistema de mantenimiento, configuración de la aeronave, tareas del trabajo, etc. Es más probable que ocurran malentendidos cuando las personas no cuentan con esta misma “imagen” mental de l estado de las cosas. Esto es particularmente cierto cuando han ocurrido desviaciones respecto de los procedimientos de trabajo normales, como tener la aeronave en modo de vuelo en un momento de la verificación de mantenimiento cuando ello no se hace normalmente. Otras consideraciones entrañan personas que han regresado después de una prolongada ausencia (el estado de cosas pudo haber cambiado considerablemente durante este tiempo) y cuando se realizan las rotaciones/traspasos entre personal experimentado y no experimentado (las personas experimentadas pueden hacer conjeturas sobre su conocimiento que pueden no ser ciertas para el personal no experimentado). Cabe esperar que en todos estos casos, las rotaciones/traspasos lleven más tiempo y que deban adjudicarse horas extraordinarias; y
- d) la comunicación escrita cuenta con la ayuda del diseño de los documentos, como la bitácora o registro de rotación/traspaso que considera las necesidades de información de las personas que los utilizarían. Involucrando a las personas que realizan los trasposos de turno y preguntándoles qué tipo de información fundamental debería incluirse, y en qué formato, se contribuye a las comunicaciones precisas. Su “participación” contribuye al uso y aceptación del proceso.

6. BARRERAS

La investigación también ha demostrado que ciertas prácticas, aptitudes y limitaciones humanas pueden actuar como barreras a la eficaz comunicación en la rotación/traspaso de turnos. Por ejemplo:

- a) puede perderse información fundamental si el mensaje también contiene información irrelevante y no deseada. Las personas también sólo tienen capacidad limitada para absorber y procesar lo que se les está comunicando. En estas circunstancias, se requiere tiempo y esfuerzo para interpretar lo que se está diciendo y extraer de ahí la información importante. Por consiguiente, es importante que sólo se presente información fundamental y que la información irrelevante se excluya; y
- b) el lenguaje que utilizamos en la vida cotidiana es ambiguo por definición. Por consiguiente, deben realizarse esfuerzos para reducir la ambigüedad mediante:
 - especificación cuidadosa de la información que ha de comunicarse (p. ej., especificando el componente, herramientas o documentos reales);
 - facilitación de comunicaciones en ambos sentidos que permita aclarar cualquier ambigüedad (p. ej., planteando preguntas como “¿quiere decir el flap de ala interior o exterior?”);
 - dedicación de esfuerzos para identificar, minimizar y solucionar malentendidos (que son una característica natural e inevitable de la comunicación humana) en cuanto ocurren; y
 - dedicación de esfuerzos a tratar la complacencia. Las personas y organizaciones pueden decir que su comunicación no tiene problemas, dando a entender que la comunicación exitosa es fácil y requiere poco esfuerzo. Esto conduce a excesos de confianza en sí mismos y complacencia. Las organizaciones pueden enfrentar esta complacencia:
 - haciendo hincapié en la posibilidad de malas comunicaciones y sus posibles consecuencias; y
 - desarrollando las habilidades de comunicación de las personas que participan en las rotaciones/traspasos de turnos.

7. DIRECTRICES

7.1 Las siguientes directrices se aplican a las operaciones que se realizan en múltiples turnos para permitir un mantenimiento continuo de 24 horas. Cuando los turnos nos abarcan un período completo de 24 horas, por ejemplo, turnos tempranos y tardíos sin turno nocturno, el traspaso no tiene comunicación cara a cara. En esos casos, existe un riesgo inherente y los organismos deberían ser conscientes de que la posibilidad de comunicaciones ineficaces e ineficientes es mucho más alta.

Reuniones de rotación/traspaso de turnos

7.2 El objetivo principal de la rotación/traspaso de turnos es asegurar la comunicación precisa y fiable de información pertinente a las tareas entre los turnos. No obstante, esto no reconoce las necesidades del usuario de contar con otra información que también pueda necesitarse para poder formar un modelo mental completo que permita la continuación segura y eficiente del proceso de mantenimiento. Dicha información podría relacionarse con los niveles del personal, autorización o cobertura de licencia, enfermedades del personal, personas que trabajan en sobre tiempo, problemas del personal, etc.

7.3 El proceso de rotación/traspaso de turnos debería comprender por lo menos dos reuniones. Se inicia con una reunión entre los jefes/supervisores de turno entrantes y salientes. Esta reunión debería realizarse en un entorno libre de presiones de tiempo y distracciones.

7.4 Los jefes/supervisores de turno deben analizar y actualizarse con respecto a los mismos, asuntos prácticos y de gestión que afectan el funcionamiento continuo y oportuno del proceso de mantenimiento. La finalidad de esta reunión es, por consiguiente, familiarizarse con la situación general de la instalación y la condición general del trabajo del cual son responsables. Los jefes/supervisores salientes deberían resumir todos los problemas significativos que hayan encontrado durante su turno, especialmente aquellos para los cuales no se han elaborado soluciones y siguen vigentes. En la Tabla 3-B-1 se indican los tipos de tópicos que deberían abarcarse en la reunión de rotación/traspaso de turnos entre jefes y supervisores.

Tabla 3-B-1. Tópicos para la reunión de rotación/traspaso de turnos de jefes y supervisores

Situación de la instalación
Plataformas de trabajo/amarres, equipo de prueba
Trabajos de construcción
Situación del trabajo
Aeronaves en las que se trabaja
Aeronaves con entrada o salida programadas
Plazos
Condición de la aeronave comparada con la condición prevista
Niveles y situación del personal
Cobertura de autorizaciones/licencias
Personal de certificación
Personal que no es de certificación
Identidad del personal que trabaja sobre tiempo
Identidad del personal contratado

<p>Enfermedades</p> <p>Heridas</p> <p>Instrucción</p> <p>Otros aspectos de personal</p> <p>Problemas</p> <p>Situación de pendiente o en curso</p> <p>Resueltos</p> <p>Información</p> <p>AC, AD, SL, etc.</p> <p>Avisos técnicos de la compañía</p> <p>Avisos de política o procedimiento de la compañía</p>
--

Recorridos

7.5 Después de la reunión entre jefes de turno y la asignación de tareas, es necesario que los supervisores y personal de certificación se reúnan e intercambien información detallada respecto de cada trabajo y tarea. La forma más eficaz de comunicar esta información es que el personal afectado, entrante y saliente, repase los aspectos de la tarea examinando los trabajos reales en el hangar o en el lugar de trabajo. Una inspección y análisis mutuos de esta naturaleza se denomina “recorrido”. En la Tabla 3-B-2 se indican los tópicos que deberían abarcarse en la reunión de recorrido del personal supervisor y de certificación.

Tabla 3-B-2. Tópicos para la reunión de recorrido de supervisores y personal de certificación

<p>Trabajos/tareas en curso</p> <p>Tarjetas de trabajo que se utilizan</p> <p>Últimas etapas completadas</p> <p>Problemas encontrados: pendientes/vigentes o resueltos</p> <p>Casos inusuales, sucesos, defectos o fallas</p> <p>Recursos necesarios/disponibles</p> <p>Ubicación de las partes extraídas, herramientas, etc.</p> <p>Repuestos y herramientas pedidos y entrega prevista, o escasez</p> <p>Nuevas etapas propuestas</p> <p>Comunicaciones con los planificadores, servicios técnicos, talleres, gerentes, etc.</p>
--

Listas de verificación

7.6 El intercambio de información de recorrido debería estructurarse con una lista de verificación. La información para rotación/traspaso de turnos también puede transmitirse verbalmente entre los trabajadores salientes y los entrantes. En este caso, las listas de verificación se utilizan para estructurar la conversación de rotación/traspaso y asegurar que el operario que sale no omite inadvertidamente transmitir información importante. Este modo de operaciones es el mismo que en diferentes procedimientos de puesto de pilotaje regidos por listas de verificación, como al despegue, aterrizaje, rearranque de motores en vuelo, etc.

7.7 La única investigación objetiva relacionada con la comunicación de rotación/traspaso de turnos en el dominio de mantenimiento aeronáutico abarcó las bitácoras escritas de inspección de rotación/traspaso de turnos. Los investigadores subrayaron la importancia de anotar la información importante. Su fundamento fue que la información verbal, aunque más conveniente, es también más propensa a distorsionarse o sencillamente olvidarse.

7.8 Parece que el intercambio verbal de información de rotación/traspaso, según una lista de verificación formal, se ajustará más probablemente a la forma en que los AME trabajan normalmente. Cuanto más compatible sea el procedimiento, más probable es que los AME lo apliquen.

7.9 Se recomiendan las listas de verificación de rotación/traspaso de turnos que abarcan todos los tópicos de la Tabla 3-B-2. Si en dicha tabla no se encuentran ciertos tipos particulares de información que se requieren para determinadas categorías de trabajo, entonces deberían elaborarse para las mismas listas de verificación especializadas. Las listas de verificación no deberían tener más de una página y deberían ajustarse a los requisitos de formato de las tarjetas de trabajo.

Señales sobre la condición del trabajo

7.10 Un tipo grave de error de rotación/traspaso de turnos puede ocurrir cuando un trabajador entrante supone que el trabajador saliente ha terminado una tarea cuando en realidad no lo ha hecho. Una forma muy sencilla de enfrentar este posible error es proporcionar señales explícitas sobre la condición del trabajo que puedan colocarse en el sitio de trabajo o componente que se está preparando o en sus inmediaciones. Esta es la misma idea que lleva a colocar indicadores de “quítese antes del vuelo” a ciertos componentes de la aeronave.

7.11 Tarjetas en color, con formas y diagramas codificados sobre “trabajo completo” y “trabajo en curso” pueden adosarse a cada tarjeta de trabajo. Cuando los AME completan todas las etapas de un procedimiento de la tarjeta de trabajo, colocan la tarjeta “trabajo completado” en el módulo o estructura en que se ha trabajado. Si un turno finaliza antes de completarse un trabajo, entonces se coloca la tarjeta de “trabajo en curso” en el lugar correspondiente. Esta técnica puede prevenir que el AME que ingresa suponga que la labor en un módulo particular se ha completado cuando, en realidad, todavía está en curso. Por supuesto, esta información debería transmitirse durante el análisis de recorrido. No obstante, la idea es proporcionar más de una barrera para prevenir que el error humano se propague por el sistema.

— — — — —

Apéndice C del Capítulo 3

ROTACIÓN/TRASPASO DE TAREAS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La información que se presenta en este apéndice se ha extraído del texto de orientación titulado *Aviation Maintenance Human Factors* (CAP 716) de la Administración de Aviación Civil del Reino Unido.

1.2 El traspaso de tareas de una persona a otra no siempre ocurre en el momento del cambio de turno. A menudo es necesario traspasar una tarea durante un turno. En este apéndice se tratan dos situaciones comunes, a saber:

- una tarea no terminada se traspasa a alguien que está presente en el momento; y
- una tarea no terminada se deja para que una persona no identificada la reanude en una etapa posterior.

2. TRASPASO DE UNA TAREA DIRECTAMENTE A OTRA PERSONA

Cuando una tarea se traspasa directamente a alguien presente en el momento, el proceso y concepto son los mismos que para un recorrido (véase el Apéndice B del Capítulo 3). El proceso se hace personalmente utilizando comunicación verbal y escrita. El elemento escrito se aplica normalmente para asegurar que las tarjetas de tarea o las hojas de procesos no regulares están completadas con exactitud e identifican claramente la etapa que se ha alcanzado en la labor. Toda desviación con respecto a las prácticas o procedimientos de trabajo normales debe destacarse claramente durante el recorrido. Por ejemplo, si al cambiar una válvula, se movió una abrazadera o un tornillo de ajuste que no debía quitarse según el manual de mantenimiento, para ayudar a quitar e instalar la válvula, este hecho debería indicarse claramente. Muchos errores han ocurrido en estas circunstancias porque la persona que tomó la tarea supone que todo se ha realizado según el manual de mantenimiento, las ilustraciones, los procedimientos, etc. Desde el punto de vista de la comunicación eficaz, es fundamental que la persona saliente registre dicha desviación y que ello se analice en el recorrido.

3. TRASPASO DE UNA TAREA PARA QUE ALGUIEN LA COMPLETE EN UNA ETAPA POSTERIOR

No es raro que una tarea quede incompleta durante un turno, por ejemplo, cuando se pide a alguien que la realiza que atienda a una tarea más urgente o en otra aeronave. En dicho caso, a menudo no se sabe quién se encargará finalmente de completar la tarea y certificar la puesta en servicio. Este tipo de situación presenta un riesgo mucho mayor así como un desafío a la eficaz comunicación de la condición de la tarea y de lo que falta para completarla. No es posible una comunicación interpersonal. Todo depende de la comunicación escrita. No hay forma de verificar que la persona que finalizaría la tarea comprende la situación.

4. CATEGORÍAS DE TAREAS

4.1 Las tareas realizadas por los AMO pueden clasificarse como:

- programadas (quizás como parte de un programa de mantenimiento o modificación que ha sido planificado); y
- no programadas (resultantes quizás de la necesidad de rectificar un defecto encontrado durante el vuelo o en tierra).

Tareas programadas

4.2 Normalmente, el fabricante, el organismo de mantenimiento o el explotador de la aeronave expide tarjetas de tareas al comienzo del mantenimiento para las tareas programadas. En todos los casos, la tarjeta y el desglose de la tarea conexos que en ella figura suponen que la misma persona comenzará y terminará la labor. La tarjeta de tarea no fue diseñada para usar como documento en la rotación/traspaso (aunque, según las circunstancias, es posible que pueda utilizarse como documento de traspaso o que constituya parte del mismo). Las tarjetas de tareas desglosan los trabajos en etapas discretas. Idealmente, los trabajos deberían detenerse siempre en una de estas etapas de modo que la última firma en la tarjeta represente la etapa exacta que ha alcanzado la labor. En este caso, la tarjeta puede constituir un documento de rotación/traspaso. No obstante, un trabajo puede detenerse en un momento entre las etapas identificadas en la tarjeta, o la secuencia de etapas no sea la seguida o se desvíe de los procedimientos de trabajo normales (como en el ejemplo de mover la abrazadera adicional para ayudar al quitar e instalar una válvula). Cuando esto ocurre, debe utilizarse información escrita adicional que identifique claramente el punto de abandono de la tarea y lo que se requiere para completarla y devolver la aeronave al servicio. Por consiguiente, las tarjetas u hojas no regulares deberían utilizarse para registrar y transmitir la información pertinente necesaria. En la Tabla 3-C-1 figura un ejemplo de tarjeta de tareas.

4.3 En la Tabla 3-C-1, la labor realizada alcanzó la etapa d). No obstante, además, se ha despresionizado el sistema hidráulico de modo que parte de la etapa e) se ha alcanzado. Una tarjeta, hoja de trabajo u hoja no regular suplementaria (la terminología varía entre las compañías) deberá por tanto incluirse para comunicar que la tarjeta de tarea no refleja la situación verdadera de la aeronave. En este caso, la relación podría ser la indicada en la Tabla 3-C-2.

4.4 La combinación de la tarjeta de tareas con la hoja de trabajo no regular debería proporcionar suficiente información para que la persona que pasa a encargarse del trabajo conozca la situación actual de la labor y lo que se requiere para completarla o continuarla.

Tareas no programadas

4.5 Todas las tareas no programadas que se pretenda realizar en la aeronave o sus componentes deberían documentarse de modo de definir la labor que ha de llevarse cabo. Esto no sólo es una buena práctica de mantenimiento sino que también facilita la cuestión de liberación al completarse el mismo. Toda tarea por encima del nivel de sencilla debería controlarse desglosando la labor en etapas discretas y documentadas con provisión de que el personal apropiadamente autorizado firme o estampe un sello cuando cada etapa se complete. El documento utilizado en este proceso de control se denomina a menudo “hoja de etapas”. La hoja de etapas resulta particularmente útil en el caso de tareas complejas o cuando existe un traspaso a otra persona o turno. También proporciona un registro sobre quién hizo que cosa y cuándo. La administración y los supervisores de los organismos de mantenimiento son responsables de asegurar que existen formatos, procedimientos y tiempo adecuado para que el personal de mantenimiento registre las etapas de esta manera.

Tabla 3-C-1. Ejemplo de tarjeta de tarea

AEROLÍNEAS RÁPIDAS			
Tipo de aeronave: B737MP ref.: MS/B737/668			
Matrícula de la aeronave: G-OFST			
Controles de vuelo			
Tarjeta de trabajo adicional presentada: Sí			
27-00-56	Sistema de sincronización de flaps	Mecánico	Inspector
	a) Verificar que las tensiones de los cables son correctas (mm 27-50-02).	Pedro López	⑨ sello
	b) Con los flaps hacia arriba, desconectar el eje de transmisión de una caja de engranaje solamente.	Pedro López	⑨ sello
	c) Presionar el sistema hidráulico y bajar los flaps.	Pedro López	⑨ sello
	d) A cerciorarse de que los flaps comienzan a moverse y entonces el sistema se interrumpe.	Pedro López	⑨ sello
	e) Despresionar el sistema hidráulico y conectar el eje de transmisión.		
	f) Presionar el sistema hidráulico y cerciorarse de que los flaps funcionan correctamente.		

Tabla 3-C-2. Hoja de trabajo no regular suplementaria

AEROLÍNEAS RÁPIDAS			
Hoja de trabajo no regular			
Defecto	Medida tomada	Mecánico	Inspector
Referencia a tarjeta 27-00-56. Tarjeta completada hasta la etapa d). Sistema hidráulico despresionado pero el eje de transmisión no ha sido conectado nuevamente. Debe conectarse nuevamente el eje de transmisión antes de pasar a la etapa f).			

— — — — —

Apéndice D del Capítulo 3

PLANIFICACIÓN Y REGISTRO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADAS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La documentación de mantenimiento inexacta, incompleta o no existente se ha citado como factor contribuyente en varios accidentes e incidentes debidos a errores de mantenimiento.

1.2 Parte de la información que se presenta en este apéndice se extrajo del documento titulado *Aviation Maintenance Human Factors* (CAP 716) de la AAC del Reino Unido.

2. REGLAMENTACIÓN

Las tareas de mantenimiento no programadas pueden surgir de inspecciones de mantenimiento programadas o de defectos registrados en aeronaves en funcionamiento. Tanto las tareas programadas como las no programadas exigen la publicación de una conformidad de mantenimiento cuando se haya completado todo el mantenimiento relativo a las tareas. Por consiguiente, se deduce que los documentos que registren una tarea de mantenimiento no programada deben contener detalles suficientes para permitir que el AME de certificación determine que la tarea se ha realizado al nivel que permitirá a dicho AME expedir una conformidad de mantenimiento para el retorno al servicio.

3. MEDIOS DE CUMPLIMIENTO

3.1 Las tareas de mantenimiento programadas en las aeronaves varían ampliamente en cuanto a su complejidad. Normalmente, la labor es publicada por el explotador o el AMO en forma de tarjetas de tarea (la terminología varía de una compañía a otra, p. ej., tarjetas de trabajo, hojas de trabajo y hojas de proceso) presentadas para cada tarea programada. Para proporcionar un registro y ayudar al control de tareas complejas por el personal de mantenimiento a nivel del taller, el diseño del formato de la tarjeta de tareas normalmente desglosa cada tarea en varias etapas sencillas y discretas. El formato de tarjeta de tarea también debería hacer lugar a la firma o estampado de un sello por el personal debidamente autorizado cuando se complete cada etapa.

3.2 En forma similar, las tareas de mantenimiento no programadas deberían también dividirse en etapas para proporcionar un registro detallado del mantenimiento que ha de llevarse a cabo y certificarse al completar cada tarea o grupo de tareas a medida que se realizan. Frecuentemente, este desglose se generará necesariamente a nivel de taller. Los procedimientos del AMO deberían facilitar lo anterior suministrando las tarjetas de tareas necesarias (a veces denominadas hojas de etapas) así como los procedimientos para uso de los AME y supervisores. (En el Apéndice C del Capítulo 3 figura orientación sobre el uso de hojas de etapas para fines de traspaso de turno).

3.3 Las tarjetas de tareas para el mantenimiento programado son un documento cotidiano para los AME. No sólo identifican la tarea que ha de realizarse, sino que normalmente las dividen en etapas para permitir que se firmen o certifiquen las diversas etapas. Las razones de esta subdivisión del trabajo en tareas discretas se consideran a veces

erróneamente como un mantenimiento de registros y para identificar quién hizo qué parte de un trabajo, de modo que si hay un incidente, el empleador o reglamentador puede tomar medidas contra esa persona. Si bien no confiere responsabilidad por el trabajo, esto podría lograrse por otros medios. La finalidad principal de una tarjeta de tarea es simplificar e identificar la tarea que ha de realizarse y proporcionar asesoramiento sobre el orden correcto de hacerlo. Es una ayuda de trabajo para que el AME pueda planificar y completar plena y eficazmente la tarea.

3.4 La división de una tarea en etapas es una buena práctica de mantenimiento porque permite que el personal registre la labor que ha de realizarse y proporciona un registro de lo que ya se ha hecho. Los estudios de factores humanos en mantenimiento indican reiteradamente que el uso de hojas de etapas adecuadamente preparadas al ejecutar tareas reduce considerablemente la oportunidad de que ocurran errores de mantenimiento.

4. PREPARACIÓN DE TARJETAS DE TAREAS NO REGULARES

4.1 La finalidad de la Tabla 3-D-1 es orientar al explotador, al AMO o al AME sobre la necesidad de elaborar nuevas tarjetas de tareas. Si una tarea contiene cualquiera de los atributos de la columna de la izquierda, entonces el explotador o el organismo de mantenimiento debería elaborar tarjetas de tareas impresas si las etapas de la tarea son particularmente numerosas o extensas. La columna de la derecha proporciona los motivos y las metas que han de alcanzarse con la documentación.

4.2 Si un AME es responsable de una tarea para la cual no hay tarjetas de tareas preparadas previamente y la tarea contiene atributos similares a los de la columna de la izquierda de la Tabla 3-D-1, el AME debería iniciar medidas para elaborar una. El AMO debería tener procedimientos y formatos que permitan al AME a hacer lo señalado, y la tarjeta u hoja completadas deberían constituir parte de los registros requeridos para la labor que ha de realizarse.

Tabla 3-D-1. Determinación de la necesidad de subdivisión en etapas en las tarjetas de tareas

<i>Atributos de la tarea</i>	<i>Motivos y metas</i>
La tarea es compleja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estructura las secuencias para las diversas subtareas. 2. Identifica las etapas importantes del proceso. 3. Proporciona indicios y apoyo. 4. Contribuye a prevenir errores de omisión porque: <ul style="list-style-type: none"> • cuanto mayor sea el volumen de información en una etapa de procedimientos, más probable es que se omitan elementos de la etapa; y • es más probable que se omitan las etapas de procedimiento que no están obviamente relacionadas con acciones precedentes o que no siguen una secuencia lineal directa.
La tarea involucra varias disciplinas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica qué tarea requiere disciplinas especializadas. 2. Asegura que las tareas especializadas se realizan en orden correcto. 3. Proporciona pruebas de que la tarea especializada se ha realizado.
La tarea podría extenderse a otros turnos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proporciona clara evidencia de qué tareas se han realizado y cuáles están pendientes. 2. Complementa el proceso de traspaso de tareas o turnos. 3. Contribuye a prevenir errores de omisión porque cuanto mayor sea el número de etapas discretas en una secuencia de acciones, mayor es la probabilidad de que se omitan una o más.

<i>Atributos de la tarea</i>	<i>Motivos y metas</i>
Tareas bien practicadas y regulares en las que las consecuencias del error son inaceptablemente elevadas (impacto de seguridad operacional o económico)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las tareas bien practicadas o regulares son susceptibles de “deslices” y “lapsos”. Los errores de omisión son más comunes en estas circunstancias, a saber: <ul style="list-style-type: none"> • distracción o interrupción que lleva a la persona a “perder su lugar” al reanudar la tarea; y • salida prematura. Se sabe que la última actividad de una tarea es la que se omite con mayor frecuencia. Los humanos son particularmente vulnerables a este tipo de error cuando trabajan bajo presión de tiempo. Los ejemplos incluyen el no ajuste de torca en un acoplamiento de caños, cierres con alambre o pedido de una prueba de motor para verificar fugas. 2. Las hojas escritas sirven de “recordatorios” para evitar que se olvide una etapa.
La tarea entraña el registro de mediciones o cálculos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las mediciones que se deben registrar se captarán lo más probablemente si en la instalación se dispone de documentación previa para hacerlo. 2. Constituye un recordatorio de que se requiere el registro de datos. 3. El registro de las mediciones y el suministro de un lugar para realizar los cálculos aumenta la limitada capacidad de la memoria de trabajo.
Hay necesidad de identificar o proporcionar información complementaria	<p>Para realizar una tarea, con frecuencia es conveniente, y a menudo necesario, contar con información adicional, por ejemplo sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • procedimientos de la compañía afectados por la tarea; • normas de la compañía o clientes; • procesos alternos; • herramientas requeridas y aceptación de herramientas alternativas; y • números de partes o números de SB o SL.

— — — — —

Apéndice E del Capítulo 3

FACTORES AMBIENTALES

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Gran parte del mantenimiento aeronáutico se realiza durante la noche; no obstante, los seres humanos no son particularmente adeptos a realizar labores de precisión con bajos niveles de iluminación. Para las tareas de inspección visual, que constituyen una gran proporción del mantenimiento de aeronaves habitual, es fundamental que los trabajadores cuenten con un nivel adecuado del tipo de iluminación correcto. La adecuación de la iluminación puede muy bien ser el aspecto ambiental más importante de los que afectan el rendimiento del mantenimiento.

1.2 Como el mantenimiento puede llevarse a cabo en bancos de mantenimiento, en puestos de ensayo, sobre superficies exteriores de la aeronave, dentro del fuselaje de la aeronave y por debajo de la aeronave o sus alas, las condiciones de iluminación en cada caso pueden variar considerablemente. En la mayoría de los casos es necesario efectuar mediciones directas de la iluminación para determinar exactamente cuanta luz hay y si ésta es adecuada.

1.3 En su Capítulo 5, la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA contiene un volumen considerable de información de orientación útil sobre diseño de instalaciones y cambios a dicho diseño. Parte de esta información se relaciona con la seguridad operacional del trabajador, pero el resto se refiere a la reducción de la probabilidad de errores de mantenimiento. Este apéndice constituye un resumen del texto de orientación de la Guía de la FAA que los AMOS deberían normalmente aplicar.

2. ILUMINACIÓN

2.1 A continuación se analizan los posibles problemas relacionados con la iluminación en el lugar de trabajo de mantenimiento.

Muy poca luz donde se necesita

2.2 En varias instalaciones de mantenimiento nocturno examinadas en una investigación llevada a cabo por C. G. Drury, se disponía de un promedio de 51 pies-candelas (ft-c) de luz. No obstante, se recomienda un mínimo de 75 ft-c para tareas normales. Además, situaciones de inspección muy difíciles y críticas pueden exigir un mínimo de 95 ft-c o iluminación especial (p. ej., polarizada o infrarroja).

2.3 Las necesidades de iluminación de los individuos pueden duplicarse con la edad. Si bien 50 ft-c pueden ser suficientes para que un trabajador de 25 años de edad realice una tarea, otro de 55 años necesitará 100 ft-c para realizar la misma tarea.

2.4 Una auditoría de la FAA de importantes transportistas determinó que, para los trabajos realizados por debajo de las alas dentro un fuselaje y en las zonas de carga, la iluminación era débil. Las luces se emplazaban con frecuencia demasiado lejos del trabajo que se realizaba y eran muy pocas. El resultado era que los niveles de iluminación en las regiones apantalladas variaba, en ocasiones, de sólo 1 ft-c a unos 14 ft-c. Como se mencionó anteriormente esto es muy inferior al nivel mínimo de 75 ft-c que se recomienda para tareas de reparación.

Resplandor

2.5 El resplandor es luz que interfiere con la realización de una tarea. El resplandor puede ser directo (en la línea visual) o indirecto (reflejado en el objeto visionado). La mejor forma de tratar el resplandor directo es apantallar la fuente luminosa respecto de la vista o desplazarla fuera de la línea visual. El resplandor indirecto puede reducirse mediante apantallamiento o filtración. También puede ser posible reducir el resplandor disminuyendo el volumen de luz generado.

Color

2.6 Una auditoría de la FAA de importantes transportistas aéreos determinó que se utilizaban una gran variedad de sistemas de iluminación, incluyendo vapores de mercurio, aluros metálicos y luces de sodio de alta presión. Aunque estas luces difieren en cuanto al color que emiten, el problema principal se daba en el nivel de iluminación resultante. Para las labores que se realizan en superficies externas superiores o laterales del avión, los niveles de iluminación se consideraron adecuados. Estos niveles promediaban 66 ft-c durante el día y 51 ft-c para labores de mantenimiento nocturno. No obstante, se determinó que la iluminación por debajo de las alas, etc., era baja.

3. CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO (HVAC)

3.1 Los seres humanos trabajan mejor dentro de una gama relativamente estrecha de condiciones de temperatura, humedad y circulación de aire. Las condiciones fuera de esta gama deterioran rápidamente las capacidades físicas y mentales y, en última instancia, pueden resultar bastante peligrosas. Este aspecto de la actuación humana se ha estudiado ampliamente en las últimas décadas, y, en consecuencia, existen datos relativamente específicos respecto del volumen y tipo de trabajo que pueden realizarse en diversos entornos ambientales. Especialmente en grandes hangares abiertos, el control de la temperatura, la humedad y la circulación del aire es muy difícil. Una combinación de diseño de instalación, diseño del lugar de trabajo, ropas y procedimientos debería mantener a los trabajadores dentro de una gama segura de condiciones ambientales.

Temperatura

3.2 Muchas tareas de mantenimiento aeronáutico se realizan en grandes hangares, frecuentemente con las puertas abiertas. Dado que es difícil controlar con precisión la temperatura en tales instalaciones, es importante comprender los efectos sobre la seguridad operacional y la actuación de las diversas temperaturas. La tabla siguiente resume los efectos generales de la temperatura ambiente sobre la actuación:

<i>Temperatura</i>		<i>Efecto sobre la actuación</i>
<i>°C</i>	<i>°F</i>	
32.2	90	Límite superior para la actuación
26.7	80	Límite superior máximo aceptable
23.9	75	Óptimo con vestimenta mínima
21.1	70	Óptimo para vestimenta y tareas normales
18.3	65	Óptimo para vestimenta de invierno
15.6	60	La destreza de manos y dedos comienza a deteriorarse
12.8	55	La destreza manual se reduce en 50%

Temperaturas elevadas

3.3 Para reducir el volumen de calor producido y transmitido a los individuos, se sugieren las siguientes modificaciones de procesos y barreras:

- permitir que los trabajadores pierdan calor mediante convección y evaporación;
- no obligar a los trabajadores a usar vestimenta o equipo innecesarios y mantener bajo su nivel de ejercicio físico;
- proporcionar ventiladores, aire acondicionado o accesorios personales de enfriamiento, según corresponda;
- asegurar que los individuos están en buenas condiciones físicas, y se han aclimatado al calor; y
- proporcionar tratamiento de emergencia y tiempo de descanso suficiente en un ambiente más fresco.

Temperaturas bajas

3.4 Las temperaturas bajas pueden ser tan estresantes y peligrosas como las altas. Los efectos del frío pueden ser más sutiles e insidiosos que los del calor. El estrés por el frío puede tratarse normalmente en forma eficaz proporcionando los elementos siguientes:

- abrigo contra el viento;
- fuentes de calor locales; y
- vestimenta seca, a prueba de viento, en capas.

4. SONIDO Y RUIDO

4.1 El ruido es sonido no deseado. El ruido no sólo distrae y provoca estrés sino que puede causar pérdida de audición permanente. En el diseño de las instalaciones de mantenimiento aeronáutico, las metas son hacer que ciertos sonidos resulten fáciles de oír y aislar y proteger a los trabajadores respecto del ruido.

4.2 En el entorno de mantenimiento de aeronaves, muchos sonidos son deseables y, en realidad, necesarios para la adecuada realización de la labor. Estos sonidos incluyen las comunicaciones orales entre personas, las comunicaciones telefónicas, los mensajes por altavoces y las señales auditivas del equipo de ensayo o sistemas de aeronave. Esto debería tenerse en cuenta en el contexto de un entorno laboral normal. Los niveles de ruido promedio dentro de las áreas de hangares, medidos por un equipo de auditores de la FAA variaban normalmente de 70 a 75 dBA. Esto resulta aceptable para un entorno industrial y no requiere protección auditiva. A continuación se presenta un resumen de los efectos generales del ruido en la actuación:

- el ruido es un estímulo para la fatiga incluso a niveles inferiores a 65 dBA;
- los niveles de ruido normalmente aceptables son 70 a 75 dBA; y
- los niveles ocasionales de 110 dBA son preocupantes.

Cuando se utilizaban herramientas remachadoras o neumáticas de otro tipo se registraron niveles de unos 90 dBA y pueden producirse niveles superiores a 110 dBA. Existe una correlación directa entre el nivel medio de ruido presente en un trabajo y la proporción de accidentes en dicho trabajo.

4.3 El ruido excesivo constituye una preocupación especial en las líneas aéreas en que las aeronaves de hélice son el núcleo de la flota. Estas aeronaves operan a altos niveles de decibeles y pueden aumentar la posibilidad de deterioro auditivo cuando se realizan operaciones de rodaje y pruebas de motores de las mismas con carácter habitual cerca del hangar de mantenimiento.

5. CALIDAD DEL AIRE

La calidad del aire es tradicionalmente más un aspecto de higiene industrial que un tema de factores humanos. No obstante, la calidad del aire puede afectar directamente ciertos niveles de actuación humana. Es posible que algunas toxinas suspendidas en el aire aumenten el riesgo de desórdenes traumáticos acumulativos deteriorando la circulación sanguínea periférica (a las manos, p. ej.). Los mayores niveles de monóxido de carbono pueden reducir la agudeza mental, aumentando el riesgo de accidentes o errores. Es necesario mantener los niveles de oxígeno alrededor del 20% para asegurar una actuación óptima. Un sistema eficaz de calefacción, ventilación y aire acondicionado resulta crítico para mantener apropiados niveles de humedad, contenido del aire y movimiento del mismo.

6. ACCESO

Las personas necesitan buenos pisos nivelados para impedirles tropezar, resbalar y caerse, especialmente si están transportando, empujando o jalando un objeto. Hay graves consecuencias para las instalaciones defectuosas y el peligro que puedan imponer. Demasiados visitantes o llamadas telefónicas también pueden perturbar o interrumpir a los trabajadores y ser causa de errores.

7. ENTREVISTA ESTRUCTURADA

Muchos de los factores ambientales pueden medirse y registrarse físicamente, p. ej., la temperatura y la humedad. Es importante establecer la opinión de los trabajadores respecto del entorno en que trabajan. Una forma de determinar esto es realizar entrevistas. Dichas entrevistas pueden ser formales o informales, estructuras o no estructuradas. Un esbozo sugerido para entrevistas estructuradas y formales es el siguiente:

- presentación del facilitador y los participantes;
- establecimiento de la finalidad de la entrevista y “reglas de juego” conexas;
- descripción de la instalación que ha de analizarse; e
- inclusión de los siguientes puntos del temario:
 - temperatura, humedad y circulación de aire;
 - niveles de ruido y posibilidades de comunicación;
 - iluminación;
 - escaleras, rampas y escalerillas;
 - plataformas de trabajo;

- pasillos, salidas y acceso general;
- registro de incidentes; y
- resumen.

8. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA UN RECORRIDO ESTRUCTURADO

A continuación se presenta un esbozo sugerido de recorrido estructurado:

A. Observaciones generales

1. ¿Está el área generalmente limpia y libre de basura, obstrucciones y desechos?
2. ¿Están los pasillos y pasarelas claramente indicados y libres de obstáculos?
3. ¿Los carteles son adecuados para dar sentido de ubicación?
4. ¿Los trabajadores han modificado alguno de los carteles o colocado carteles propios?
5. ¿Las áreas de almacenamiento se utilizan para esos fines?
6. ¿Existe una salida obvia y bien señalada del área?
7. ¿Están bien indicadas las zonas de estacionamiento para elevadores de carga y remolcadores y está dicho equipo estacionado en ellas?

B. Iluminación

8. ¿La iluminación parece estar bien distribuida en el área o existen puntos brillantes y oscuros?
9. ¿Existe algún parpadeo evidente en el sistema de iluminación?
10. ¿Funcionan bien todas las luces en una instalación?
11. ¿Los trabajadores han modificado los elementos luminosos?
12. Existen luces de emergencia a batería cerca de salidas, escaleras y rampas?
13. ¿Se inclinan sobre su trabajo los AME para obtener una mejor visión?
14. ¿Se utiliza en el área iluminación complementaria para ciertas tareas? ¿Por qué?
15. ¿Existe resplandor evidente de las luces de la instalación? ¿Dónde y qué tipo?
16. ¿Los colores parecen ser naturales o lucen extraños?
17. ¿Están claramente señalados y son fáciles de alcanzar los controles de iluminación?

C. Rampas, escaleras y escalerillas

- 18. ¿Hay pasamanos en todas las rampas, escaleras y escalerillas fijas?
- 19. ¿Es circular la sección de todos los pasamanos? Si no, ¿qué forma tienen?
- 20. ¿Están todos los escalones de escaleras y escalerillas cubiertos con material antideslizante?
- 21. ¿Están todos los descansos cubiertos con material antideslizante?
- 22. ¿Las escaleras y escalerillas abiertas tienen redes de seguridad detrás?
- 23. ¿Tienen patas antideslizantes todas las escalerillas portátiles?

D. Sonido y ruido

- 24. ¿Puede usted entender lo que se dice por el sistema de altavoces?
- 25. ¿Los trabajadores han modificado algunos altavoces?
- 26. Si se requiere protección auditiva, la utilizan todas las personas en el área?
- 27. ¿Puede usted conversar con alguien a poco más de un metro de distancia sin elevar su voz?
- 28. ¿Se ha quitado o dejado abierto algún recinto de equipo?
- 29. ¿Puede usted conversar por teléfono y entender a su interlocutor?
- 30. ¿Puede usted conversar por radio y entender a su interlocutor?
- 31. ¿Utilizan los trabajadores equipo emisor de señales auditivas?

E. Calefacción, ventilación y aire acondicionado

- 32. ¿Siente usted calor o frío?
- 33. ¿Puede usted distinguir una diferencia de temperatura entre su cabeza y sus pies?
- 34. ¿Hay algún movimiento de aire detectable en el área? ¿Es demasiado?
- 35. ¿Se utilizan en el área ventiladores o sopladores complementarios?
- 36. ¿Se utilizan en el área calefactores complementarios?
- 37. ¿Está el área expuesta directamente al exterior?
- 38. ¿Se siente humedad notable en el área?
- 39. ¿Puede usted detectar olores molestos o “químicos” en el área?

F. Varios

40. ¿Se le han quejado los trabajadores sobre una característica específica de la instalación?

— — — — —

Apéndice F del Capítulo 3

EL PROGRAMA DE AUDITORÍA ERGONÓMICA (ERNAP) PARA ORGANISMOS DE MANTENIMIENTO RECONOCIDOS

1. INTRODUCCIÓN

Un programa de auditoría ergonómica debería ser un elemento importante en la estrategia de reducción de errores del AMO. En el Capítulo 2 de la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FA hay referencias a auditorías ergonómicas. Además, el “Programa de auditoría ergonómica” (ERNAP) está disponible en el CD-ROM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection* de la FAA y el sitio Web de la FAA: www.hfskyway.com. El programa está diseñado para usar en una computadora personal pero, alternativamente, la recolección de datos puede realizarse utilizando listas de verificación en papel. En este apéndice se reproduce una descripción de dichas listas de verificación.

2. MÓDULO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ERNAP

2.1 La recolección de datos se clasifica en tres fases:

- previa al mantenimiento;
- de mantenimiento; y
- posterior al mantenimiento.

Estas tres fases de recolección de datos se clasifican en cuatro grupos principales de factores humanos, según se indica en la Tabla 3-F-1.

Tabla 3-F-1. Clasificación del ERNAP

<i>Grupos de factores humanos</i>	<i>Fases de recolección de datos</i>		
	<i>Fase previa al mantenimiento</i>	<i>Fase de mantenimiento</i>	<i>Fase posterior al mantenimiento</i>
Requisitos de información	a) Documentación b) Comunicación	f) Documentación g) Comunicación	w) Readquisición /recuperación
Entorno	c) Características visuales	h) Iluminación para tareas i) Características térmicas j) Percepción del operario k) Características auditivas	
Equipo/Ayudas laborales	d) Diseño del equipo e) Equipo de acceso	l) Disponibilidad del equipo m) Equipo de acceso	

Actividad física/ Lugar de trabajo		n) Herramientas manuales o) Esfuerzo físico p) Manipulación de materiales q) Vibración r) Movimiento repetitivo s) Acceso físico t) Postura u) Seguridad operacional v) Materiales peligrosos	
---------------------------------------	--	---	--

Listas de verificación

2.2 Veintitrés listas de verificación integran el ERNAP, una para cada tema de la Tabla 3-F-1. A continuación se proporciona una breve descripción de cada lista de verificación identificada por una letra que corresponde a un tópico de la tabla. Mediante la utilización de módulos y listas de verificación independientes, el ERNAP permite que los usuarios realicen auditorías parciales, específicas o completas y globales.

Fase previa al mantenimiento

- a) Documentación: se ocupa de la legibilidad de la información y del contenido de ésta: texto, gráficas y organización de la información.
- b) Comunicación: examina la comunicación entre turnos y la disponibilidad de jefes mecánicos o supervisores para plantear preguntas y preocupaciones.
- c) Características visuales: examina las características de iluminación generales del hangar: iluminación de techo, condición de la iluminación de techo y resplandor de la luz diurna.
- d) Diseño de equipo: evalúa el equipo que utiliza controles: facilidad de control, intuitividad de los controles y señalamiento de los controles en cuanto a coherencia y legibilidad.
- e) Equipo de acceso: evalúa escaleras, escalerillas y andamios en cuanto a seguridad, disponibilidad y fiabilidad.

Fase de mantenimiento

- f) Documentación: considera la manipulación física de documentos y las condiciones ambientales que afectan su legibilidad, es decir condiciones meteorológicas e iluminación.
- g) Comunicación: trata de aspectos de comunicación entre colegas y supervisores y si se tienen en cuenta o no las sugerencias de los AME.
- h) Iluminación para tareas: examina la iluminación general disponible al AME para realizar su tarea. Evalúa aspectos como niveles de iluminación, si se utiliza iluminación personal o portátil y si el equipo de iluminación está causando interferencia con la labor.
- i) Características térmicas: examina las condiciones actuales de temperatura en el entorno en que se realizan las tareas.

- j) Percepción del operador: considera las percepciones de los operarios respecto del entorno de trabajo durante la estación actual y durante las otras tres estaciones.
- k) Características auditivas: determina si los niveles de sonido en el entorno de trabajo actual provocará la pérdida de audición o interferirá con las tareas o la comunicación oral.
- l) Equipo eléctrico/neumático: examina la disponibilidad de equipo eléctrico o neumático, si el equipo funciona o no y la facilidad de utilizar el equipo en el entorno laboral.
- m) Equipo de acceso: examina la disponibilidad de escalerillas y andamios, si el equipo funciona o no y la facilidad de utilizar el equipo en el entorno de trabajo.
- n) Herramientas manuales: evalúa el uso de herramientas manuales, si están o no diseñadas adecuadamente para prevenir fatiga y heridas y uso por personas zurdas y diestras.
- o) Esfuerzo físico: examina las fuerzas ejercidas por el AME al realizar una labor de mantenimiento. La postura, la posición de las manos y la duración de la tarea se tienen en cuenta.
- p) Manipulación de materiales: utiliza la ecuación NIOSH 1991 para determinar si el AME está manipulando cargas por encima del peso recomendado.
- q) Vibración: verifica el volumen de vibración experimentado por el AME durante la realización de la tarea. Determina si hay posibles efectos perjudiciales para el AME debido a la exposición.
- r) Movimiento repetitivo: considera la cantidad y frecuencia de los ángulos de los miembros que se apartan de la posición neutra al realizar la tarea. Tiene en cuenta los brazos, muñecas, hombros, cuello y posición de la espalda.
- s) Acceso: examina los accesos físicos al entorno laboral; si es difícil o peligroso o si hay conflicto con otras labores que se realizan al mismo tiempo.
- t) Postura: evalúa las diferentes posturas corporales que el AME debe asumir para realizar una tarea determinada.
- u) Seguridad operacional: examina la seguridad operacional en el entorno laboral y lo que el AME hace para que sea más seguro, p. ej., uso de dispositivos de protección personal.
- v) Materiales peligrosos: enumera los tipos de sustancias químicas involucradas en el proceso de mantenimiento, si se utilizan adecuadamente o no, si se aplican las directrices para su eliminación y si la compañía se ajusta a los requisitos actuales en cuanto a equipo de seguridad con materiales peligrosos.

Fase posterior al mantenimiento

- w) Readquisición/recuperación: mide la utilidad del retorno de información para el AME y si esta recuperación procede, o no, del mismo individuo que asignó el trabajo.

— — — — —

Apéndice G del Capítulo 3

DISEÑO DE DOCUMENTOS PARA MANTENIMIENTO DE AERONAVES

1. INTRODUCCIÓN

La comunicación escrita está en la sustancia mínima del trabajo del AME. Por consiguiente, la garantía de que los documentos son utilizables y realmente se utilizan constituyen la clave para un exitoso programa de reducción de errores de mantenimiento.

Nota.— En este apéndice, “procedimientos” significa toda la documentación que probablemente se utilice para el control o registro del trabajo en la aeronave o sus componentes, p. ej., procedimientos de la compañía, manuales de mantenimiento de aeronaves, hojas de trabajo y tarjetas de trabajo o tarea.

2. CONTENIDO

2.1 La investigación de incidentes relacionados con el mantenimiento ha demostrado que muchos procedimientos están mal redactados o presentados. Si bien es importante que los datos del fabricante se incorporen con precisión en los procedimientos, esta información puede presentarse en forma correcta o defectuosa, dependiendo de la habilidad del redactor de procedimientos y la medida en que éste se revise sobre la base de la experiencia y la práctica.

2.2 Las directrices siguientes, basadas en el documento *Aviation Maintenance Human Factors* (CAP 716) de la AAC del Reino Unido, se dirigen a ayudar a los explotadores y organismos de mantenimiento en la producción y enmienda de los procedimientos:

- asegurar que el diseño y los cambios de los procedimientos involucren al personal de mantenimiento que posea buen conocimiento práctico de las tareas;
- validar todos los procedimientos y cambios antes de su uso, cuando sea posible;
- asegurar que los procedimientos son precisos, apropiados y utilizables y que reflejan las mejores prácticas;
- tener en cuenta el nivel de conocimientos y experiencia del usuario; cuando corresponda, proporcionar una versión abreviada del procedimiento para uso de los AME experimentados;
- tener en cuenta el entorno en que se han de utilizar los procedimientos;
- asegurar que toda la información clave está incluida sin que el procedimiento resulte innecesariamente complejo;
- cuando corresponda, explicar el motivo del procedimiento;
- asegurar que el orden de las tareas y etapas refleja las mejores prácticas, señalándose claramente en el procedimiento los puntos en que el orden resulta crítico y cuando el orden es opcional;

- si el orden de las etapas ya no se ha dictado, considerar el ordenamiento de las etapas con arreglo a la lógica o al espacio (p. ej., trabajo alrededor de la aeronave en forma secuencial, al igual que en la lista de verificación del piloto), en vez de orden alfabético o por capítulos de ATA;
- agrupar las etapas en “porciones grandes” y planificar interrupciones. Instruir al personal para que complete una “porción” de etapas antes de que se permitan una interrupción, y diseñar el procedimiento de forma que se pueda identificar cuándo y dónde ocurre una interrupción;
- asegurar la coherencia en el diseño de procedimientos y uso de terminología, abreviaturas, referencias, etc.;
- cuando sea posible, tratar de asegurar que un procedimiento completo o porción de información ocupa una página. Cuando el procedimiento ocupa más de una página, dejar esto en claro;
- incluir títulos claros en la parte superior de cada página y sección del procedimiento. Cuando el procedimiento se ha modificado, subrayar este cambio cuando corresponda (con una línea o con una letra “R” al costado de la página), y anotar la fecha de la revisión al pie de la página;
- siempre que sea posible evitar referencias cruzadas. Esto puede exigir que se repitan las etapas en varios lugares (nota: el aspecto negativo de esto es que cualquier cambio deberá realizarse también en varios lugares);
- la secuencia lógica debería ser clara, utilizando un diagrama de flujos si es necesario. Si los procedimientos comprenden opciones y derivaciones, debería tenerse cuidado de que el trayecto a través del procedimiento es claro, especialmente si el usuario tiene que regresar a un punto anterior del procedimiento después de haber ejecutado varias etapas. Esto puede resultar de particular importancia en la solución de problemas;
- agrupar las etapas relacionadas en la página; las etapas no relacionadas en la página. Utilizar líneas en blanco o espacios según corresponda;
- utilizar el énfasis en forma coherente (p. ej., bastardilla y negrilla). Evitar la sobreutilización de mayúsculas para enfatizar; las minúsculas son más fáciles de leer. Evitar la sobreutilización de bastardilla, reservándola solamente para palabras individuales o frases breve, o para las notas. Los recuadros resultan útiles para distinguir etapas o porciones importantes de las menos importantes;
- un diagrama o fotografía puede resultar muy útil y puede comunicar grandes volúmenes de información con eficacia. No obstante su uso debe hacerse con cautela, asegurando que:
 - es correcto (un diagrama de una pieza de equipo similar que no es exactamente la misma puede resultar más confuso que útil);
 - reproduce bien en fotocopia (si es probable que se hagan fotocopias);
 - la letra pequeña puede leerse bien en las condiciones de iluminación en las que se utilizará el documento;
 - está orientado y señalado en forma apropiada; y
 - el diagrama/fotografía está relacionado claramente con un procedimiento/etapa;
- insertar advertencias y notas en el procedimiento cuando sea necesario, sin apartarse indebidamente de la claridad, para asegurar una actuación segura y precisa;

- considerar el uso de advertencias, avisos de precaución o notas para subrayar puntos y etapas importantes en las que es probable que se cometan errores (la información del plan de gestión interna de errores debería identificar los procedimientos y etapas propensos a error);
- distinguir entre información de directiva, información de referencia, advertencias, avisos de precaución, notas, procedimientos y métodos;
- utilizar avisos de precaución y advertencias directamente encima del texto al que se refieran o, cuando ello no se puede hacer, relacionar claramente el texto y la advertencia o nota. Utilizar las notas después del texto conexo;
- avisos de precaución, advertencias y notas deben estar en la misma página que el texto al que se refieren;
- cuando sea posible, incorporar recuadros de verificación en el procedimiento para transmitir y fomentar que el usuario verifique las etapas a medida que se completan;
- relacionar claramente el recuadro de verificación con la etapa conexas, p. ej., utilizando líneas de puntos;
- permitir espacio suficiente si debe ingresarse nueva información;
- subrayar la importancia de la claridad de la escritura si debe entregarse información escrita a otra persona;
- asegurar que la calidad de impresión o copia es buena y que existen suficientes impresoras, fotocopadoras, etc.; y
- brindar instrucción sobre el empleo de tecnología para tener acceso a los procedimientos de impresión y datos de mantenimiento.

3. LEGIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN

Las directrices siguientes sobre legibilidad se basan en el documento *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection* de la FAA/AAM, Informe sobre el progreso de la Fase VII 1997, Capítulo 4, Apéndice B, titulado: “The Documentation Design Aid (DDA) Development” [Elaboración de la ayuda para el diseño de documentos (DDA)] por C. G. Drury, A. Sarac y D. M. Driscoll. La versión para PC de la DDA completa se incluye en el CD-ROM Human Factors de la FAA (1998) y en el sitio Web: www.hfskyway.com.

Disposición tipográfica

Tamaño de página

- Utilizar un tamaño de papel normalizado. En el Canadá y en los Estados Unidos, se usa 8-1/2 x 11 pulgadas. En el resto del mundo, se usa A4.

Disposición de página

- Utilizar una disposición en columna única dado que es más fácil para lectores de bajo nivel y no afecta a los lectores más experimentados.

- Para papel de 8-1/2 x 11 pulgadas, utilizar un margen izquierdo de 1,5 pulgadas y dejar por lo menos 1,0 pulgadas para todos los demás márgenes. La longitud ideal de la línea es 10 a 12 palabras, o unas 6 a 7 pulgadas.
- Identificar cada página con un encabezamiento temático en la parte superior.
- Numerar cada página en forma secuencial colocando los números en la esquina derecha inferior, 0,5 pulgadas por encima del borde inferior de la página y sin entrar en el margen derecho.
- No es necesario terminar cada página en el mismo punto, es decir, la última línea puede variar de página en página.

Justificación

- Usar justificación izquierda, es decir escribir las líneas al borde izquierdo solamente. La justificación de centro y derecha provoca distracción y puede hacer más lenta la lectura.

Párrafos y sangrías

- Utilizar estilo de bloque modificado con sangría de dos espacios para las subdivisiones.
- Indicar en forma secuencial cada título y subtítulo, es decir 1., 1.1, 1.1.1, etc.
- Dentro de un encabezamiento, mantener los párrafos por debajo de media página de longitud, para ayudar a la concentración del lector.
- Dejar una línea en blanco entre párrafos.
- No introducir sangría al comienzo de cada párrafo.

Espaciado

- Utilizar una relación de espacio 1:2 entre el espaciado de oraciones y el espaciado de párrafo.
- Utilizar una línea en blanco para separar todos los párrafos y encabezamientos.
- Utilizar un espacio después de las comas, los dos puntos y los punto y coma.
- Utilizar dos espacios después de puntos, signos de interrogación y signos de exclamación.

Tipo de letra

- Utilizar los tipos que tengan relativamente mayor altura, sean moderadamente amplios, sólidos más que delicados y que presenten un color de tipo relativamente uniforme, por ejemplo, Times Roman, Century Series, New Gothic, o Helvetica. El Times Roman es el tipo más común y el que cansa menos a los lectores debido a su fácil legibilidad.
- Mantener el tipo en forma coherente en todo el documento y entre documentos.

Tamaño de tipo

- Utilizar tamaños entre 9 y 12 puntos para facilitar la lectura. El mejor tamaño para la mayoría de los usos es 11 ó 12 puntos.

Énfasis

- Mantener un uso coherente del énfasis en todo el documento y entre documentos.
- Para enfatizar una sola palabra, utilizar negrilla (más preferido), subrayado, bastardilla o todas mayúsculas (menos preferido).
- Para enfatizar un pasaje extenso utilizar negrilla o subrayado. Evitar las MAYÚSCULAS o la bastardilla dado que hacen más lenta la lectura y reducen la comprensión.
- Utilizar solamente una o dos técnicas de énfasis dentro del documento para aumentar la comprensión. La negrilla y el subrayado son buenas opciones.
- No sobre utilizar las técnicas de énfasis dado que provocan confusión y reducen la comprensión.

Respuestas

- Si se utiliza un recuadro de verificación después de la instrucción conexas, no dejar una separación grande entre el recuadro de verificación de la instrucción.
- Evitar el uso de recuadros con anotaciones “no se necesita” o “XXXXX” si el usuario del documento no es responsable del cumplimiento de la instrucción.
- Utilizar un diseño de recuadro de verificación coherente en todo el documento si es posible.
- Dejar suficiente espacio si se espera una respuesta del usuario.

Color

- Evitar el uso regular del color en las ilustraciones. Utilizar pautas de sombreado distintas dentro de trazos negros en las imágenes en vez de color.
- El papel en color no fotocopia bien.
- Se recomienda tinta negra sobre papel blanco.

Paginación

- Evitar el uso de referencias a textos anteriores.
- Evitar referencias a otras secciones del documento en la medida posible. Las referencias inevitables deben ser exactas e inconfundibles.

- La página debería actuar como módulo de información natural, es decir debería contener un número apropiado de tareas y evitar la continuación de la tarea a través de páginas.
- Cada tarea que comienza en una página también debería terminar en esa página.
- Minimizar el encaminamiento; en otras palabras, no llevar al usuario de página en página dado que puede provocar defectos graves.

Letras, números y palabras

Letras y números

- Utilizar letras minúsculas en vez de mayúsculas en el texto dado que las minúsculas son mucho más fáciles de leer porque tienen formas más distinguibles (trazos altos y trazos bajos). Obsérvese que las letras mayúsculas ocupan más espacio (40 a 45% más que las minúsculas) y reducen la velocidad de lectura en un 13 a 20%.
- Utilizar títulos y subtítulos con mezcla de mayúsculas y minúsculas en vez de todas mayúsculas para mejorar la legibilidad.
- Evitar los guiones que meramente indican divisiones de palabras al final de una línea.
- En una serie de palabras u oraciones que presentan opciones mutuamente excluyentes, el “o” explícito en toda la serie mejora la comprensión.
- Evitar el uso de numerales romanos dado que no son fáciles de leer y pueden provocar confusión.
- Utilizar números arábigos seguidos de un punto para cada cuestión de la lista si se deben usar números. Si no, se puede utilizar un punto tamaño medio o guión largo para llamar la atención del usuario.
- No colocar el número entre paréntesis.
- Utilizar un desglose convencional guión-número (estilo ATA) como capítulo-sección-tema-página (p. ej., 26-09-01-02).

Palabras

- Evitar el uso de diferentes términos para el mismo objeto.
- Utilizar palabras precisas, sin ambigüedades y comunes con las cuales esté familiarizado el usuario del documento, en todo el documento a efectos de coherencia.
- No utilizar muchas preposiciones porque hacen más lenta la lectura.

Abreviaturas

- Utilizar solamente acrónimos y nombres adecuados.
- Evitar las abreviaturas. Si se tienen que usar abreviaturas entonces:

- usarlas en forma coherente; y
- usar las primeras letras para recordar la palabra al lector.
- Proporcionar un glosario si los usuarios lo necesitan.

Buena redacción

Consideraciones generales sobre la redacción

- Tratar de lograr un equilibrio entre brevedad, ampliación y redundancia de información.
- Complementar el texto verbal mediante una representación pictórica apropiada.
- Adaptar el formato de la instrucción a las características de la tarea respectiva.
- Redactar instrucciones claras, sencillas, precisas y que se explican por sí mismas.
- Minimizar el requisito de redacción para los usuarios de los documentos.
- Resumir las principales ideas de los pasajes extensos en una sección antes del texto dado que contribuye al aprendizaje del contexto.
- Utilizar información adecuada en las etapas de las instrucciones.
- Los textos deberían redactarse con una sintaxis coherente y normalizada.
- El texto debería ser tan breve y conciso como sea posible.
- Utilizar una estructura lógica de oraciones y párrafos dado que son más fáciles de comprender y recordar. Colocar lógicamente:
 - las disposiciones generales antes de las específicas;
 - las disposiciones importantes antes de las menos importantes;
 - las disposiciones frecuentes primero; y
 - las disposiciones permanentes antes de las temporarias.

Oraciones

- Utilizar el lenguaje simplificado tanto como sea posible.
- Utilizar oraciones breves en vez de largas dado que las breves son más fáciles de leer y comprender.
- Utilizar oraciones definitivas y afirmativas en modo activo en vez de utilizar formas negativas y tiempos pasivos dado que la voz activa aumenta la comprensión.

- Utilizar oraciones con pronombres personales dado que aumentan la comprensión y la motivación del lector.
- Las oraciones con muchas cláusulas subordinadas son difíciles de comprender.
- Utilizar verbos de acción porque son más fáciles de leer y comprender.
- No utilizar oraciones con una larga lista de sustantivos, dado que son difíciles de comprender.
- Utilizar oraciones completas con las necesarias palabras “quien” y “el cual” para aclarar las cláusulas relativas. Esto debería evitar la ambigüedad y facilitar la lectura.
- Utilizar la tercera persona para las definiciones como sigue:

“El conector de torsión transmite las cargas de torsión del eje al montante del amortiguador”.

- Utilizar el imperativo en segunda persona sólo para procedimientos operacionales, como sigue:
“Verifique el nivel de aceite”.
- Las ideas expresadas en términos positivos son más fáciles de entender.
- Señale directamente lo que quiere decir sin palabras excesivas o innecesarias dado que las oraciones con palabras innecesarias son más difíciles de entender y llevan más tiempo de leer.

Listas y tablas

- Los datos y la información presentadas en las tablas facilitan la comprensión y comparación.
- En las listas y tablas no dejar espacios en blanco dentro de una línea de más de media pulgada o cinco espacios.
- Agrupar las líneas en listas y tablas según el contenido.
- No agrupar más de cinco líneas.
- Separar los grupos en la lista y las tablas mediante espaciado.
- Escribir la lista de puntos en construcción paralela dado que esa forma es más fácil de leer y recordar.
- Ubicar una serie de cuestiones, condiciones, etc., en lista más que en una serie separada por comas.
- Evitar el uso de preguntas y afirmaciones compuestas.
- Minimizar la pregunta lógicamente conexa tanto como sea posible.
- Construir las preguntas de forma que exija el mínimo uso de memoria del usuario del documento.

Información gráfica

- Colocar el objeto visual en el texto de un documento cerca del comentario con el que se relaciona. Si esto no es posible, colocar el objeto visual en un apéndice, identificar el objeto y hacer referencia al mismo.

- Utilizar un título claro con un número de figura o tabla en la línea inmediatamente inferior a todas las ilustraciones.
- Utilizar el mismo título para las ilustraciones que el correspondiente título del texto.
- Utilizar un formato horizontal con la parte superior de la ilustración en el borde de encuadernación o un formato vertical para presentar la información gráfica a efectos de facilitar la lectura y la coherencia de las referencias.
- Debe proporcionarse texto adecuado para apoyar las ilustraciones, y no lo opuesto.
- Dibujar las ilustraciones con un tamaño y espesor de línea de modo que se puedan utilizar sin volver a producir el material para proyección en pantalla en un entorno de instrucción.
- Las ilustraciones deberían tener información limitada para evitar una apariencia abigarrada. La presentación debería explicarse por sí misma.
- Utilizar las ilustraciones como fuente principal de transferencia de información.
- Presentar toda la información espacial en forma gráfica en vez de en forma de texto.
- Indicar cada tabla y figura con un número arábigo como Tabla 1 y Figura 1.
- Utilizar dibujos con líneas sencillas, que son superiores en la mayoría de los casos.
- Utilizar un formato coherente para la presentación de figuras y su numeración.
- Utilizar ilustraciones siempre que simplifiquen, abrevien o hagan el texto más fácil de entender.
- No utilizar números de referencia complicado para las figuras, p. ej., T07-40423-001.
- Evitar el uso de dibujos en perspectiva como figuras.
- Las vistas de las figuras deben ser tal como las ve el usuario.
- Utilizar terminología de dibujo técnico normalizada y correcta, p. ej., evitar el uso de términos “sección” y “vista” en forma indistinta.
- Hacer referencia por números en el texto a todas las tablas y figuras.
- Utilizar diagramas de barra para hacer comparaciones precisas de datos numéricos siempre que sea posible.
- Los diagramas de curvas (o gráficas) contribuyen a comprender las tendencias y permitir una comparación precisa entre dos o más valores numéricos.

Calidad de impresiones y copias

- Verificar regularmente la caja del tóner (tinta en polvo) para tener una calidad de copia continua.
- Asegurarse de que no se deteriora la imagen al reproducir originales.

- Utilizar papel con por lo menos 70% de reflectancia.
- Utilizar baja agudeza visual y tipos grandes si el usuario va a leer el documento con poca iluminación.
- Los lectores prefieren papel mate al papel medio o brillante.
- Es preferible un papel de alta opacidad.
- Utilizar tinta negra sobre el papel blanco dado que es más eficaz que tinta blanca sobre papel negro.
- Elaborar e implantar normas para cambiar cintas de impresora, cajas de tóner, etc., a efectos de asegurar en todo momento una calidad de impresión continua.

4. ASUNTOS DE ORGANIZACIÓN

- Permitir que los posibles usuarios de tarjetas de trabajo participen en el diseño del documento.
- Verificar cada instrucción ensayándola en el terreno.
- Si el documento va a incluir múltiples copias, el color puede ser una ayuda útil para el procesamiento.
- Se recomienda tener un sistema de retroalimentación de información para que los usuarios sepan cómo corregir una anotación errónea.

— — — — —

Apéndice H del Capítulo 3

POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA GESTIÓN DE LA FATIGA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Las intervenciones para minimizar los efectos de la fatiga pueden realizarse tanto por los propios individuos como por la administración del AMO.

1.2 Los individuos, como el personal de certificación en un organismo de mantenimiento, tienen una obvia responsabilidad respecto de su propia condición física para trabajar. Esta condición física puede verse afectada por diversos factores como la enfermedad, medicamentos prescritos, medicamentos no prescritos (legales o no legales), visión, fatiga y sueño. Algunos Estados han aprobado legislación para reglamentar estos aspectos.

1.3 La administración y los supervisores en un organismo de mantenimiento también tienen responsabilidades respecto de su personal y el entorno en el cual trabajan.

2. MEDIDAS PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS DE LA FATIGA

El documento de la Administración de Aviación Civil del Reino Unido titulado *Aviation Maintenance Human Factors* (CAP 716) sugiere las siguientes medidas para minimizar los efectos de la fatiga en el personal cuando se trabaja en turnos:

- evitar el exceso de horas de trabajo;
- permitir tanto sueño nocturno regular como sea posible;
- minimizar la pérdida de sueño;
- brindar la oportunidad de descansos más prolongados cuando se ha perturbado el sueño nocturno;
- tener en cuenta la reducción de la capacidad física y mental por la noche;
- tener en cuenta circunstancias individuales;
- proporcionar servicios de apoyo de la organización;
- brindar oportunidad para la recuperación;
- rotar los turnos siguiendo el día biológico, es decir rotar hacia turnos tardíos más que tempranos;
- minimizar los turnos nocturnos mediante programación creativa;

- proporcionar períodos de descanso continuo más prolongados cuando la semana comprende más de dos turnos nocturnos;
- asignar más tareas críticas durante los turnos diurnos cuando es probable que el personal esté más alerta;
- efectuar verificaciones (adicionales) apropiadas del trabajo realizado por un turno nocturno; y
- dividir las tareas repetitivas prolongadas en tareas más breves, con pausas intermedias.

3. RECOMENDACIONES PARA “BUENA PRÁCTICA”

3.1 El informe sobre “Work Hours of Aircraft Maintenance Personnel” (Horas de trabajo del personal de mantenimiento de aeronaves) del profesor Simon Folkard (2002) comprende directrices recomendadas para “buena práctica” en la programación de horas de trabajo y los aspectos de programación de un programa de gestión de riesgos. Las directrices se basan principalmente en un examen de la literatura sobre el impacto de los horarios de trabajo en la salud y la seguridad operacional. Además, tienen en cuenta los resultados de un estudio en gran escala de AME británicos con licencia que trabajaron tanto dentro como fuera del Reino Unido. Los objetivos de las recomendaciones son minimizar la acumulación de fatiga sobre períodos de trabajo, para maximizar la disipación de la fatiga sobre períodos de descanso y minimizar los problemas de sueño y la interrupción de ritmo circadiano. Las recomendaciones se resumen en los párrafos siguientes.

Límites a las horas de trabajo diurnas

3.2 Hay buenas pruebas de que el riesgo aumenta en el transcurso de un turno en forma aproximadamente exponencial de modo que los turnos de más de 8 horas se relacionan con un considerable aumento del riesgo. Por consiguiente, se recomendó que:

Recomendación núm. 1: ningún turno programado debería superar las 12 horas.

Recomendación núm. 2: ningún turno debería prolongarse más allá de un total de 13 horas con horas extraordinarias.

Recomendación núm. 3: debería permitirse un período de descanso mínimo de 11 horas entre el final de un turno y el comienzo del siguiente, y esto no debería comprometerse otorgando horas extraordinarias.

Pausas

3.3 Hay pruebas de que la fatiga se acumula durante un período de trabajo y que puede reducirse, por lo menos parcialmente, mediante la autorización de pausas. Por consiguiente, parecería prudente recomendar límites a la duración del trabajo sin una pausa y a la longitud mínima de las pausas. Debería reconocerse que las demandas del trabajo pueden impedir que el personal tome breves pausas frecuentes. A la luz de esto, y con arreglo a las conclusiones del estudio sobre la autorización de pausas, se recomendaron dos límites, a saber:

Recomendación núm. 4: un máximo de 4 horas de trabajo antes de una pausa.

Recomendación núm. 5: un período mínimo de pausa de 10 minutos más 5 minutos por cada hora trabajada desde el inicio del período de trabajo o desde la última pausa.

Límites a las horas de trabajo semanales

3.4 La fatiga se acumula a lo largo de períodos de trabajo sucesivos y por ello es necesario limitar no solamente las horas de trabajo diarias, sino también el volumen de trabajo que puede emprenderse durante períodos de tiempo más prolongados. La finalidad de esto es asegurar que cualquier acumulación de fatiga residual se mantiene dentro de límites aceptables y que puede disiparse a lo largo de un período de días de descanso. Teniendo en cuenta esto y las conclusiones del estudio, se formularon las recomendaciones siguientes:

Recomendación núm. 6: las horas de trabajo programadas no deberían superar las 48 horas en ningún período de 7 días sucesivos.

Recomendación núm. 7: el trabajo total, incluyendo las horas extraordinarias, no debería superar las 60 horas o 7 días de trabajo sucesivos antes de un período de descanso.

Recomendación núm. 8: un período de días de descanso debería incluir un mínimo de dos días de descanso sucesivos a continuación de las 11 horas libres entre turnos (es decir un mínimo de 59 horas libres). Este límite no debería comprometerse otorgando tiempo extraordinario.

Límites anuales

3.5 Alguna fatiga residual puede acumularse a lo largo de semanas y meses a pesar del otorgamiento de días de descanso. Por consiguiente, la licencia anual es importante. No obstante, hay pocas pruebas que indiquen lo que puede considerarse un número ideal de días de licencia anual. Por consiguiente se recomendó que:

Recomendación núm. 9: siempre que sea posible, el objetivo debería ser un total de 28 días de licencia anual. No debería reducirse a menos de 21 días de licencia anual otorgando horas extraordinarias.

Límites a los turnos nocturnos

3.6 Hay buenas pruebas objetivas de que el riesgo aumenta en los turnos nocturnos en relación con los turnos matutinos/diurnos. También hay buenas pruebas que indican que el riesgo aumenta en forma aproximadamente lineal sobre por lo menos cuatro turnos nocturnos sucesivos, de modo que es mayor en el cuarto turno nocturno que en el primero. No obstante, dado el aumento de riesgo en los turnos de 12 horas con respecto a los turnos de 8 horas, parecería prudente tener en cuenta una duración de turnos en las recomendaciones para limitar el trabajo nocturno sucesivo. También es cierto que una única noche de sueño después de una serie de turnos nocturnos puede no disipar plenamente la fatiga que se habría acumulado a lo largo de esos turnos. También hay pruebas publicadas de que las horas tardías de terminación del turno nocturno pueden dar como resultado sueños diurnos más breves entre turnos nocturnos sucesivos. Teniendo en cuenta estas consideraciones y las conclusiones del estudio, se formularon las recomendaciones siguientes:

Recomendación núm. 10: una serie de turnos nocturnos sucesivos que involucren 12 o más horas de trabajo debería limitarse a 6 para los turnos de hasta 8 horas, a 4 para turnos de entre 8 y 10 horas y a 2 para turnos de más de 10 horas. Estos límites no deberían excederse otorgando horas extraordinarias.

Recomendación núm. 11: una serie de turnos nocturnos debería ser seguida inmediatamente por 2 días de descanso sucesivos a continuación de las 11 horas libres entre turnos (es decir un mínimo de 59 horas libres) y esto debería aumentarse a 3 días de descanso sucesivo (es decir 83 horas libres) si la serie precedente de turnos nocturnos excede de 3 (o sea 36 horas de trabajo). Estos límites no deberían verse comprometidos otorgando horas extraordinarias.

Recomendación núm. 12: La hora de terminación del turno nocturno no debería ser posterior a las 0800 horas.

Límites a los turnos matutinos/diurnos

3.7 Existe buenas pruebas objetivas de que un temprano comienzo del turno matutino o diurno puede dar como resultado un corte sustancial del sueño. La medida de este corte depende de la hora en que el individuo debe salir de su casa, lo que a su vez está determinado en gran medida por la hora de inicio del turno. También sucede que debe lograrse un equilibrio entre los inicios tardíos del turno matutino o diurno y la finalización temprana del turno nocturno con miras a maximizar la duración del sueño entre ambos tipos de turno. Teniendo en cuenta lo anterior y las conclusiones del estudio, se formularon las recomendaciones siguientes:

Recomendación núm. 13: un turno matutino o diurno no debería iniciarse antes de las 0600 horas y, siempre que sea posible, debería tratar de iniciarse entre las 0700 y 0800 horas.

Recomendación núm. 14: una serie de turnos matutinos o diurnos sucesivos que se inician después de las 0700 horas deberían limitarse a 4, inmediatamente después de lo cual debería haber un mínimo de 2 días de descanso sucesivos a continuación de las 11 horas libres entre turnos (es decir, un mínimo de 59 horas libres). Este límite no debería verse comprometido otorgando horas extraordinarias.

Aviso del horario programado

3.8 No hay pruebas objetivas de que el número de días de preaviso respecto de un turno programado afecte el riesgo o la fatiga, pero quienes respondieron a la encuesta opinaban que afectaba el riesgo. Por consiguiente, se recomendó que:

Recomendación núm. 15: siempre que sea posible, debería comunicarse a los mecánicos de mantenimiento de aeronaves, con por lo menos 28 días de anticipación, su horario y turnos de trabajo.

Recomendaciones adicionales

3.9 El informe Folkard continúa con las siguientes recomendaciones sobre “buena práctica” que deberían constituir una parte importante de un programa completo de gestión de riesgos:

Recomendación núm. 16: los empleadores de personal de mantenimiento de aeronaves deberían considerar la elaboración de sistemas de gestión de riesgos para el control de la fatiga.

Recomendación núm. 17: deberían elaborarse programas educativos para aumentar la conciencia del personal de mantenimiento de aeronaves respecto de los problemas relacionados con el trabajo en turnos. En particular, es importante señalar a su atención las tendencias objetivas en el riesgo con miras a aumentar su vigilancia en aquellos puntos en que el riesgo puede ser alto a pesar del hecho de que la fatiga no lo sea. Es también importante proporcionar información sobre cómo planificar la labor de turno nocturno y brindar orientación sobre los riesgos para la salud que parecen relacionarse con el trabajo en turnos, particularmente por la noche.

Recomendación núm. 18: debería exigirse al personal en mantenimiento de aeronaves que se presenten a trabajar adecuadamente descansados.

Recomendación núm. 19: debería desalentarse al personal de mantenimiento de aeronaves, o prohibírsele, a trabajar para otras organizaciones comerciales en sus días de descanso y, por consiguiente, de exceder las recomendaciones propuestas sobre programas de trabajo a pesar de su implantación por el empleador principal.

— — — — —

Apéndice I del Capítulo 3

APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO — PLANIFICACIÓN

1. La planificación es fundamental para la exitosa aplicación de un programa de mantenimiento, no sólo desde el punto de vista de los factores humanos sino también para asegurar la eficiencia operacional y económica. El objetivo principal debería ser asegurar que se cuenta con personal apropiadamente calificado y alerta, herramientas, equipo, materiales, datos de mantenimiento e instalaciones adecuados en el buen lugar y en el buen momento para las tareas programadas (y en la medida de lo posible, para las no programadas).

2. La finalidad de este apéndice consiste en destacar algunos (pero no necesariamente todos) de los aspectos de factores humanos que deberían tenerse en cuenta en el proceso de planificación, como los límites de la actuación humana cuando se trabaja en turnos y en horas prolongadas. El documento de la AAC del Reino Unido titulado *Aviation Maintenance Human Factors* (CAP 716) se ha utilizado como referencia.

3. Dependiendo del volumen y complejidad del trabajo normalmente realizado por el organismo de mantenimiento, el sistema de planificación puede variar desde un procedimiento muy sencillo a una organización compleja incluyendo un departamento de planificación especializado para apoyar la función de producción. La planificación presenta dos aspectos:

- primero, la planificación de la logística para la disponibilidad de partes y materiales y, en segundo lugar, planificación de la producción que se divide en estos dos elementos complementarios: primero programación del trabajo de mantenimiento a venir para asegurar que no interferirá adversamente con otras labores de mantenimiento respecto a la disponibilidad de todo el personal, herramientas, equipo, materiales, datos de mantenimiento e instalaciones necesarios; y
 - organización de los equipos y turnos de mantenimiento durante la labor de mantenimiento y suministro de todo el apoyo necesario para asegurar que dicho mantenimiento se completa sin indebidas presiones de tiempo.
4. El sistema y los procedimientos de planificación deberían considerar, como mínimo, los puntos siguientes:
- logística y control de inventario;
 - coordinación con proveedores internos y externos, etc.;
 - metros cuadrados de taller o de hangar disponibles;
 - disponibilidad de hangares y talleres;
 - estimación de horas-hombre;
 - disponibilidad de horas-hombre;
 - preparación del trabajo; y

- programación de tareas críticas para la seguridad operacional durante períodos en que es probable que el personal esté más alerta, evitando aquellos períodos en que dicho grado de alerta sea probablemente muy bajo, como temprano por las mañanas o en los turnos nocturnos.

5. Se considera mejor práctica que el organismo de mantenimiento cuente con un plan de horas-hombre de mantenimiento en el que se indique que existe suficiente personal para planificar, realizar, supervisar, inspeccionar y vigilar la calidad de la organización. Además, el organismo debe contar con un procedimiento para volver a evaluar la labor que se tiene la intención de realizar cuando la disponibilidad real de personal sea inferior que la planificada para cualquier turno de trabajo o período en particular.

6. Es importante que los planificadores hayan recibido una instrucción en factores humanos para apreciar mejor cómo la planificación buena o mala puede afectar potencialmente la actuación humana y, en última instancia, la seguridad operacional y la aeronavegabilidad.

— — — — —

Apéndice J del Capítulo 3

REFERENCIAS

- Air Transport Association of America. *ATA Specification 100 (and 2100): Manufacturers Technical Data*. [http://www.airlines.org/public/publications].
- Air Transport Association of America. *ATA Specification 113: Maintenance Human Factors Program Guidelines*. [http://www.airlines.org/public/publications].
- Air Transport Association of America. *ATA Specification 2200: Information Standards for Aviation Maintenance*. 2000. [http://www.airlines.org/public/publications].
- Airbus Industrie. *Airbus Crew Resource Management (ACRM)*. 1996.
- Aircraft Dispatch and Maintenance Safety (ADAMS). *Human-Centred Management Guide for Aircraft Maintenance*. 2000, Chapter 3.
- Boeing Co. *Maintenance Error Decision Aid (MEDA)*. 1995. [http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_08/human_textonly.html].
- Delfonso, M. A. *ISO 9000 Achieving Compliance*. Published by John Wiley, 1990.
- European Association of Aerospace Industries. *Document PSC-85-16598: Simplified English*. [http://www.aecma.org].
- Evangelos, D. "Fatigue, a European Perspective". In *Proceedings of the Working Hours and Fatigue in Aviation Maintenance Royal Aeronautical Society Conference*. London, United Kingdom, 2002.
- FAA. "Documentation Design Aid". On FAA CD-ROM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Ten Years of Research and Development*. 1998.
- FAA. "Ergonomic Audit Program (ERNAP)". On FAA CD-ROM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Ten Years of Research and Development*.
- FAA. *Human Factors Guide for Aviation Maintenance*. 1998, Chapters 2, 4, 5 and 6.
- FAA. *Maintenance Resource Management Handbook*. Galaxy Scientific Corporation for FAA/AAM. 1999.
- Folkhard, S. "Work Hours of Aircraft Maintenance Personnel". In *Proceedings of the Working Hours and Fatigue in Aviation Maintenance Royal Aeronautical Society Conference*. London, United Kingdom, 2002.
- Global Aviation Information Network (GAIN). *Operator's Flight Safety Handbook*. June 2000.
- Ingham, E. A. "Human Errors and their Avoidance in Maintenance". Paper presented at a joint meeting of FSF, IFA and IATA, Dubai, 1996.

Maurino, D. E., J. Reason, N. Johnston and R. B. Lee. *Beyond Aviation Human Factors*. England: Ashgate Publishing Limited, 1995, Preface. ISBN 0-291-39822-7.

OACI. *Directrices sobre factores humanos para los sistemas de gestión de tránsito aéreo (ATM)* (Doc 9758). Montreal, Canadá, 2000, Capítulo 2.

OACI. *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683). Montreal, Canadá, 1998.

Reason, J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. England: Ashgate Publishing Limited, 1997. ISBN 1-84014-105-0.

Spencer, M. "Fatigue Theory". In *Proceedings of the Working Hours and Fatigue in Aviation Maintenance Royal Aeronautical Society Conference*. London, United Kingdom, 2002.

Stahlwille Tools Limited. "Tool Control System" brochure. 2000. [<http://www.stahlwille.co.uk>].

Taylor, J. C., and T. D. Christensen. *Airline Maintenance Resource Management: Improving Communication*. United States: Society of Automotive Engineers, Inc., 1998. ISBN 0-7680-0231-1.

U.K. CAA. "CAA Paper 97011: JAR 145 Review Team Report". 1997, Appendix A.

U.K. CAA. *CAP 455, Airworthiness Notice No. 71: Maintenance Error Management Systems*. March 2000.

U.K. CAA. *CAP 716: Aviation Maintenance Human Factors*. 2001.

U.K. CAA. *Human Factors and Aircraft Maintenance Handbook*. 2000, Issue 2, Part 3, Chapter 3.

United Kingdom Human Factors Combined Action Group. *People, Practices and Procedures in Aviation Engineering and Maintenance: A Practical Guide to Human Factors in the Workplace*. UKHFCAG, 1999. [<http://www.raes.org.uk>].

Capítulo 4

NOTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES

4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 El informe del proyecto ADAMS examinó el aprendizaje de las organizaciones para mejorar la seguridad operacional y la fiabilidad y notificó lo siguiente:

“Las organizaciones se ven con frecuencia condenadas a cometer el mismo error una y otra vez. Más grave aún, sucede a menudo que varios accidentes graves han ocurrido antes de haberse adoptado medidas preventivas eficaces. ¿Cómo puede una organización aprender a reducir el riesgo de que incidentes similares vuelvan a suceder?”

En respuesta a su propia pregunta hipotética, el informe continúa como sigue:

“Hay varias condiciones previas que deben establecerse si se quiere lograr un aprendizaje eficaz:

- un objetivo común de maximizar el aprendizaje a partir de problemas, errores y fallas
- responsabilidad para aplicar las lecciones obtenidas
- utilizar información de seguridad operacional en forma mucho más eficaz
- cerrar el ciclo de la auditoría o investigación a la implantación y examen de recomendaciones”.

4.1.2 En resumen, el informe ADAMS recomienda la recolección, el análisis y el uso de datos de sucesos. Aunque es importante que los informes abarquen sucesos con consecuencias graves, dichos casos son relativamente poco frecuentes. Por consiguiente, para que los informes sean más eficaces, deberían también incluir a aquéllos sucesos con consecuencias menores y que ocurren más a menudo.

4.2 OBJETIVOS

Los objetivos de un sistema de notificación deben definirse con claridad. Se sugieren los puntos siguientes como directrices para los AMO y explotadores que cuentan con un sistema de gestión de errores:

- investigar abiertamente los errores de mantenimiento para poder identificar los factores contribuyentes y causas fundamentales y hacer que el sistema de la organización sea resistente a errores similares;
- proporcionar un entorno en el cual puedan investigarse abiertamente los errores de mantenimiento sin temor a medidas punitivas (véase 4.3.7 de este capítulo);
- asegurar que el sistema o sistemas de notificación complementan y no sustituyen cualquier sistema estatal existente de notificación de accidentes e incidentes dirigido a cumplir con el Anexo 13 — *Investigación de accidentes e incidentes de aviación*; y

- utilizar la definición siguiente de error de mantenimiento en el contexto de un sistema de notificación: suceso en que el sistema de mantenimiento, incluyendo el elemento humano, de un AMO o un explotador no funciona en la forma prevista para alcanzar sus objetivos de seguridad operacional. La investigación que aplique esta definición exige considerar las fallas de sistema (en el AMO o explotador) así como el error cometido por la persona.

4.3 NOTIFICACIÓN DE ERRORES

4.3.1 En el Anexo 13 se exige que todos los Estados cuenten con legislación que exija la notificación de accidentes e incidentes. Además, en el Anexo 6 se establece que dicha legislación deberá exigir a los explotadores que notifiquen dificultades de servicio al Estado de matrícula. Además, hay algunos sucesos inevitables de importancia operacional (p. ej., demoras técnicas, cancelaciones y apagado de motores en vuelo) cuya notificación externa no se requiere desde el punto de vista jurídico; no obstante, el AMO o el explotador en cuestión investiga con frecuencia estos hechos, aunque más frecuentemente sólo para asignar responsabilidades respecto de los mismos. En un nivel aún más bajo, hay sucesos de importancia operacional que sólo se notifican o investigan rara vez, por ejemplo, la omisión de la cubierta del depósito de aceite, que, de casualidad, se advierte y corrige antes del vuelo. Para obtener una comprensión mejor de los problemas y factores que contribuyen a los errores, estos sucesos menos importantes deberían investigarse ya sea por el AMO o el explotador antes de que un caso similar contribuya a un accidente o incidente.

4.3.2 Claramente, es importante examinar no solo lo que sucedió para causar estos sucesos de bajo nivel, sino también por qué sucedió a efectos de determinar las causas básicas. En su libro *Managing the Risks of Organizational Accidents*, el profesor James Reason llama a estos sucesos de bajo nivel “cuasicolisiones”. Define una cuasicolisión, cualquier suceso que pudo haber tenido malas consecuencias, pero no las tuvo. Además explica que estos sucesos pueden variar desde una penetración parcial de las defensas, que puede proporcionar información preactiva útil sobre la resistencia de los sistemas de la organización, a aquellos sucesos que por muy poco no fueron catastróficos, y que pueden proporcionar información reactiva útil.

4.3.3 La capacidad del AMO o explotador de recoger información sobre estas “cuasicolisiones” depende de la buena disposición de quienes deben redactar un informe formal. No obstante, aún si están dispuestos a hacerlo, pueden no estar en condiciones de brindar un recuento detallado y útil de los factores contribuyentes debido a falta de conocimiento de los procedimientos administrativos o a la falta de apreciación de la importancia de los factores locales en el lugar de trabajo. Por ejemplo, pueden estar acostumbrados a trabajar con equipo deficiente y no considerar que esto es un factor contribuyente. Análogamente, si la tarea sobre la que se está informando no se supervisaba regularmente cuando debería haberse hecho, la falta de supervisión en el momento del suceso puede no considerarse como problema.

4.3.4 Si bien las dificultades de notificación planteadas en el párrafo anterior son reales, también lo son las ventajas. El profesor Reason llama a los informes sobre cuasicolisiones “lecciones libres” e indica varias de sus ventajas, que se resumen a continuación:

- los análisis y medidas adecuados que se adopten pueden mejorar la defensa del sistema y contribuir a prevenir algunos sucesos más graves en el futuro;
- la notificación muestra cómo las fallas aparentemente pequeñas de las defensas pueden acumularse y crear sucesos más graves;
- los sucesos de menor nivel ocurren con mayor frecuencia y, por consiguiente, pueden llegar a los números requeridos para la realización de análisis estadísticos más penetrantes; y
- la amplia promulgación de sucesos y las estadísticas correspondientes pueden ser un recordatorio a todos los niveles de la organización de los peligros que el sistema enfrenta.

4.3.5 No es tarea fácil persuadir a las personas a que notifiquen o confiesen sucesos que involucren sus propios errores. Hay un deseo natural de la gente involucrada de olvidar que el incidente sucedió. Su principal preocupación probablemente sea la posibilidad de que surjan problemas para ellos o para sus colegas. Además, pueden no ser el valor de la notificación y, quizás, puedan tener dudas respecto de si la administración adoptará medidas correctivas. A pesar de estos incentivos negativos, existen varios programas muy exitosos. El profesor Reason identifica los factores principales del éxito de dichos programas como sigue:

- indemnidad frente a procedimientos disciplinarios — en la medida de lo posible;
- confidencialidad o no identificación;
- separación del cuerpo que recoge los datos respecto del cuerpo con la autoridad de imponer procedimientos o sanciones disciplinarias;
- retroinformación rápida, útil, accesible e inteligible a la comunidad notificadora; y
- facilidad de redacción del informe.

Continúa diciendo que los tres primeros puntos están, por supuesto, dirigidos a fomentar un sentido de confianza. También señala que la fundamentación de todo sistema de notificación es que la retroinformación válida sobre los factores locales y de organización que pueden promover errores es mucho más importante que asignar culpabilidad a los individuos.

4.3.6 Es importante que el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado fomente el desarrollo de una cultura de seguridad operacional dentro de los AMO y de la organización explotadora. Esta cultura de la seguridad debería fomentar la confianza y el establecimiento de líneas abiertas de comunicación entre la administración y los trabajadores. Un concepto fundamental que puede contribuir a lograr esta cultura es un sistema interno de notificación e investigación basado en la inmunidad para los errores de mantenimiento. Dicho sistema debería ser no punitivo e investigar sucesos y difundir información sólo para los fines de la continua seguridad de vuelo. Un ejemplo de sistema de notificación interna elaborado por la industria es la Ayuda en caso de decisiones erróneas en el mantenimiento (MEDA) de Boeing. Este sistema de notificación se describe brevemente en el Apéndice A de este capítulo. Un Estado ha alentado oficialmente a los AMO a que adopten el concepto que denomina “Sistema de gestión de errores de mantenimiento” (MEMS) mientras que otro Estado ha elaborado texto de orientación para establecer lo que denomina un “Programa de acción de seguridad operacional de la aviación” (ASAP). En el Apéndice B de este capítulo se reproduce información sobre los programas de estos dos Estados.

4.3.7 Durante las últimas dos décadas algunos Estados han establecido sistemas de notificación de errores humanos confidenciales, independientes y no punitivos tanto para las tripulaciones de vuelo como en tierra. La experiencia con estos sistemas ha sido en general favorable, pero son un complemento y no un sustituto de los buenos sistemas de notificación gestionados por los AMO, explotadores y órgano normativo aeronáutico estatal. No obstante, estos sistemas confidenciales pueden proporcionar mucha información valiosa para utilizar en programas de instrucción y concientización, así como para la temprana identificación y corrección de riesgos. En el Apéndice C de este capítulo figuran ejemplos de dos declaraciones de inmunidad expedidas por Estados.

4.3.8 En algunos casos, un error de mantenimiento puede causar un suceso, incidente o accidente que corresponde a la categoría de que se debe informar del punto de vista legal. Si la investigación subsiguiente revela una trasgresión o violación de reglamentos, entonces el órgano normativo aeronáutico del Estado debería contar con una política en relación con el procesamiento o sanciones contra aquellas personas u órganos que han cometido la trasgresión. En algunos Estados, por ejemplo, existe la obligación estatutaria de procesar a los violadores. En otros Estados que tienen discreción respecto del procesamiento de violadores, se dispone de una gama de sanciones que pueden graduarse para adecuarse a las circunstancias del caso particular. En algunos Estados, la tradición es que el órgano normativo aeronáutico fomenta el cumplimiento por los AMO y explotadores ejerciendo su influencia o

intentando hacerlo. Esta influencia puede comprender un conjunto graduado de sanciones que pueden imponerse, o amenazarse con las mismas, como la suspensión o restricción de licencias o certificados. Para garantizar que las responsabilidades de notificación de las organizaciones e individuos no se ven inhibidas por la posibilidad de medidas punitivas, algunos Estados han promulgado sus políticas con respecto a la inmunidad y la confidencialidad. En el Apéndice D de este capítulo figura un ejemplo de una declaración de ese tipo expedida por un Estado.

4.3.9 Los administradores de los AMO opinan a veces que el órgano normativo aeronáutico del Estado espera que ellos adopten una posición disciplinaria clara con su personal que comete violaciones. No obstante, en muchos casos, esta creencia es implícita y puede no estar bien basada. El informe del proyecto ADAMS sugiere que los sistemas disciplinarios pueden ser más eficaces en influir sobre el clima general de comportamiento aceptable que en cambiar al individuo. Para lograr esta influencia, un sistema disciplinario de AMO o explotador debe verse como sigue:

- ser independiente, transparente y justo;
- ser aplicado regularmente y con carácter universal; y
- tener un proceso adecuado y proporcionalidad en las sanciones, teniendo en cuenta las circunstancias mitigantes.

La sanción final aplicable por cualquier empleador es despedir a alguien que se percibe como empleado “inadecuado”. No obstante, esta medida provoca la pregunta de por qué la persona fue designada para ese puesto en particular, lo cual cuestiona a su vez decisiones anteriores de la administración del AMO o del explotador en el sentido de emplear a una persona en primer lugar o continuar empleándola.

4.3.10 El órgano normativo aeronáutico del Estado debería, por lo tanto, no esperar que se adopten medidas punitivas contra empleados individuales cuando la investigación revela que el error no fue premeditado o constituyó un lapso inadvertido. No obstante, el organismo puede bien considerar tal medida justificada sí, por ejemplo, las personas en cuestión:

- pretendieron provocar perjuicios o daños deliberados;
- violaron a sabiendas procedimientos que estaban rápidamente disponibles, eran trabajables, inteligibles y correctos;
- han estado involucradas anteriormente en lapsos similares;
- han intentado ocultar su lapso o su función en el suceso; o
- actuaron con considerable desatención respecto de la seguridad operacional de la aeronave.

4.3.11 Toda investigación debe concentrarse en por qué ocurrió el error. Esta es una característica común de todas las diversas “herramientas” de factores humanos. Las características de algunos de los sistemas actualmente disponibles para investigación y análisis se tabularon como parte de una evaluación por la industria de los informes de investigaciones de AAM de la FAA comprendidos en el CD-ROM de la FAA *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection*. Dicha tabla se reproduce en el Apéndice E de este capítulo.

4.4 INVESTIGACIÓN, ANÁLISIS Y NORMAS

4.4.1 El establecimiento de un entorno para la notificación se estudió solamente el primer paso hacia un sistema que satisfaga los objetivos definidos en 4.2 del presente capítulo. Para ser eficaz, todas las partes del sistema deben dirigirse hacia una meta de maximizar el aprendizaje para mejorar la calidad y fiabilidad a efectos de reducir el riesgo de errores de mantenimiento.

4.4.2 La investigación de los errores de mantenimiento por los AMO y explotadores deben buscar los factores contribuyentes que puedan gestionar dentro de sus organizaciones. Las medidas que involucran pedirles a las personas que “sean más cuidadosas” sólo tienen eficacia limitada. El error humano sólo puede reducirse hasta un cierto punto, pero no eliminarse totalmente. El profesor Reason señala que “la dificultad ha sido discriminar entre los comportamientos verdaderamente malos y la amplia mayoría de actos inseguros respecto de los cuales la atribución de culpa no es apropiada ni útil. No obstante, hay un interfaz entre la disciplina y los factores humanos y este interfaz debe comprenderse bien por todos los afectados si se quiere que las investigaciones de sucesos sean eficaces”.

4.4.3 El objetivo principal de toda investigación de errores de mantenimiento por un AMO o explotador es extraer del incidente las lecciones que pueden aprenderse para ayudar a prevenir incidentes similares en el futuro. Las investigaciones que meramente satisfacen un requisito reglamentario o asignan culpa son inapropiadas y no conducirán a que la organización aprenda algo.

4.4.4 Existen normalmente cinco fases que un AMO o explotador debe seguir en la realización de una investigación de lo que parece ser un incidente de error de mantenimiento:

1. ¿Qué sucedió? — establecer información básica sobre el incidente y sus consecuencias;
2. ¿Qué sucedió? — construir la secuencia de sucesos;
3. ¿Por qué sucedió? — identificar los errores y fallas;
4. ¿Por qué sucedió? — identificar los factores contribuyentes; y
5. ¿Cómo puede prevenirse en el futuro? — formular recomendaciones.

4.4.5 Las cinco fases de 4.4.4 describen una progresión lógica a través del proceso de investigación estableciendo primero los hechos del incidente y la secuencia de sucesos antes de intentar explicaciones y formular recomendaciones. La base de la fase “qué sucedió” de la investigación debería ser la documentación de la tarea y entrevistas con el personal afectado y los testigos. La fase “por qué sucedió” debería comprender en primer lugar los errores o fallas y luego los factores contribuyentes. La fase “cómo puede prevenirse en el futuro” debería concentrarse en las recomendaciones. El informe final debería estar integrado por varias secciones con narrativa y datos conexos sobre los hechos.

4.4.6 Los investigadores de incidentes en los AMO y explotadores deberían tener antecedentes técnicos en aviación con conocimiento de aeronaves, motores o equipos involucrados en el incidente. Estos antecedentes deberían permitirles analizar los aspectos técnicos del suceso, analizar y clasificar las causas técnicas y recomendar medidas para evitar una reiteración. No obstante, cuando se trata de investigar fallas humanas o de organización, necesitarán otras habilidades como tener una mente inquisitiva y buenas relaciones interpersonales así como una guía adecuada para realizar este aspecto de la investigación y análisis. Existen varias guías adecuadas disponibles de diversas fuentes industriales o normativas. En el Apéndice F de este capítulo se reproduce, con carácter de ejemplo, la guía para el informe del proyecto ADAMS.

4.5 CERRANDO EL CÍRCULO — GESTIÓN DEL ERROR

4.5.1 El aprendizaje de la organización a partir de incidentes es quizás la tarea más difícil de la gestión de errores. Hay muchos estudios de casos particulares que pueden contribuir y un examen de los mismos revela las características siguientes:

- puede ser necesario hacer varios intentos y contar con tiempo para lograr una solución adecuada que conduzca al cambio;

- validar el cambio es una etapa crítica en el proceso de cambios y debería involucrar aquellos que realmente realizaron la tarea; y
- es fundamental vigilar y examinar la eficacia de los cambios con carácter continuo.

4.5.2 La terminación del informe de investigación, con sus recomendaciones de cambio conexas, constituyen solamente el punto de partida de un proceso de gestión en la organización para reducir la probabilidad de otra ocurrencia similar en el futuro. Si se quiere que estos cambios sean eficaces, deberán:

- implantarse;
- dirigirse a eliminar los factores identificados como causas; y
- estar libres de efectos colaterales adversos, que crean problemas adicionales o compensatorios.

4.5.3 Investigar, notificar e implantar cambios adecuados puede no ser suficiente para prevenir incidentes similares. Puede haber algunas debilidades más generales o fundamentales en los sistemas de la organización. Por esta razón, es importante recoger datos de varios incidentes para identificar cualquier posible pauta de sucesos. Los datos deben cotejarse en forma tal que permitan presentar todas las posibles tendencias, pautas o relaciones entre diferentes tipos de incidentes o sucesos. Estas presentaciones deberían luego utilizarse como parte de un sistema proactivo de gestión de errores para identificar aquellas áreas que son vulnerables al error.

4.5.4 Los planes para el futuro deberían incluir el aprendizaje de seguridad operacional por parte de la organización en toda la industria para ayudar a las organizaciones a aprender de los errores de otros y evitar cometer los mismos errores por su parte. Idealmente, una base de datos internacional [como la Red mundial de información aeronáutica (GAIN)] debería tener información sobre incidentes suficientemente detallada como para ayudar a las intervenciones preventivas en los AMO y organizaciones de explotadores en todo el mundo.

— — — — —

Apéndice A del Capítulo 4

REDUCCIÓN, ELIMINACIÓN Y PREVENCIÓN DE ERRORES

1. INTRODUCCIÓN

La Ayuda en caso de decisiones erróneas en el mantenimiento (MEDA) de Boeing es una de varias “herramientas” de factores humanos útiles para que los AMO y explotadores utilicen en la investigación de errores. El objetivo principal de la MEDA es proporcionar un proceso normalizado para analizar los errores de mantenimiento y los factores que han contribuido a esos errores y elaborar posibles medidas correctivas. MEDA comprende las cuatro siguientes estrategias amplias de prevención de errores:

- reducción/eliminación de errores;
- captación de errores;
- tolerancia al error; y
- programas de auditoría.

2. REDUCCIÓN/ELIMINACIÓN DE ERRORES

2.1 Las estrategias de prevención de errores de uso más frecuente y más prontamente disponibles son aquellas que reducen o eliminan directamente los factores contribuyentes al error. Estas comprenden el aumento de la iluminación para mejorar la fiabilidad de las inspecciones y el uso del idioma simplificado para reducir la posibilidad de malas interpretaciones. Estas estrategias de prevención se dirigen a mejorar la fiabilidad de las tareas eliminando todas las condiciones adversas que hayan aumentado el riesgo de errores de mantenimiento.

2.2 Con frecuencia, la investigación individual de errores no produce factores contribuyentes que presentan relaciones claras con el error que se investiga. A veces, el efecto de ciertos factores contribuyentes no se comprende plenamente hasta que se investiguen varios sucesos con el mismo o los mismos factores relacionados. La dificultad del gerente de primera línea que realiza una investigación es la presión para adoptar medidas como resultado de la investigación de un suceso único. No obstante, el dilema es cómo decidir una estrategia de prevención cuando no existen factores contribuyentes claramente identificables que conduzcan al error. ¿Qué pasaría si el error tuviera consecuencias para la seguridad operacional? De alguna manera, el error debe tratarse. Para ello se dispone de dos tipos adicionales de estrategia de gestión de errores.

3. CAPTACIÓN DE ERRORES

3.1 La captación de errores se refiere a las tareas que se realizan específicamente para determinar un error cometido durante una tarea de mantenimiento. Los ejemplos comprenden una inspección posterior a la tarea, un ensayo operacional o funcional y una etapa de verificación añadida al final de un largo procedimiento. La captación de errores difiere de la reducción de errores en que no reduce directamente el error humano. Por ejemplo, añadir una verificación

de filtración o fuga hace poco por reducir la probabilidad de un detector de partículas metálicas mal instalado. No obstante, reduce la probabilidad de que se despache una aeronave con un detector de partículas mal instalado. Es por ello que la mayoría de las autoridades normativas exigen una inspección subsiguiente de todas las tareas de mantenimiento que pudieran poner en peligro los funcionamientos seguros de la aeronave si se las ha realizado en forma inadecuada.

3.2 Si bien la captación de errores es una parte importante de la gestión de errores, se opina que existe una confianza excesiva general en la estrategia de captación de errores para gestionar el error de mantenimiento. En teoría, añadir una inspección posterior a las tareas exigirá que ocurran dos errores humanos para que una discrepancia inducida en el mantenimiento para que tenga efecto en un vuelo de pago. No obstante, en los últimos años se ha registrado una creciente opinión en el sentido de que la inspección adicional para asegurar la integridad de la instalación tendrá consecuencias adversas sobre la fiabilidad de la tarea básica. Es decir, los seres humanos en forma consciente o subconsciente se distienden de alguna manera cuando se sabe que se ha programado una tarea subsiguiente para captar errores eventuales durante la primera tarea. No es raro oír que un gerente de línea aérea diga que la adición de una inspección ha hecho poco por reducir la experiencia del error en el servicio.

4. TOLERANCIA AL ERROR

4.1 La tolerancia al error se refiere a la capacidad de un sistema de seguir funcionando incluso después de un error de mantenimiento. La ilustración clásica de esto es el caso del L-1011 de Eastern Airlines en 1983 que perdió los tres motores debido a que no se habían instalado las juntas tóricas en los detectores de partículas metálicas. Como estrategia para prevenir la pérdida de múltiples motores, la mayoría de las autoridades normativas que autorizan vuelos a grandes distancias de aviones bimotores (ETOPS) prohíben la aplicación de la misma tarea de mantenimiento en ambos motores antes del mismo vuelo. La teoría es que incluso si se comete un error humano, este se limitará a un motor solamente. No sucedió así con el L-1011 de Eastern Airlines en que se plantaron los tres motores. Un tipo de error humano, la misma aplicación incorrecta de una tarea aplicada a los tres motores, casi provocó la pérdida total de la aeronave.

4.2 Otro ejemplo de introducción de tolerancia al error en la operación de mantenimiento es el programa de mantenimiento regular para estructuras tolerantes al daño (que permite contar con múltiples oportunidades para detectar una fisura por fatiga antes de que alcance una longitud crítica).

4.3 Como estrategia de prevención, la tolerancia al error se limita a menudo a sectores fuera del control del investigador inicial. No obstante, es importante que el supervisor inicial o el entrevistador tengan conocimiento de este tipo de estrategia de prevención y que la tenga en cuenta cuando pueda ser la mejor forma de tratar eficazmente el error.

5. PROGRAMAS DE AUDITORÍA

Los programas de auditoría se refieren a un enfoque que realmente opta por no tratar directamente el error. En otras palabras, al no tratar directamente de reducir o eliminar el error o aumentar la tolerancia al error, la organización opta por hacer algo distinto. Lo que esto puede incluir es una búsqueda de alto nivel de la organización para ver si se puede hacer algo que sirva como estrategia de prevención. Entre los ejemplos de estos tipos de estrategia están los programas de auditoría independientes y la instrucción especial para la investigación. Las líneas aéreas implantan normalmente proyectos o programas de auditoría como un remedio rápido en respuesta a los errores. No obstante, estos programas son raramente eficaces a largo plazo para reducir el error debido a que el conocimiento a corto plazo que resulta de los mismos se diluye y la organización no está en condiciones de lograr ningún cambio a largo plazo.

6. EL PROCESO MEDA

El proceso MEDA general es el siguiente:

- *Suceso*: ocurre un suceso, como el regreso a la puerta o un regreso desde el aire.
- *Decisión*: después de corregir el problema y volver a poner en servicio la aeronave, el explotador decide si el problema se relacionó con el mantenimiento – de ser así, el explotador realiza una investigación MEDA.
- *Investigación*: el explotador utiliza el formulario de resultados MEDA para realizar la investigación. Esta identifica el tipo de error que causó el suceso, los factores contribuyentes al error y una lista de posibles medidas correctivas.
- *Medidas correctivas*: el explotador examina, establece prioridades y luego implanta medidas para evitar o reducir la probabilidad de errores similares en el futuro.
- *Retorno de información*: el explotador proporciona retroinformación a los trabajadores de mantenimiento. Les informa que se han introducido cambios en el sistema de mantenimiento basados en el proceso MEDA.

7. RESUMEN

Boeing señala que el proceso MEDA está a disposición de las líneas aéreas clientes para ayudar a mejorar la gestión de sucesos de errores de mantenimiento dentro de sus operaciones. Además, argumenta que los explotadores que utilizan MEDA han logrado mejoras de sus sistemas de mantenimiento que a su vez mejoran los aspectos económicos y la eficacia operacional.

— — — — —

Apéndice B del Capítulo 4

SISTEMAS DE GESTIÓN DE ERRORES DE MANTENIMIENTO

A continuación se reproducen extractos de dos documentos como ejemplos de la práctica actual de órganos de reglamentación aeronáutica estatales de alentar a los AMO y explotadores a que establezcan sistemas de notificación internas que presenten un nivel de indemnidad otorgado por los Estados o el órgano normativo.

Ejemplo 1: Extracto del Airworthiness Notice No. 71(Aviso de aeronavegabilidad Núm 71), Issue 1, de la AAC del Reino Unido, de fecha 20 de marzo de 2000, sobre sistemas de gestión de errores de mantenimiento (MEMS)

“Sistemas de gestión de errores de mantenimiento

“1 INTRODUCCIÓN

“1.1 Dado el compromiso mundial por reducir la proporción de accidentes mortales, la AAC, como una de sus iniciativas de factores humanos, ha emprendido la tarea de reducir el número de errores de mantenimiento y mitigar las consecuencias de los restantes. La AAC procura proporcionar un entorno en el cual tales errores pueden investigarse en forma abierta para poder tratar los factores contribuyentes y causas principales de los errores de mantenimiento utilizando un sistema que complementaría, y no suplantaría, los dos sistemas actuales de notificación de errores de mantenimiento (MORS y CHIRP).

“1.2 El plan ya bien establecido de notificación obligatoria de sucesos (MOR) existe para que puedan señalarse a la atención de la AAC problemas importantes de seguridad operacional. No obstante, el plan MOR no se dirige a recoger y vigilar el flujo normal de defectos/incidentes, etc., cotidianos que, constituyendo una responsabilidad de la industria (CAP 382, párrafo 5.4.5), forman una parte importante de la tarea general de seguridad operacional. Este aviso se refiere, principalmente, a aquellos sucesos que caen por debajo de los criterios MOR pero que, no obstante, es importante que una organización comprenda y controle. No obstante, los principios que se describen en este aviso pueden aplicarse también por una organización a su propia investigación interna de incidentes que satisfaga los criterios MOR. (Nota: todavía se exigirá a las organizaciones a que notifiquen los MOR a la AAC).

“1.3 El programa de notificación confidencial de incidentes de factores humanos (CHIRP) proporciona un mecanismo de notificación alternativo para los individuos que deseen notificar preocupaciones e incidentes de seguridad operacional en forma confidencial. No obstante, no debería considerarse al CHIRP como una alternativa a la implantación de un plan MEMS. El MEMS y el CHIRP realizan funciones diferentes aunque se dirigen al mismo objetivo final, es decir el mejoramiento de la seguridad de vuelo.

“1.4 Los errores de mantenimiento con graves consecuencias como los accidentes o incidentes son investigados regularmente por las organizaciones, la AAC o la Oficina de investigación de accidentes aéreos. Los sucesos de importancia operacional (p. ej., demoras técnicas, cancelaciones, apagado de motores en vuelo, etc.) cuya notificación externa no es requerida legalmente se investigan frecuentemente por las organizaciones pero con demasiada frecuencia sólo para asignar responsabilidades por las mismas. Por debajo de estos niveles están aquellos sucesos sin importancia operacional que quizás rara vez se investiguen (p. ej., la omisión de una cubierta

de recipiente de aceite que, por casualidad, se nota y corrige antes del vuelo). Para obtener una mejor comprensión de los problemas y factores que contribuyen a los errores es necesario investigar estos y los sucesos de importancia operacional antes de que puedan posiblemente contribuir o provocar otro incidente o accidente en el futuro.

“1.5 Es importante examinar no sólo *qué* sucedió sino *por qué* sucedió para poder determinar las causas y problemas de origen.

“2 SISTEMA DE GESTIÓN DE ERRORES DE MANTENIMIENTO

“2.1 Con la publicación de este aviso, la AAC declara su política de sistemas de gestión de errores de mantenimiento (en adelante identificados como MEMS) de modo que las organizaciones de mantenimiento, en particular las que mantienen grandes aeronaves de transporte aéreo comercial, se vean alentadas a adoptar el concepto.

“2.2 La mejor práctica actual en la industria ha demostrado que un MEMS debería contener los elementos siguientes:-

- Metas y objetivos claramente identificados
- Compromiso empresarial demostrable con responsabilidades para el MEMS claramente definido
- Fomento empresarial de la notificación y participación de los individuos sin inhibiciones
- Políticas y límites disciplinarios identificados y publicados
- Un proceso de investigación de sucesos
- Identificación y publicación de los sucesos que provocarán investigaciones de errores
- Selección e instrucción de investigadores
- Educación en MEMS del personal e instrucción cuando sea necesario
- Medidas apropiadas basadas en las conclusiones de investigaciones
- Retroinformación sobre resultados a los trabajadores
- Análisis de los datos colectivos que muestren tendencias y frecuencias de factores contribuyentes

“2.3 La meta del plan es identificar los factores que contribuyen a incidentes y hacer que el sistema sea resistente a errores similares. Si bien no es esencial para el éxito de un MEMS, se recomienda que las grandes organizaciones utilicen una base de datos computadorizada para el almacenamiento y análisis de los datos MEMS, esto permitiría utilizar el pleno potencial del sistema para gestionar errores.

“2.4 Para fines de este Aviso de aeronavegabilidad, se considera que ha ocurrido un error de mantenimiento cuando el sistema de mantenimiento, incluyendo el elemento humano, no funciona en la forma esperada para lograr sus objetivos de seguridad operacional. El elemento humano comprende técnicos, mecánicos, planificadores, gerentes, encargados de almacenes – en realidad toda persona que contribuya al proceso de mantenimiento. La definición anterior difiere de la definición de error humano en el sentido de que exige que se considere las fallas del sistema (p. ej., personal inadecuado, factores de organización, disponibilidad de herramientas, manuales claros, etc.) así como el error cometido por una persona.

“3 GARANTÍAS DE LA AAC

“3.1 Se reconoce que el éxito de un programa MEMS depende de que se realice una investigación completa y libre sin temor a las medidas que pueda adoptar la AAC. Por consiguiente, la AAC proporciona las garantías siguientes:-

“3.1.1 La AAC no aprobará un MEMS aún cuando se incluya en la exposición aprobada. Si un MEMS se incluye en una exposición, no será sujeto de auditoría como parte de la vigilancia normativa de esa organización por la AAC. Todo interés demostrado en un MEMS de la organización será solamente una expresión del deseo de trabajar con la industria para mejorar la seguridad operacional.

“3.1.2 La AAC no exigirá que una organización o individuo ponga a disposición de la autoridad informes específicos que se presenten en el marco de un MEMS, aparte de la información que normalmente se notifica a la autoridad a través del plan MOR.

“3.1.3 Si una organización, en el interés de mejorar la seguridad operacional, opta voluntariamente por compartir con la AAC los detalles de un suceso específico notificado en un MEMS, o los resultados de su investigación, la AAC:-

- a) No revelará el nombre de la persona que presenta el informe MEMS, ni el de una persona con la cual se relacione, ni trasladará un informe MEMS a una tercera parte, a menos que por ley se le exija hacerlo o a menos que las personas en cuestión autorizan dicha divulgación.
- b) Adoptará todas las medidas razonables posibles para evitar divulgar la identidad del informante o de aquellos individuos involucrados en el suceso, en el caso de que se adopten medidas de seguimiento originadas en un informe MEMS.
- c) No instituirá, como política, procedimientos con respecto a transgresiones no premeditadas o inadvertidas de la ley o requisitos que se lleven a su atención sólo porque se han notificado en un plan MEMS, excepto en aquellos casos que entrañen incumplimiento de tareas equivalentes a negligencia grave o temeridad. Esta garantía es similar a la proporcionada en el marco del plan MOR.

“4 CÓDIGO DE PRÁCTICAS DE MEMS

“4.1 La AAC alienta a las organizaciones a que adopten el siguiente código de práctica respecto del MEMS:-

“4.1.1 Cuando un suceso notificado a través del MEMS indique que un empleado ha cometido un lapso no premeditado o inadvertido, como se describe a continuación, la AAC esperaría que el empleador actuara razonablemente, conviniendo en que la notificación libre y completa constituye el objetivo principal para establecer por qué sucedió el hecho estudiando los factores contribuyentes que condujeron al incidente, y que debería hacerse todo lo posible por evitar medidas que puedan inhibir dicha notificación.

“4.1.2 En el contexto de la gestión de errores, se considera que un lapso no premeditado o inadvertido no debería provocar ninguna medida punitiva, pero que una trasgresión al profesionalismo podría hacerlo. Como directriz, no deberían adoptarse medidas punitivas contra los individuos a menos que:

- a) el acto haya sido dirigido a provocar daños o perjuicios deliberados;
- b) la persona en cuestión no presente una actitud constructiva respecto del cumplimiento de los procedimientos operacionales seguros;

- c) la persona en cuestión haya violado a sabiendas procedimientos que estaban prontamente disponibles, eran trabajables, inteligibles y correctos;
- d) la persona en cuestión haya estado involucrada previamente en lapsos similares;
- e) la persona en cuestión haya intentado ocultar su lapso o participación en un incidente;
- f) el acto haya resultado de una considerable desatención respecto de la seguridad operacional.

‘Considerable desatención’, para estos efectos, significa:-

- En el caso del titular de una autorización de certificación (p. ej., mecánico titular de licencia o personal de certificación) el acto o la omisión de actuar constituyó una considerable desviación respecto del grado de cuidado, juicio y responsabilidad que se espera razonablemente de dicha persona.
- En el caso de una persona que no tiene responsabilidad de certificación de mantenimiento, el acto o la omisión de actuar constituyó una considerable desviación del grado de cuidado y diligencia que se espera de una persona razonable en tales circunstancias.

El grado de culpabilidad variará dependiendo de las circunstancias atenuantes que se identifiquen como resultado de la investigación MEMS. Se deduce que toda medida adoptada por la organización también sería parte de una escala gradual que varía desde medidas correctivas como la reinstrucción o capacitación hasta el despido del individuo.

“4.1.3 En el caso de incidentes investigados a través de un MEMS, independientemente si tales incidentes fueron o no llevados a conocimientos de la AAC, la AAC espera que la organización encare los problemas que contribuyeron a tales incidentes. Siempre que sea posible, la organización debería implantar medidas apropiadas para prevenir que vuelva a ocurrir el problema o, alternativamente, vigilará futuras ocurrencias, según el grado de riesgo y probabilidad de que vuelvan a ocurrir. Una base de datos de apoyo es útil en estas circunstancias para ayudar en la evaluación de la frecuencia de ocurrencia y cualquier tendencia conexa.

“4.1.4 La AAC esperaría que se actuara con respecto a los problemas de seguridad operacional identificados. Si la AAC llega a conocer, por cualquier medio que fuere, que ha existido un problema de seguridad operacional considerable que no se ha encarado, se reserva el derecho de adoptar medidas apropiadas.

“**NOTA:** La declaración de una organización de que se está realizando o se ha realizado una investigación MEMS de un incidente sin ninguna información adicional proporcionada para explicar por qué ocurrió el incidente, no constituiría normalmente una base adecuada para el cierre de un MOR.

“4.1.5 Se alienta a las organizaciones a que compartan los resultados MEMS con la AAC y con otros organismos de mantenimiento. Se espera que, compartiendo tales datos, la AAC y la industria puedan desarrollar conjuntamente una mejor comprensión de las causas de los errores de mantenimiento y elaborar estrategias de factores humanos más concentradas. No obstante, se reconoce que alguna información contenida en un MEMS puede considerarse sensible para la organización afectada y que, antes de compartirse con otras organizaciones, las identidades pueden tener que eliminarse u ocultarse. ...”

Ejemplo 2: extracto de la Circular de asesoramiento (AC) Núm. 120-66B, de fecha 15 de noviembre de 2002 de la FAA de EUA, sobre el Programa de acción de seguridad operacional de la aviación (ASAP)

“PROGRAMA DE ACCIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL DE LA AVIACIÓN (ASAP)”

“1. FINALIDAD

“Esta Circular de asesoramiento (AC) proporciona orientación para establecer un Programa de acción de seguridad operacional de la aviación (ASAP) para el transporte aéreo. El objetivo de la ASAP es alentar al transportista y a los empleados de la estación de reparación a que notifiquen con carácter voluntario información de seguridad operacional que pueda resultar crítica para identificar posibles precursores de accidentes. La Administración Federal de Aviación (FAA) ha determinado que la identificación de estos precursores es fundamental para continuar reduciendo la ya baja proporción de accidentes. En el marco de un ASAP, los problemas de seguridad operacional se resuelven mediante medidas correctivas en vez de mediante castigo o disciplina. El ASAP contempla la recolección, análisis y retención de los datos de seguridad operacional que se obtienen. Los datos de seguridad operacional de la ASAP, gran parte de los cuales no se podían obtener de otra manera, se aplican a elaborar medidas correctivas para problemas de seguridad operacional identificados y para educar a las partes apropiadas respecto de la prevención de que vuelva a ocurrir el mismo tipo de suceso de seguridad. Un ASAP se basa en una asociación de seguridad operacional que incluirá a la FAA y al titular de certificado, y puede incluir una tercera parte, como la organización sindical del empleado. Para alentar a un empleado a que notifique voluntariamente problemas de seguridad operacional, aunque puedan involucrar el posible no cumplimiento por éste del Título 14 del Código de Reglamento Federal (14 CFR), se han incorporado al programa incentivos relacionados con el cumplimiento.

- a) La información obtenida de estos programas permitirá a los participantes del ASAP identificar riesgos reales o posibles en todas sus operaciones. Una vez identificados, las partes del ASAP pueden implantar medidas correctivas para reducir la posibilidad de que vuelvan a ocurrir accidentes, incidentes y otros sucesos relacionados con la seguridad. A efectos de obtener los mayores beneficios posibles del ASAP, puede ser necesario que los titulares de certificados elaboren programas con sistemas compatibles de recolección, análisis, almacenamiento y recuperación de datos. La información y los datos que se recojan y analicen, pueden utilizarse como una medida de la seguridad operacional del sistema aeronáutico.
- b) El ASAP proporciona un vehículo por el cual los empleados de los transportistas participantes y los titulares de certificado en las estaciones de reparación pueden identificar y notificar problemas de seguridad operacional a la administración y a la FAA para los resuelvan, sin temor de que la FAA utilice los informes aceptados en el marco del programa para adoptar medidas jurídicas punitivas contra ellos, o que las compañías utilicen dicha información para tomar medidas disciplinarias. Estos programas están dirigidos a fomentar la participación de diversos grupos de empleados, como los miembros de tripulaciones de vuelo, mecánicos, auxiliares de a bordo y despachadores.
- c) Los elementos del ASAP se establecen en un Memorando de acuerdo (MOU) entre la FAA, la Administración titular de certificación, y una tercera parte apropiada, como la organización sindical del empleado o sus representantes. ...”

Nota.— En la AC Núm. 120-66B de la FAA figura el texto completo sobre el ASAP conjuntamente con un ejemplo de MOU y una lista de verificación del MOU del ASAP.

— — — — —

Apéndice C del Capítulo 4

DECLARACIONES DE INMUNIDAD O CONFIDENCIALIDAD

Como ejemplos de la práctica actual de órganos de reglamentación aeronáutica de Estados donde se han establecido sistemas de notificación confidencial sobre factores humanos, a continuación se reproducen dos extractos de declaraciones de inmunidad o confidencialidad.

Ejemplo 1: Programa de notificación de seguridad operacional de la aviación (ASRP) de la FAA de EUA

El Programa de notificación de seguridad operacional de la aviación de la FAA se describe en la Circular de asesoramiento (AC) Núm. 00-46D de la FAA de fecha 26 de febrero de 1997 y utiliza a la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) como tercera parte para recibir informes. La AC comprende la siguiente sección sobre “observancia” que describe cómo se aplica el concepto de inmunidad a pilotos, controladores, auxiliares de a bordo y personal de mantenimiento que presentan informes sobre incidentes:

“9. POLÍTICA DE OBSERVANCIA.

“a. El Administrador de la FAA ejercerá su responsabilidad en el marco del Título 49, Código de los Estados Unidos, subtítulo VII, y aplicará el estatuto y las FAR en forma que reduzca o elimine la posibilidad de accidentes de aeronaves o la repetición de los mismos. Los procedimientos de observancia de la FAA se establecen en la Parte 13 de los FAR (14 CFR Parte 13) y en los manuales sobre observancia de la FAA.

“b. Al determinar el tipo y amplitud de las medidas de observancia que deben adoptarse en un caso particular, se consideran los factores siguientes:

- 1) carácter de la violación;
- 2) si la violación fue inadvertida o deliberada;
- 3) el nivel de experiencia y responsabilidad del titular del certificado;
- 4) actitud del trasgresor;
- 5) el peligro para la seguridad operacional de otros que debería haberse previsto;
- 6) las medidas adoptadas por el empleador u otra autoridad gubernamental;
- 7) longitud de tiempo que ha transcurrido desde la violación;
- 8) uso del certificado por el titular del mismo;
- 9) necesidad de una acción disuasiva especial en un área normativa particular, o segmento de la comunidad aeronáutica; y

- 10) presencia de cualquier factor que entrañe interés nacional, como el empleo de aeronaves para fines delictivos.

“c. La presentación de un informe a la NASA sobre un incidente o suceso que involucre una violación del 49 U.S.C. Subtítulo VII, o del FAR, se considera por la FAA como indicativa de una actitud constructiva. Dicha actitud tenderá a prevenir violaciones futuras. Por consiguiente, aunque pueda determinarse una violación, no se impondrá ni una penalidad civil ni una suspensión del certificado si:

- 1) la violación fue inadvertida y no deliberada;
- 2) la violación no involucró una ofensa criminal, o accidente, o medida en el marco de 49 U.S.C. Sección 44709 que revele una falta de calificación o competencia, lo cual está totalmente excluido de esta política;
- 3) no se ha determinado en ninguna medida de observancia de la FAA anterior que la persona haya cometido una violación de 49 U.S.C. Subtítulo VII, o algún reglamento promulgado en la misma por un período de 5 años antes de la fecha de ocurrencia del suceso; y
- 4) la persona prueba que, dentro de los 10 días después de la violación, ha completado y entregado o enviado un informe escrito del incidente o suceso a la NASA en el marco del ASRS. ...”

Ejemplo 2: Programa de notificación confidencial de incidentes de factores humanos (CHIRP) del Reino Unido

En el Reino Unido una fundación caritativa independiente es responsable del Programa de notificación confidencial de incidentes de factores humanos. La siguiente declaración ha sido publicada por la AAC en la Circular de información aeronáutica Núm. 47/2001 de fecha 31 de mayo de 2001:

**“PROGRAMA DE NOTIFICACIÓN CONFIDENCIAL
DE INCIDENTES DE FACTORES HUMANOS**

“1 El Programa de notificación confidencial de incidentes de factores humanos (CHIRP) del Reino Unido fue introducido en 1982 para brindar a los pilotos profesionales la oportunidad de notificar sus experiencias con carácter estrictamente confidencial, en forma similar a la del Sistema de notificación de seguridad operacional de la aviación en los Estados Unidos. El programa se ha ampliado posteriormente para incluir controladores civiles de tránsito aéreo, mecánicos de mantenimiento, organismos de mantenimiento reconocidos y organizaciones de diseño y producción aprobadas. En 1999 el programa se amplió aún más para proporcionar un servicio similar a las comunidades de la aviación general del Reino Unido. Se propone poner el programa a disposición de los miembros de tripulación de cabina [con efecto a partir del] 1 de julio de 2001 con carácter de ensayo.

“2 El objetivo principal del programa es tratar de identificar causas de incidentes relacionados con factores humanos que no se notificarían mediante otros sistemas, pero que podrían, si se las analiza y compara con experiencias similares, conducir a cambios en los procedimientos o diseños o permitir que otras partes aprendan de la experiencia de quien ha presentado el informe.

“3 Factores humanos es un término que abarca todos los elementos humanos de las personas en los sistemas humano-máquina. No se limita a los tradicionales diseños y utilidad del equipo y los lugares de trabajo, sino que también abarca aspectos de personal, organización, gestión, comunicación, pericia e instrucción.

“4 Después de un examen independiente del CHIRP realizado en 1994, se determinó que el programa debería aumentarse para reflejar la creciente concentración en causas relacionadas con los factores humanos en los accidentes de aviación. Por consiguiente, en 1996 se designó un director a tiempo completo y se estableció el programa como una compañía limitada por garantía y registrada como organismo de calidad. Este organismo, ‘Fundación de Caridad CHIRP’, recibe un subsidio de financiación del Grupo de reglamentación de la seguridad operacional de la AAC, pero es gestionada en forma independiente por una Junta directiva. ...

“Esta estructura asegura la independencia y confidencialidad continuas del sistema.

“5 El CHIRP complementa otras sistemas de notificación, incluyendo el Plan de notificación obligatoria de sucesos de la AAC. La presentación de un informe CHIRP no satisface las obligaciones estatutarias de la orden de navegación aérea en cuanto a notificación obligatoria. Cuando existe el requisito de presentar un MOR, pero que el informante desea utilizar un sistema confidencial, puede emplearse el sistema de notificación obligatoria de sucesos, detalles del cual figuran en CAP 382. No obstante, si el plan MOR u otros canales de notificación no satisfacen la necesidad específica, entonces debería considerarse un informe al CHIRP.

“6 Los informes CHIRP son tramitados con carácter estrictamente confidencial pero es posible que un incidente notificado al CHIRP pueda también notificarse en forma independiente a la AAC por una tercera parte. La AAC proporciona una garantía de que su preocupación principal es asegurar la notificación libre y sin inhibiciones a través del CHIRP y que no será su política instituir procedimientos con respecto a trasgresiones no premeditadas o inadvertidas de la ley que son objeto de un informe CHIRP y que se presentan a su atención en un informe de terceros, excepto en casos en que involucren un abandono de tareas equivalente a una negligencia grave.

“7 Se acusará recibo de todos los informes recibidos. Todos los detalles personales se devuelven a quien presentó el informe tan pronto como todos los detalles pertinentes del informe se hayan confirmado. Luego se colacionan, analizan y conservan los informes en una base de datos confidencial. Antes de poner cualquier información a disposición de agencias de tercera parte y otros planes de notificación de seguridad operacional, se elimina técnicamente toda identidad de los informes para asegurar que no pueda deducirse la identidad de la persona que lo presentó. Si no es posible un nivel adecuado de desidentificación técnica, los datos del informe no se difunden.

“8 Informes o extractos seleccionados se publican con carácter trimestral en un boletín titulado FEEDBACK y se distribuyen a los principales grupos de usuarios. Otro boletín independiente titulado GA FEEDBACK también se publica y se distribuye con carácter trimestral a los pilotos de la aviación general.

“9 En el caso de que un informe a CHIRP parezca identificar un peligro definido, se adoptarán las medidas inmediatas para resolver el problema sin afectar la confidencialidad de los informantes.

“10 El continuo éxito del programa depende enteramente de la calidad de los informes presentados. Se exhorta a todos los miembros de tripulaciones de vuelo, controladores de tránsito aéreo y mecánicos a que apoyen el programa.

“11 Con cada número de FEEDBACK se distribuyen formularios de informe. . . .”

— — — — —

Apéndice D del Capítulo 4

NOTIFICACIÓN DE INCIDENTES — DECLARACIÓN DE POLÍTICA DE SANCIONES

Como ejemplo de la práctica actual de órganos de reglamentación aeronáutica de Estados en los casos en que organizaciones e individuos deben presentar un informe sobre un incidente grave en vuelo relacionado con la seguridad operacional, a continuación se reproduce una declaración de política respecto de la confidencialidad y posibles sanciones:

Ejemplo: Publicación de Aviación Civil (CAP) 382 de la AAC del Reino Unido titulada “Plan de notificación obligatoria de incidentes”

“Declaración del Presidente de la AAC

“Confidencialidad de los informes

“Es fundamental para el propósito del plan que la sustancia de los informes se difunda cuando sea necesario en el interés de la seguridad de vuelo. Sin perjuicio del adecuado ejercicio de sus responsabilidades a este respecto, la autoridad no revelará el nombre de la persona que presenta el informe ni el de una persona con la cual se relaciona a menos que la ley así lo requiera o a menos que, en cualquier caso, la persona en cuestión autorice dicha divulgación.

“En caso de que respecto de la seguridad de vuelo sea necesario aplicar una medida de seguimiento surgida de un informe, la AAC hará todo lo que sea razonablemente necesario para evitar la divulgación de la identidad del informante o de los individuos involucrados en el suceso notificado.

“Garantías con respecto al enjuiciamiento

“La AAC brinda una garantía de que su preocupación principal es asegurar la notificación libre y sin inhibiciones y que no será su política instituir procesamientos con respecto a trasgresiones no premeditadas o inadvertidas de la ley que llegan a su atención solamente porque han sido notificadas en el marco del plan, excepto en casos en que involucren abandono de tareas equivalente a negligencia grave.

“Medidas con respecto a las licencias

“La AAC tiene la obligación de variar, revocar o suspender una licencia según corresponda si deja de estar satisfecha de que el titular de la licencia es competente, está médicamente apto y en condiciones físicas de ejercer los privilegios de la licencia. Si un informe de sucesos sugiere que el titular de la licencia no satisface estos requisitos, la AAC adoptará las medidas apropiadas con respecto a la licencia. Por ejemplo, si el informe indica que el titular de la licencia necesita más instrucción, puede suspender la licencia hasta que haya recibido dicha

instrucción. Si un informe indica que el titular de la licencia puede no ser una persona apta para ejercer los privilegios de su licencia, el hecho de que haya notificado el suceso se tendrá en cuenta para determinar su aptitud y pesará considerablemente en su favor. Aunque la AAC reconoce que, en la práctica, las medidas sobre licencias pueden considerarse como de consecuencias punitivas, la AAC no tomará ninguna medida respecto de una licencia que tenga carácter punitivo. La finalidad de las medidas sobre licencias consiste solamente en garantizar la seguridad operacional y no penalizar al titular de la licencia. En todos esos casos, cuando considere las medidas que ha de adoptar, la AAC tendrá en cuenta toda la información pertinente de que disponga sobre las circunstancias del suceso y sobre el titular de la licencia.

“Posibles medidas de los empleadores

“Cuando un suceso notificado indique un lapso no premeditado o inadvertido de un empleado, la AAC esperaría que el empleador actúe con responsabilidad y comparta su opinión de que la notificación libre y completa constituye el objetivo principal, y que debería hacerse todo lo posible para evitar medidas que puedan inhibir dicha notificación. En consecuencia, la AAC dará a conocer a los empleadores que, salvo que se requieran medidas para garantizar la seguridad operacional y salvo que existan circunstancias flagrantes como las que se describen bajo el encabezamiento “Enjuiciamiento”, espera que se abstengan de aplicar medidas disciplinarias o punitivas que puedan inhibir a su personal de notificar debidamente los incidentes de los que puedan tener conocimiento.

“Protección de los intereses del titular de la licencia

“Se reconoce que cuando el titular de una licencia es miembro de una asociación o sindicato es libre de informar a dicha asociación o sindicato sobre todo enjuiciamiento o medida adoptada por la AAC con respecto a su licencia, y procurar su asistencia.

“En toda audiencia llevada a cabo por la AAC con respecto de una licencia de un miembro de una asociación o sindicato, un representante de dicha organización puede acompañar al titular de la licencia y actuar en su nombre frente a la AAC.

“Sir Roy McNulty
Presidente de la AAC
Marzo de 2003”

— — — — —

Apéndice E del Capítulo 4

EXAMEN DE SISTEMAS DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE ERRORES DE MANTENIMIENTO PARA POSIBLE APLICACIÓN POR UN AMO, EXPLOTADOR O ESTADO

En la Tabla 4-E-1 se muestran las características de diferentes sistemas de investigación y análisis de errores para posible uso por un AMO, explotador o Estado. Se examinan dos tipos diferentes de sistema. En primer lugar, se trata de si el sistema se basa en la autonotificación al órgano de reglamentación aeronáutica estatal y, en el segundo, si se tiene la intención de que el AMO investigue sucesos conocidos. Por ejemplo, el Sistema de notificación de seguridad operacional de la aviación (ASRS) es por entero un sistema de autonotificación de un individuo a la FAA. Inversamente, la Ayuda en caso de decisiones erróneas en el mantenimiento (MEDA) está diseñada como herramienta para uso del AMO en la investigación de sucesos internos. El texto está extraído de una tabla de la *Human Factors Guide for Aviation Maintenance* de la FAA.

Tabla 4-E-1. Examen de sistemas de investigación y análisis de errores de mantenimiento

<i>Nombre</i>	<i>Caracterización</i>	<i>Propietario</i>	<i>Alcance de la investigación</i>	<i>Enfoque de investigación</i>	<i>Análisis de datos estructurados</i>	<i>Elaboración de una estrategia de prevención estructurada</i>	<i>Vigilancia y retro-información estructuradas</i>
Sistema de notificación de seguridad operacional de la aviación (ASRS)	Notificación de sucesos, análisis e inmunidad	NASA y FAA	Violaciones inadvertidas del FAR [Reglamento Federal de Aviación]	Auto-notificación	Búsqueda gráfica y narrativa	Ninguna	Tendencia de sucesos
Ayuda en caso de decisiones erróneas de mantenimiento (MEDA)	Metodología de investigación de errores	Boeing	Discrepancias en la aeronave inducidas por errores de mantenimiento	Asignación de investigadores	Ninguno	Ninguna	Ninguna
Herramientas para el análisis de errores en el mantenimiento (TEAM)	Análisis de errores	Galaxy Scientific Corporation	Discrepancias en la aeronave inducidas por errores de mantenimiento	Asignación de investigadores	Búsqueda gráfica y narrativa	Ninguna	Tendencia de sucesos
Sistema de información de seguridad operacional de British Airways (BASIS)	Investigación de errores, análisis y seguimiento de medidas	British Airways	Discrepancias en la aeronave inducidas por errores de mantenimiento	Asignación de investigadores	Búsqueda gráfica y narrativa	Ninguna	Tendencia de riesgos

<i>Nombre</i>	<i>Caracterización</i>	<i>Propietario</i>	<i>Alcance de la investigación</i>	<i>Enfoque de investigación</i>	<i>Análisis de datos estructurados</i>	<i>Elaboración de una estrategia de prevención estructurada</i>	<i>Vigilancia y retro-información estructuradas</i>
Gestión de la salud y la seguridad industrial (MESH)	Identificación y análisis de precursores de sucesos	Universidad de Manchester	No basada en sucesos – aportes previstos regularmente	Autonotificación periódica por técnicos y gerentes	Análisis gráfico	Ninguna	Tendencias de precursores
Sistema aurora de gestión de accidentes aéreos (AMMS)	Investigación de sucesos, análisis y medidas correctivas	Aurora	Determinado por el cliente	Asignación de investigador	Suceso único, búsqueda gráfica y narrativa	Desarrollo de estrategia de prevención	Tendencia de sucesos y costos
Programa de divulgación voluntaria (AC-120-56)	Suceso Medida correctiva/ Inmunidad	FAA	Violaciones de FAR de alta visibilidad	Autonotificación en la organización	Concentración en suceso único	Ninguna	Ninguna
Programa de acción en seguridad operacional de la aviación (ASAP) (AC 120-66B)	Asociación e inmunidad	FAA	Violaciones de FAR	Autonotificación por aviadores seguida de investigación en grupo	Concentración en suceso único	Ninguna	Ninguna

— — — — —

Apéndice F del Capítulo 4

INVESTIGACIÓN DE LOS ASPECTOS DE FACTORES HUMANOS DE UN POSIBLE INCIDENTE POR ERROR DE MANTENIMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

En este apéndice se proporcionan directrices generales para la realización de una investigación de lo que parece ser un incidente por error de mantenimiento. Se supone que los aspectos técnicos de las primeras dos fases de la investigación, que tratan del “¿qué sucedió?” ya se han completado. El texto siguiente se basa en el informe ADAMS, Apéndices 13 y 14.

2. FASES 3 Y 4: ¿POR QUÉ SUCEDIÓ?

2.1 Habiendo establecido tan sistemática y completamente como fuera posible lo que sucedió antes de un incidente, la tarea siguiente es explicar por qué sucedió. Esta debería dividirse en dos etapas, a saber:

- identificación y clasificación de los errores y fallas; y
- identificación de los factores contribuyentes.

Identificación y clasificación de los errores y fallas

2.2 La mejor manera de identificar errores y fallas es examinar cada suceso en el orden en que hayan sucedido y decidir si podrían haber contribuido al incidente ya sea por un error de mantenimiento, una falla en prevenir un error o una falla en captar el error antes del incidente. El valor de contar con una secuencia de sucesos es que permite examinar múltiples errores y fallas dentro de cada incidente.

2.3 La clasificación de errores y fallas puede ayudar a aclarar exactamente cómo un suceso contribuyó a un incidente. La categorización de los tipos de error también proporciona información útil para el análisis de múltiples incidentes en una base de datos. El informe ADAMS contiene un formulario de notificación (que se describe con más detalle en el adjunto a este apéndice) que ha sido diseñado para ayudar al usuario en esta tarea. En particular, la Sección 2 del formulario ADAMS proporciona un plan de clasificación de errores y fallas. La clasificación inicial se denomina “Actuación errónea general”, por ejemplo, si se omitió una tarea o fue realizada en la parte incorrecta, después de esto está la clasificación de “Actuación errónea específica” que detalla el tipo de medida de mantenimiento que se había realizado, por ejemplo, cableado, instalación y ajuste y el error específico, por ejemplo, cableado incorrecto o instalación de partes incorrectas.

2.4 La narrativa del informe en esta fase de la investigación debería identificar claramente los sucesos de la secuencia que se considere involucran errores o fallas. A menudo, sólo un evento corresponderá a esta categoría. El texto debería indicar el tipo de error involucrado. Si ocurrieron varios sucesos de error, podría resultar útil presentar una tabla de estos sucesos y sus correspondientes tipos de error.

Identificación de los factores contribuyentes

2.5 La identificación del tipo de error que ocurrió no explica el incidente ni sugiere como podría evitarse. A menudo poco puede hacerse directamente respecto de un error, excepto publicar avisos o advertencias del tipo: “no instalar partes incorrectas”. Pueden surgir medidas más útiles cuando los factores que contribuyeron al error se han identificado. El formulario de notificación ADAMS proporciona un sistema de clasificación que cubre una amplia gama de factores contribuyentes externos e internos (en las secciones 3 y 4 del formulario, respectivamente).

2.6 Se incluyen cinco tipos principales de factores externos: factores de tarea, apoyo de tarea, factores ambientales, factores socioorganizativos y factores personales. La tarea del investigador consiste en determinar los aspectos específicos del entorno físico, social o de organización o de la condición física o mental de la persona han influido para que ésta cometiera un error. Los factores internos comprenden factores como “falta de atención” y “falta de interpretación”.

2.7 A veces estos factores son obvios y la decisión resulta fácil, como si se usaron partes equivocadas porque estaban incorrectamente almacenadas. Otros factores entrañan algún buen juicio de parte del investigador. Por ejemplo, la fatiga y el estrés son experiencias comunes en la industria del mantenimiento. El investigador tiene que formular un juicio en cuanto a si la fatiga o el estrés realmente influyeron para que el individuo cometiera el error. Con respecto a los factores internos, el investigador debe basarse en gran medida en los informes de las personas involucradas para clasificarlos.

2.8 Los principios de clasificación de errores, como los que figuran en el formulario de notificación ADAMS, tienden a concentrarse en errores cometidos por el personal de actuación directa y en los factores locales que contribuyeron al error. Muchos factores locales contribuyentes tienen su raíz en fallas de administración, pero estas fallas a menudo se omiten porque no están incluidas en los sistemas de clasificación.

2.9 Una investigación profunda debería incluir una evaluación de posibles fallas de administración o gestión. Un investigador que realiza dicha evaluación debería tratar cada uno de los factores locales contribuyentes con la siguiente pregunta: “¿fue la influencia de este sector resultado de una falla de gestión o administración?”, empleando el esbozo de “error de gestión” para destacar posibles relaciones.

2.10 La narrativa de esta sección del informe debería describir los factores contribuyentes en forma separada para cada acción/suceso de la secuencia. También debería haber una lista resumida de factores contribuyentes para todo el incidente, numerándose los factores contribuyentes para facilitar la referencia y organizarlos en orden de prioridades. Las consecuencias de algunos factores contribuyentes son obvias y no necesitan justificación, tal como cuando se anotan en el procedimiento números de parte equivocados. Otros factores contribuyentes pueden requerir cierta explicación, como cuando se determina que el carácter aburrido o mundano de una tarea ha contribuido a un lapso de atención.

2.11 Desde el punto de vista conceptual, es importante mantener la clasificación de errores bien separada de la clasificación de factores contribuyentes. No obstante, en el propio texto, a menudo resulta más útil si se les describe juntos. En este caso, la distinción puede aclararse utilizando una tabla como la Tabla 4-F-1.

3. FASE 5: ¿CÓMO PUEDE PREVENIRSE? — FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES

3.1 La parte final de un informe debería describir cómo puede prevenirse en el futuro un suceso como el notificado. Con frecuencia, una excelente labor de investigación e identificación de factores contribuyentes puede malograrse cuando se la traduce en recomendaciones vagas y generales sin una persona responsable designada, sin cronogramas para implantación y sin sistemas para retroinformación. Para que sea eficaz, una recomendación debería presentar las características siguientes:

- ser específica y actuable. Esto significa que debería ser posible determinar inequívocamente si la recomendación se ha aplicado o no. Así pues, en vez de recomendar: “Los mecánicos deben examinar los procedimientos”, sería mejor decir: “Los mecánicos deben preparar un informe sobre posibles procedimientos de inspección alternativos que reduzcan la probabilidad de que no se detecten los paneles de acceso faltantes”;
- asignarse a una persona o departamento responsable;
- contar con un sistema explícito de responsabilidad y rendición de cuentas. La rendición de cuentas exige que dentro de un cronograma designado proporcione a una persona designada la prueba o el resultado de que la recomendación se ha aplicado. Cada organización debe considerar quién debería ser esta persona designada y las sanciones que debería tener a disposición en caso de que no se apliquen las recomendaciones; y
- estar relacionado, referenciado o codificado para indicar el informe de incidente del cual ha surgido, el número de recomendación y la persona o departamento encargado de tomar medidas.

3.2 Un aspecto importante que las compañías deben resolver es cuán prescriptivas deben ser las recomendaciones. ¿Deberían los investigadores identificar problemas para que otros los resuelvan, o deberían prescribir soluciones para esos problemas? La respuesta depende claramente del carácter del problema y de la competencia relativa y posición en la organización del investigador y la persona o departamento responsable, pero también es una decisión de política de la compañía sobre cuánta autoridad otorgara al departamento que realiza la investigación de incidentes. Aparte de los problemas de política, a nivel pragmático, las recomendaciones deberían ubicarse entre los extremos de “salvar el pescuezo de la gente” y suponer que se conocen los trabajos de otras personas mejor que ellas mismas.

3.3 La elaboración de recomendaciones es una tarea de traducir los factores contribuyentes identificados en medidas preventivas. Cabe señalar que lo pertinente son los factores contribuyentes y no los errores. Los errores no se traducen directamente en recomendaciones y los intentos de hacerlo son peligrosos dado que omiten la comprensión de por qué ocurrieron. Normalmente, tales intentos resultan en recomendaciones crudas e ineficaces tales como: “Publicar un boletín de seguridad operacional pidiendo a los mecánicos que no dejen abandonadas las herramientas en la aeronave”. Por el contrario, un intento por comprender los factores contribuyentes podría conducir a mejores procedimientos para el seguimiento de las herramientas, nuevos diseños para cajas de herramientas que hacen más evidente la ausencia de algunas, etc.

3.4 Los “factores externos” son en general los factores contribuyentes más fáciles de traducir en recomendaciones – siendo externos, hay formas más obvias y directas de cambiarlos. Por ejemplo, si se utilizaron tornillos equivocados porque no estaban almacenados en el lugar correcto (un problema de “apoyo de tareas”), entonces pueden tener que revisarse los procedimientos de almacenamiento y verificación de repuestos.

Tabla 4-F-1. Ejemplo de tabla de sucesos, errores y factores contribuyentes

<i>Sucesos</i>	<i>Errores</i>	<i>Factores contribuyentes</i>
1. Reinstalación de paneles; un panel no se instaló.	La parte no se instaló.	Factores contribuyentes locales: a) Mala comunicación entre los turnos. b) Presiones del tiempo por no haberse asignado a la tarea tiempo suficiente. Fallas de gestión o administración: a) No asignación de tiempo para los informes verbales de traspaso de turno.
2. Verificación previa al vuelo; no se notó el panel faltante.	Inspección inadecuada.	Factores contribuyentes locales: a) Acceso visual parcialmente obstruido. b) Distracción de atención — interrupción de tarea.

3.5 Los “factores internos” son “mucho más subjetivos” y a menudo tienen consecuencias menos obvias en cuanto a las soluciones. En general, las medidas de carácter preventivo entrañarán el cambio de los factores externos para hacer menos probables las fallas internas. Por ejemplo, la “distracción de la atención” durante verificaciones previas al vuelo podría llevar a reorganizar las tareas del mecánico de línea de modo que las verificaciones no serán interrumpidas por otras tareas.

3.6 Las fallas de organización y los errores de gestión son particularmente difíciles de traducir en recomendaciones porque los investigadores a menudo no quieren aparecer como diciéndoles a sus jefes como hacer su trabajo. Además, los investigadores con larga experiencia operacional pueden considerar que ciertos aspectos de la operación no se deben modificar y, por consiguiente, ni siquiera consideraría una recomendación en ese sentido.

3.7 Cuando las recomendaciones apropiadas no resultan obvias, en vez de abandonar el intento, a menudo vale la pena llevar a cabo un ejercicio creativo de solución de problemas. Un problema principal con ser creativo es que las personas tienden a pensar sobre las desventajas de las ideas incluso antes de haberlas considerado. El siguiente proceso sencillo en dos etapas, que puede llevarse a cabo en forma individual o en grupo, contribuye a evitar este problema:

1. Aporte masivo de ideas (brainstorming). Pensar en todas las formas posibles para resolver el problema sin tener en cuenta limitaciones económicas, políticas u operacionales; y
2. Considerar cómo estas soluciones creativas podrían reconciliarse con estas limitaciones.

4. FINALIZACIÓN

Después de haber finalizado el informe, con su análisis de la secuencia de sucesos, los errores y factores contribuyentes, así como sus recomendaciones, ha quedado completa la función del investigador. La decisión pasa ahora a los administradores responsables del sistema de información sobre incidentes para asegurar que la buena labor no se ha desperdiciado y que el informe se utilice para iniciar un proceso de aprendizaje y cambios en la organización, en vez de utilizarse como un mero registro de historial en el archivo.

— — — — —

Adjunto al Apéndice F del Capítulo 4

FORMULARIO DE NOTIFICACIÓN SUGERIDO PARA LAS INVESTIGACIONES EN FACTORES HUMANOS DE LOS AMO

(Basado en el formulario de notificación ADAMS)

1. El AMO debería utilizar un formulario de notificación diseñado para ayudar al usuario a identificar todos los factores pertinentes al evento que ha sucedido. El usuario previsto será un AME, un evaluador de la calidad o un investigador de accidentes. Es necesario tener cierto conocimiento de factores humanos para utilizar el formulario y, por supuesto, es probable que se necesite conocimiento de mecánica de mantenimiento para evaluar plenamente los problemas. En los párrafos siguientes se sugiere el tipo y la secuencia de información que debería incluirse.

2. El formulario de notificación debería tratar todos los tipos de sucesos de mantenimiento que tengan consecuencias operacionales, por ejemplo, demoras de los vuelos, incidentes y accidentes. En general, los sucesos son promovidos por una cadena de hechos, que pueden involucrar a diferentes personas, tiempos y lugares. Estos hechos se consideran como una ejecución errónea del mantenimiento que contribuyó al suceso.

3. El formulario se utiliza para recoger datos sobre los hechos que promovieron el suceso y sobre sus factores contribuyentes de modo que puedan emplearse métodos preventivos para evitar casos similares en el futuro. El objetivo no es asignar culpa a una persona o grupo de personas en particular.

4. El formato del informe está estructurado a lo largo de seis secciones principales, a saber:

- Sección 1: Información general;
- Sección 2: Actuación errónea;
- Sección 3: Factores externos que influyen la actuación;
- Sección 4: Factores internos que influyen la actuación;
- Sección 5: Descripción narrativa; y
- Sección 6: Conclusiones y recomendaciones.

Sección 1: Información general

5. Esta sección sólo debería tratar información descriptiva y de antecedentes relativa al suceso y a los hechos que contribuyeron al propio suceso.

Parte A, Antecedentes

6. Este sector debería dedicarse a la información general relativa al explotador y a la aeronave involucrada en el suceso. Se asignan números de referencia al informe para facilitar la identificación en el caso de que haya una base de datos. También se identifica al analista que prepara el informe, de modo que se pueda comunicar con dicha persona en caso de necesitar un ulterior análisis del mismo suceso.

Parte B, Suceso

7. Esta parte debería definir sencillamente cuándo y dónde sucedió el incidente y cuáles fueron sus consecuencias. Deberían notificarse la ubicación local y la secuencia temporal del suceso, así como sus consecuencias operacionales y el carácter de la falla. Las consecuencias deberían describirse.

Parte C, Hechos

8. Este sector debería considerar los diferentes errores y hechos que condujeron al suceso. El sector reviste particular importancia en el campo del mantenimiento porque a menudo los errores de mantenimiento no se identifican en el momento en que se cometen. Esta parte debería examinar cuándo sucedieron los hechos diferentes. Es probable que haya más de una persona involucrada en el hecho y también que se haya registrado una serie de hechos que provocaron el suceso real. Todas las personas que podrían considerarse involucradas en los diferentes hechos deberían indicarse aquí con su correspondiente descripción de funciones.

Sección 2: Actuación errónea

9. Esta sección debería concentrarse en cómo se manifestaron los hechos y debería tratar las acciones erróneas involucradas en los mismos.

Parte A, Actuación errónea general

10. Esta parte debería determinar la identificación del error, pero sin intentar la interpretación de sus causas o factores contribuyentes. La concentración está en el “error activo” de cada hecho y no en las causas. Errores diferentes pueden haber contribuido al suceso final, de modo que puede identificarse más de un aspecto como causa del problema.

***Parte B, Actuación errónea específica:
Sistema y partes de la aeronave***

11. Este sector también debería registrar la identificación del error, pero avanzar con mucho más profundidad en la descripción del propio error.

***Parte C, Actuación errónea específica:
Documentación***

12. Esta sección se refiere a la actuación errónea en relación con la información y la documentación. Al igual que antes, este sector debería describir el hecho/error real como se manifestó, sin intentar analizar por qué sucedió.

Sección 3: Factores internos que influyen en la actuación

13. En la Sección 3 se debería incluir los factores que contribuyen a la actuación errónea. En particular, se debería concentrar en factores externos que influyeron en la actuación. Aquí, la persona o personas involucradas en las causas iniciales deben proporcionar información de modo que se pueda completar esta sección. Quizás también deba interrogarse a otras personas que apoyan las operaciones respecto de su participación en los hechos que condujeron al suceso.

Parte A, Factores de tarea

14. Esta sección debería examinar la realización de las tareas que condujeron al suceso – cuán familiarizada estaba la persona con la tarea y las características de la misma. Debería registrar las características de la tarea que influyeron adversamente en la actuación y contribuyeron al error. Por ejemplo, una tarea podría caracterizarse como de carácter muy repetitivo; en algunas circunstancias, este aspecto de monotonía de la tarea podría contribuir a promover un error.

Parte B, Apoyo a las tareas

15. En esta sección se debería examinar específicamente las herramientas de apoyo para las tareas que influyeron adversamente en la actuación y contribuyeron al error. Debería considerarse la forma en que se emplearon las herramientas en el momento de las operaciones que condujeron al suceso. Las categorías deberían ser las siguientes: “herramientas y equipo”, “documentación y procedimientos”, y “tecnología y partes”. Si un factor es pertinente, aunque ocurra en la práctica cotidiana, debería incluirse en la evaluación.

Parte C, Factores ambientales

16. Al igual que en los dos sectores anteriores (Partes A y B), este sector debería también tratar los factores que influyeron adversamente en la actuación y contribuyeron al suceso, pero debería concentrarse en los factores relativos al entorno, como “condiciones meteorológicas” y “superficie del piso/rampa”, y debería considerar la posición del cuerpo humano requerida para una tarea. Se debería indicar si los efectos parecen haber afectado la actuación respecto de la tarea.

Parte D, Factores socioorganizativos

17. Este sector debería tratar los errores latentes a nivel de administración (socioorganizativo) que condujeron o contribuyeron al suceso. También debería contribuir para identificar amplias medidas correctivas posibles, por ejemplo, instrucción (la instrucción insuficiente contribuyó al suceso) y comunicación (prácticas de comunicación deficientes, falta de herramientas de comunicación, etc.).

Parte E, Factores personales

18. Estos aspectos se refieren a los factores contribuyentes relacionados con las personas involucradas en el suceso, por ejemplo, condición física y mental.

Sección 4: Factores internos que influyen en la actuación

19. En esta sección se tratan los factores internos que influyen en la actuación. Debería referirse principalmente a los “mecanismos de error psicológico”, es decir el proceso cognoscitivo humano en el cual tuvo lugar el error. Los factores deberían considerarse según el desglose siguiente:

- falla de atención;
- falla de detección/percepción;
- falla de memoria;

- falla de interpretación;
- falla de criterio;
- presunción/suposición;
- falla de ejecución; y
- violación de reglas.

Estos pueden ser difíciles de evaluar e involucrarán una reflexión sobre cómo evolucionaron los hechos del suceso. Los distintos aspectos pueden no ser todos pertinentes en un caso específico, pero quizás sea necesario examinar cada factor para asegurar que se obtiene una plena comprensión de cada factor indicado. Los factores se refieren al pensamiento básico y a como los procesos normales de pensamiento pueden haber afectado la tarea.

Sección 5: Descripción narrativa

20. Para esta sección se requiere una descripción narrativa. Los datos notificados en el formulario carecerían casi de sentido si no se contara con una descripción narrativa que subraye la secuencia cronológica y la relación lógica entre los hechos y factores diferentes involucrados en el suceso. Pueden incluirse comentarios en esta sección aunque ya se hayan abarcado en otras partes del formulario. Debería proporcionarse el mayor nivel de detalle. Esta sección brinda una oportunidad para que los investigadores expliquen los hechos y sucesos en sus propias palabras.

Sección 6: Conclusiones y recomendaciones

21. A partir de la investigación, el investigador debería extraer conclusiones lógicas que identifiquen tanto la causa como los motivos del incidente. Las recomendaciones deberían identificar las medidas correctivas necesarias para reducir la probabilidad de que ocurra un incidente a partir de una causa similar.

— — — — —

Apéndice G del Capítulo 4

REFERENCIAS

- Aircraft Dispatch and Maintenance Safety (ADAMS). *Human-Centred Management Guide for Aircraft Maintenance*. 2000, Chapters 3 and 4.
- Boeing Co. *Maintenance Error Decision Aid (MEDA)*. 1995. [http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_08/human_textonly.html].
- FAA. *Advisory Circular AC No. 00-46D: Aviation Safety Reporting Program*. 1997.
- FAA. *Advisory Circular AC No. 120-66B: Aviation Safety Action Program*. 2002.
- FAA. *Human Factors Guide for Aviation Maintenance*. 1998.
- Reason, J. *Human Error*. Cambridge University Press, 1990.
- Reason, J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. England: Ashgate Publishing Limited, 1997. ISBN 1-84014-105-0.
- U.K. CAA. *Aeronautical Information Circular (AIC) No. 47/2001: Confidential Human Factors Incident Reporting Programme*. 2001.
- U.K. CAA. *CAP 382: The Mandatory Occurrence Reporting Scheme*. 2003.
- U.K. CAA. *CAP 455, Airworthiness Notice No. 71: Maintenance Error Management Systems*. Issue 1. March 2000.
- U.K. CAA. *CAP 716: Aviation Maintenance Human Factors*. December 2001.
-

Capítulo 5

INSTRUCCIÓN

5.1 INTRODUCCIÓN

5.1.1 El informe del proyecto ADAMS incluye la siguiente declaración sobre la necesidad de instrucción en factores humanos:

“El desarrollo de competencia en “factores humanos” supone que, en todos los niveles de la organización, la capacidad de gestionar a las personas se transforma efectivamente en una segunda naturaleza. Cada aspecto de sistema de gestión centrado en el ser humano exige competencia en factores humanos para que pueda funcionar. La instrucción en factores humanos deberían apoyar el logro de los objetivos de un sistema autorregulado, mediante la planificación, organización y ejecución real de las operaciones y el ciclo de retroinformación de vigilancia y mejora en esas operaciones”.

Por consiguiente, la instrucción en todos los niveles es un factor fundamental del éxito de un programa en una organización para reducir la proporción de errores humanos durante actividades de mantenimiento de aeronaves. También se requiere como resultado de la Enmienda 23 del Anexo 6, Parte I, introducida en 1998.

5.1.2 Al comienzo, algunas actividades de instrucción en factores humanos para mantenimiento de aeronaves aplicaron como modelo la instrucción en Gestión de recursos de tripulación (CRM). No obstante, en esos primeros tiempos, la CRM no era aceptada universalmente por la población a la que se dirigía, es decir las tripulaciones de vuelo, dado que se percibía como que no estaba directamente relacionada con el mundo real del puesto de pilotaje. A partir de ahí, la CRM se ha desarrollado en una forma más integrada con las habilidades normales en el puesto de pilotaje. Esta integración también permite observar y evaluar las capacidades en CRM como parte de las operaciones de línea (tanto reales como simuladas). Como resultado, la aceptación de la CRM y su instrucción por las tripulaciones de vuelo ha aumentado. Es necesario aprender de esta experiencia y reconocer que la población objetivo es diferente. Entonces, puede ser que la CRM no resulta automáticamente un modelo apropiado para los AME y otro personal de mantenimiento.

5.2 ANTECEDENTES Y RESPONSABILIDADES

Necesidades y alcance de la instrucción

5.2.1 Los requisitos de instrucción en factores humanos que figuran en el Anexo 6 pueden presentar algunos problemas para las instituciones de instrucción, explotadores y AMO. En el caso de la instrucción técnica del personal de mantenimiento existe un consenso internacional amplio en cuanto a los requisitos de instrucción, sus métodos, objetivos y contenido de los cursos. No obstante, sólo está comenzando a surgir un consenso similar en cuanto al enfoque apropiado de la instrucción en factores humanos en el mantenimiento aeronáutico.

5.2.2 A este respecto existen perspectivas distintas. Un problema central para muchos Estados es la diferencia que existe en las prácticas internacionales respecto de la aplicación de dicha instrucción a la psicología, ergonomía y ciencias sociales y de comportamiento. Otras diferencias se relacionan con la importancia relativa asignada al

contenido de conocimiento y pericia en la instrucción. Las perspectivas sobre el contenido y estrategia de la instrucción también pueden verse influidas considerablemente por diferentes prácticas culturales y sociales.

5.2.3 A estas perspectivas contrastantes se asocian diferentes enfoques de los problemas de seguridad operacional de la aviación. Algunos especialistas favorecen un enfoque sistemático amplio y de toda la industria para análisis y medidas correctivas, mientras que otros prefieren concentrarse en áreas problemáticas específicas. Algunas autoridades opinan que la acción más eficaz tiene lugar en el punto del diseño de aeronaves y procedimientos y piensan así que toda medida a nivel del personal operacional individual está fuera de lugar. Otros consideran que la gestión de línea dentro de la industria aeronáutica proporciona un enfoque apropiado para la implantación de cambios. Así pues, los explotadores de líneas aéreas y organismos de mantenimiento varían considerablemente en cuanto al énfasis práctico que asignan a los aspectos operacionales de los factores humanos.

5.2.4 En muchos países, otros problemas derivan de una carencia de recursos adecuados, incluyendo psicólogos, fisiólogos, ergónomos, especialistas en mantenimiento de aeronaves, administradores y legisladores adecuadamente capacitados. Además, algunas autoridades nacionales son activas en la prosecución de sus actividades normativas mientras que otras no lo son.

5.2.5 Este breve examen de posibles fuentes de dificultades subraya la posibilidad de confusión y malentendidos tanto a nivel nacional como internacional. La incertidumbre y la falta de definición resultantes han provocado una inactividad en este sector durante muchos años. No obstante, dada la necesidad de responder al requisito del Anexo 6 en cuanto a educación del personal de mantenimiento en actuación humana, la industria debe ahora avanzar teniendo en cuenta estas posibles dificultades.

5.2.6 La responsabilidad en cuanto al nivel de un curso dirigido a satisfacer los requisitos del Anexo 6 corresponde a los organismos de mantenimiento que realizan el mantenimiento concreto en la aeronave. Estos organismos pueden optar por preparar por sí mismas un curso de instrucción adecuado o escoger a partir de una institución de instrucción apropiada el curso que pueda satisfacer las normas que requieren.

5.2.7 La responsabilidad en cuanto al nivel de un curso de instrucción dirigido a satisfacer los requisitos del Anexo 1, corresponden normalmente al órgano de reglamentación aeronáutica del Estado y a las organizaciones de instrucción que llevan a cabo la enseñanza. En este manual no se incluyen detalles del programa, orientación y nivel de la instrucción para satisfacer las normas del Anexo 1.

5.3 NECESIDADES Y OBJETIVOS DE LA INSTRUCCIÓN

5.3.1 La primera etapa en la determinación de las necesidades y objetivos de la instrucción es definir el público al que está dirigida. Hay un punto de vista que considera que todo el personal del AMO no requiere el mismo conocimiento o pericia. Esta opinión, por ejemplo, consideraría que sólo se necesitaría un conocimiento limitado de factores humanos para el personal de la administración superior y, por ello, sólo debería proporcionársele información de antecedentes. Por otra parte, se consideraría que los supervisores y los AME necesitan conocimiento especializado. La experiencia hasta la fecha sugiere que se necesita conocimientos y competencias básicas similares para todas las categorías de personal del organismo de mantenimiento, en particular:

- personal de administración (superior, medio y de supervisión);
- investigadores de accidentes e incidentes;
- personal que certifica aeronaves y componentes para liberación al servicio;
- instructores en factores humanos y algunos temas técnicos;

- ingenieros en planificación y programación del mantenimiento;
- AME y mecánicos;
- personal de aspectos de calidad (garantía de calidad y control de calidad);
- personal del departamento de almacenes;
- personal del departamento de compras;
- operadores de equipo en tierra; y
- personal contratado en cualquiera de las categorías mencionadas.

Además, los propios instructores en factores humanos necesitarán un conocimiento mucho más profundo y puede ser necesario contar con módulos especializados para otras categorías específicas de personal. Algunas organizaciones de instrucción han logrado muy buenos resultados instruyendo, como grupo, a una mezcla equilibrada de estas categorías de personal.

5.3.2 A efectos de obtener la aceptación de los alumnos y tener éxito, la instrucción en factores humanos para el personal de mantenimiento debe basarse en principios sólidos, prácticos y relacionados con las tareas. En particular, la instrucción en factores humanos para el personal de mantenimiento debe:

- considerarse valiosa por la población a la que se dirige, desde la administración superior a los AME;
- ser capaz de demostrar que ha introducido una diferencia real y medible;
- responder a la retroinformación de los recipientes en cuanto al mejoramiento del programa, instructores y técnicas de instrucción; y
- reflejar las diferencias en idoneidad y antecedentes entre la tripulación de vuelo y las poblaciones de AME (véase el Apéndice A de este capítulo).

5.3.3 La idoneidad y antecedentes de la población objetivo deberían determinar la dirección filosófica de la instrucción. Esta dirección influirá en el diseño de los cursos de instrucción y en las prioridades asignadas a los elementos de factores humanos en las actividades y en la evaluación de la actuación. A efectos de elaborar una filosofía de instrucción apropiada, los tópicos que exigen atención son los siguientes:

- las funciones que han de otorgarse a las actividades de aprendizaje teóricas y prácticas o basadas en la experiencia. Esto será una dicotomía de la mayor importancia en la práctica, de modo que la claridad es fundamental;
- la integración de la instrucción basada en conocimientos en ejercicios de información, rendición de cuentas y prácticos;
- la función de las actividades de instrucción que promueven el aprendizaje basado en la experiencia, p. ej., ejercicios en grupos como la actuación de funciones; y
- las habilidades, conocimientos y aptitudes requeridas.

5.3.4 Al determinar los objetivos, técnicas y actividades de instrucción, a menudo es útil dividir la tarea de aprendizaje en subcategorías adecuadas como “memorización”, “comprensión”, “actuación”, y “aspectos de actitud”

así como identificar la competencia posterior a la instrucción o el dominio de la materia aprendida, que se espera de los alumnos dentro de cada categoría. Estas cuatro categorías o dominios de competencia del alumno pueden caracterizarse como sigue:

1. *Basada en el conocimiento (memoria)*: esto abarca el conocimiento práctico y puede incluir la memorización de información de procedimientos apropiada. Actualmente se utilizan técnicas didácticas y de evaluación adecuadas en la instrucción teórica y de procedimientos del personal de mantenimiento. Esta categoría se superpondrá a veces con otras categorías como la de comprensión.
2. *Basada en la comprensión (entendimiento)*: esto abarca el entendimiento de los principios generales y teoría pertinentes. La comprensión es a menudo fundamental para lograr la competencia. Esta categoría se superpondrá a veces con otras categorías como la de conocimiento.
3. *Basada en pericia/basada en técnica (actuación)*: esto abarca las habilidades esenciales para el personal de mantenimiento. Normalmente se espera que el personal de mantenimiento adquiera y presente ciertas habilidades y técnicas que deben ejercerse en forma adecuada, en el contexto apropiado y en el momento correcto. En aviación, las habilidades sicomotrices y de procedimientos han recibido normalmente la mayor atención; en el caso de la instrucción en actuación humana, son necesarias algunas habilidades adicionales, como el desarrollo de capacidades de comunicación apropiadas; y
4. *Basada en la actitud*: las actitudes desempeñan una parte importante en la determinación de la actuación general. Los aspectos filosóficos relativos a las prácticas operacionales, atributos profesionales deseables y disposiciones que llevan a un buen profesionalismo pueden considerarse en este rubro. El proceso de inducción empresarial o profesional y socialización también pueden considerarse en este rubro para las organizaciones involucradas en la instrucción inicial del personal de mantenimiento de aeronaves. Las actitudes han sido especialmente enfatizadas por varios especialistas en factores humanos que han notado la función de las actitudes apropiadas en la implantación y el sostenimiento de prácticas de mantenimiento seguras y eficaces.

5.3.5 En el Apéndice B de este capítulo se identifican necesidades de instrucción y objetivos temáticos categorizados en conocimiento, pericia y actitudes que se han de usar en el diseño de programas de instrucción en factores humanos para diversas categorías del personal de mantenimiento. Otros elementos especializados pueden luego añadirse para categorías particulares de personal, p. ej., un módulo sobre diseño de documentos para los ingenieros de planificación que redactan las tarjetas de tarea.

5.4 IMPLANTACIÓN Y PREPARACIÓN DEL PROGRAMA

Selección de los instructores

5.4.1 La selección y educación de quienes aplicarán los programas de instrucción en actuación humana han sido objeto de preocupación en algunos Estados. La razón de esta preocupación es quizás la idea comprensible de que sólo un psicólogo capacitado puede tratar temas relativos al comportamiento humano. No obstante, en sus actividades diarias, los instructores tratan y enseñan, por ejemplo, temas relacionados con la aerodinámica sin ser ingenieros aeronáuticos, con la meteorología sin ser meteorólogos, con los motores sin ser mecánicos, y así sucesivamente. No hay motivo por el cual esta línea de pensamiento no pueda aplicarse a la enseñanza de la actuación humana.

5.4.2 Los instructores de los mecánicos de mantenimiento aeronáutico están entre los individuos obvios capaces de enseñar actuación humana a las diversas categorías de personal de un explotador o AMO. Si los instructores están profundamente familiarizados con el contenido del programa propuesto, ya sea mediante instrucción formal o

autoenseñanza, deberían estar en condiciones de lograr los objetivos de instrucción. Por otra parte, los especialistas en factores humanos estarán en buenas condiciones de enseñar actuación humana, pero sólo si ellos mismos pueden relacionar su conocimiento en forma práctica con la aviación y el entorno operacional de mantenimiento de aeronaves. En el Apéndice B de este capítulo figuran textos de referencia que los instructores pueden encontrar útiles.

Preparación del programa de estudios

5.4.3 Pueden emplearse técnicas convencionales, como el diseño de sistemas de instrucción, para elaborar el programa de estudios utilizando los objetivos del Apéndice B de este capítulo.

5.5 TÉCNICAS DE INSTRUCCIÓN

Material didáctico, técnicas y tecnologías educacionales

5.5.1 Puede establecerse una división entre el soporte físico de la instrucción, las estrategias y técnicas didácticas y los materiales concretos para la instrucción. Se prevé que los mejores cursos de instrucción en factores humanos harán uso creativo e imaginativo de los recursos disponibles.

Estrategias y técnicas de instrucción

5.5.2 Relacionado con el nuevo soporte físico de instrucción existe una creciente diferenciación de los métodos de capacitación, muchos de los cuales utilizan modernas tecnologías educacionales. Así pues, por ejemplo, las ventajas de los medios interactivos y la eficacia de la retroinformación video en la instrucción se reconocen ahora ampliamente. En el otro extremo, valiosas experiencias de aprendizaje en factores humanos pueden surgir del uso de ejercicios de grupo adecuados como la representación de funciones donde los alumnos trabajan con datos de incidentes reales o ficticios para identificar los errores y posibles soluciones. Tales actividades dependen de una cuidadosa preparación que insume mucho tiempo, pero no son caras y pueden ser muy eficaces.

Material didáctico

5.5.3 El contenido del material didáctico dependerá claramente de los objetivos de la instrucción, el tiempo, el equipo y los recursos disponibles. El material didáctico debería prepararse para incluir explícitamente puntos de factores humanos para su consideración durante reuniones de información y de rendición de cuentas. Si bien los requisitos del Anexo 6 se concentran esencialmente en el suministro de conocimiento en factores humanos, la mejor forma de que la instrucción preferida logre esto es que también se traten las habilidades operacionales prácticas durante el diseño y la elaboración de los programas de instrucción. Las opciones adoptadas en la etapa de diseño del material didáctico contribuirán a definir las actividades de aprendizaje pertinentes entre instructores y alumnos.

5.5.4 Se recomienda que aproximadamente 15 a 30 horas sea el tiempo necesario para presentar adecuadamente una instrucción en factores humanos similar a la elaborada a partir de los objetivos del programa de estudios que figura en el Apéndice B de este capítulo.

5.6 EVALUACIÓN

5.6.1 La evaluación de los alumnos con carácter regular es una parte importante de la práctica de la industria aeronáutica y proporciona un medio de determinar la eficacia de la instrucción y demostrar que los individuos satisfacen las normas convenidas. Las decisiones en cuanto a los medios adecuados y productivos de evaluar el

personal de mantenimiento tendrán una importante influencia en el diseño del material didáctico. Si bien los métodos tradicionales de evaluación tienen un valor incuestionable en la medición del conocimiento práctico y diversos aspectos de la comprensión, otra forma de evaluar el rendimiento se considera generalmente esencial cuando se juzgan los resultados de las actividades de aprendizaje basadas en la experiencia.

5.6.2 Las actividades de instrucción en grupo se consideran técnicas didácticas especialmente buenas porque se concentran en las necesidades de desarrollo de habilidades de los alumnos, evitando al mismo tiempo las connotaciones negativas del aprendizaje relacionadas con el entorno de verificaciones y exámenes. Si bien puede no haber consenso internacional sobre el mejor medio de tratar el difícil aspecto de la evaluación de la instrucción en actuación humana (y la evaluación del rendimiento del alumno), resulta claramente importante que los aspectos generales analizados anteriormente sean plenamente comprendidos por los educadores y diseñadores de instrucción. Dicha comprensión contribuirá a evitar la realización prematura de evaluaciones y exámenes en circunstancias en que podrían resultar contraproducentes respecto de las necesidades de aprendizaje a más largo plazo.

5.7 CAPACITACIÓN DEL REGLAMENTADOR

5.7.1 Además de contar con adecuados antecedentes, experiencia y calificaciones, los inspectores de mantenimiento del órgano de reglamentación aeronáutica del Estado deberían recibir instrucción en factores humanos a un nivel por lo menos comparable al de sus contrapartes en la industria. Esto debería asegurar que están adecuadamente equipados para auditar y evaluar el cumplimiento de la industria con el requisito estatal que aplique el Anexo 6.

5.7.2 El programa de instrucción para los inspectores de mantenimiento del Estado debería abarcar por lo menos todos los temas propuestos en los objetivos de instrucción que figuran en el Apéndice A de este capítulo. Se sugiere que el conocimiento sea por lo menos de nivel 2 o superior como se muestra en el Apéndice B de este capítulo.

5.7.3 En algunos Estados, podría decidirse que el órgano de reglamentación aeronáutica debería encargarse de la instrucción para la industria. En este caso, la capacitación de los inspectores que realmente brinden la instrucción debería ser de nivel 3.

— — — — —

Apéndice A del Capítulo 5

DIFERENCIAS EN IDONEIDAD Y ANTECEDENTES ENTRE CRM Y MRM

Algunas de las diferencias que existen entre la Gestión de recursos de tripulación (CRM) y la Gestión de recursos de mantenimiento (MRM) figuran en la Tabla 5-A-1. Los estilos y el énfasis en la instrucción deberían reflejar dichas referencias (véase también el Capítulo 5, 5.3.2).

Tabla 5-A-1. Diferencias en idoneidad y antecedentes entre CRM y MRM

<i>Tópico</i>	<i>CRM</i>	<i>MRM</i>
Error humano	Los errores de la tripulación de vuelo se clasifican a menudo como fallas activas dado que sus consecuencias son normalmente inmediatas.	Los errores de los AME se clasifican normalmente como fallas latentes, cuando se considera la seguridad del público.
Instrucción en factores humanos	La instrucción CRM subraya los aspectos sicomotores debido a los efectos inmediatos de la carga de trabajo mental, el tiempo de reacción, etc.	La instrucción MRM hace hincapié en la perspectiva de las operaciones de mantenimiento por parte del sistema. Subraya los factores sociales y de organización.
Comunicación	Las comunicaciones en las operaciones de vuelo son principalmente “cara a cara” dentro del puesto de pilotaje e inmediatamente interactivas con el ATC.	Las comunicaciones en las operaciones de mantenimiento son principalmente indirectas a través de manuales técnicos, tarjetas de trabajo, boletines de servicio, anuncios, etc. Entonces, el AME, carece de las referencias no verbales que poseen las tripulaciones de vuelo.
Integración del equipo	Las tripulaciones de vuelo tienden a ser homogéneas por definición. Los miembros de la tripulación normalmente tienen educación y experiencia similares entre sí.	Los AME tienden a ser diversos en cuanto a educación y experiencia previa tanto respecto de sus compañeros como de la tripulación de vuelo. Por consiguiente, es más difícil la instrucción en habilidades de equipo.
Trabajo en equipo	El tamaño de equipo de la tripulación de vuelo es pequeño y todos los miembros están ubicados dentro del mismo espacio de trabajo pequeño. Por consiguiente, el énfasis de la CRM está en el desarrollo de habilidades de equipo dentro de la tripulación (intra-equipo).	Los AME tienden a trabajar en equipos grandes en tareas separadas repartidas en una gran superficie de hangar. Es también una actividad de equipos múltiples donde cada uno tiene sus propias responsabilidades. Por lo tanto, la MRM hace hincapié en el desarrollo de habilidades de equipo entre equipos (inter-equipo).

<i>Tópico</i>	<i>CRM</i>	<i>MRM</i>
Conciencia de la situación	El entorno de vuelo cambia rápidamente y plantea la situación para fallas activas. Por consiguiente, la CRM se adapta a evitar dichos errores. Las simulaciones LOFT proporcionan indicios simulados para mejorar una futura conciencia de la situación.	El entorno de mantenimiento puede ser agitado, aunque cambia lentamente con relación a las operaciones de vuelo. Los AME deben tener conciencia de la situación para extrapolar las consecuencias de los errores a lo largo de horas, días y semanas. Los indicios de concientización enseñados por la MRM deben por lo tanto adaptarse específicamente a este entorno.
Liderazgo	Al igual que con el trabajo en equipo, las habilidades de liderazgo en la CRM se concentran a menudo en comportamientos intra-equipo (es decir “cómo conducir el equipo”) así como en habilidades de “seguimiento”. La interacción inter-equipo se ve algo limitada durante el vuelo.	En los organismos de mantenimiento, los supervisores o jefes de equipo son con frecuencia intermediarios entre muchos puntos de contacto en diferentes departamentos o secciones. Los jefes AME deben por lo tanto ser idóneos no sólo en comportamiento intra-equipo (para sus propios equipos) sino también en el tratamiento de “extraños” al equipo (personal de otros turnos, departamentos o grupos de trabajo, etc). Estos “extraños” también varían ampliamente en cuanto a experiencia, actitudes, etc. El programa MRM debe tener en cuenta estos puntos.

Nota.— Referencia: Maintenance Resource Management Handbook, Chapter 1, de la FAA.

— — — — —

Apéndice B del Capítulo 5

NECESIDADES Y OBJETIVOS DE LA INSTRUCCIÓN EN FACTORES HUMANOS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 En este apéndice se proporciona información sobre las necesidades y objetivos para los preparadores de cursos de instrucción con respecto a la instrucción del personal de un organismo de mantenimiento. Los organismos de mantenimiento varían ampliamente tanto en alcance como en tamaño; por consiguiente, deben decidir la asignación detallada de objetivos generales a las tareas y el nivel de pericia o conocimiento requerido, según corresponda.

1.2 Parte de la información que figura en este apéndice se ha adaptado del *Human-Centred Management Guide for Aircraft Maintenance* de ADAMS.

2. POBLACIÓN OBJETIVO

2.1 Las diversas categorías de personal de mantenimiento de aeronaves en los explotadores o AMO que deben recibir instrucción en factores humanos se indican en el Capítulo 5, 5.3.1. Además, los inspectores de mantenimiento del órgano de reglamentación aeronáutica del Estado requieren instrucción en factores humanos en un nivel por lo menos igual al de sus contrapartes en la industria (véase el Capítulo 5, 5.7).

2.2 Las necesidades y objetivos de instrucción que se sugieren en este apéndice suponen que los alumnos tienen instrucción y experiencia en sus disciplinas de trabajo específicas, como sigue:

- los gerentes y supervisores son experimentados y han recibido instrucción en conducción y gestión;
- los planificadores e ingenieros están bien familiarizados con la documentación de aeronaves y las condiciones y entornos de trabajo del personal que realiza labores de mantenimiento de aeronaves;
- los instructores y capacitadores comprenden las técnicas de instrucción y cuentan con experiencia en el entorno laboral donde se ha de aplicar la materia;
- los investigadores y auditores tienen experiencia e instrucción en identificar, reconocer y analizar problemas o factores causales relacionados con los factores humanos;
- los AME tienen instrucción técnica y experiencia en las aeronaves o componentes que mantienen; y
- los inspectores del órgano de reglamentación aeronáutica estatal tienen experiencia en sus tareas de inspección normativa y comprenden las condiciones de trabajo, el personal y el entorno de la labor de mantenimiento de aeronaves o componentes del AMO apropiado.

3. NECESIDADES DE INSTRUCCIÓN

3.1 El objetivo principal de una instrucción en factores humanos es brindar a todas las categorías de personal mencionadas una comprensión de cómo y por qué se evitan los errores cuando se realizan labores de mantenimiento. Cada categoría está expuesta al riesgo de cometer un error o crea la posibilidad para ello. Por consiguiente, la instrucción en factores humanos debería adaptarse a las categorías particulares de modo que puedan identificar y evitar las posibles oportunidades de error. En la Tabla 5-B-1 se muestran objetivos de instrucción detallados. Las necesidades de instrucción específicas para las diversas categorías de la población objetivo identificada anteriormente se indican en los párrafos siguientes (3.2 a 3.8).

3.2 Los gerentes y supervisores deben tener conocimiento de cómo influyen las condiciones laborales en la actuación del personal que planifica y realiza labores de mantenimiento de una aeronave y sus componentes. Deben poder aplicar este conocimiento y comprender la forma en que las decisiones y que el comportamiento influyen en las actitudes del personal del organismo y su capacidad para realizar su trabajo con el mínimo de riesgo de error posible. Los aspectos que constituyen responsabilidades directas de la administración, p. ej., inversión de capital, presupuestos y contabilidad, pueden considerarse como distantes de donde se realiza el trabajo real pero, en realidad, tienen un impacto significativo en el tamaño y competencia de la fuerza laboral y en su capacidad de realizar trabajos seguros y fiables.

3.3 Los supervisores deben ser conscientes de los factores locales que presentan la posibilidad de error. Deberían saber cómo afectan las condiciones de trabajo y la disponibilidad de herramientas y equipo correctos la actitud del personal de mantenimiento y su enfoque del trabajo. Los supervisores deberían poder reconocer e identificar tendencias que indiquen riesgos relacionados con los factores humanos.

3.4 Los planificadores e ingenieros tienen una función fundamental en evitar los errores relacionados con factores humanos. Deben estar en condiciones de redactar documentos de instrucciones que no sólo sean técnicamente correctos sino también de fácil lectura y comprensión y no resulten ambiguos o abiertos a interpretaciones. Deben comprender cómo sus decisiones, instrucciones, documentos y otras directivas pueden influir el rendimiento y los resultados de la labor realizada en la aeronave o sus componentes en talleres, hangares y zonas de rampa. Por lo tanto, es importante que comprendan los aspectos prácticos de la labor del personal de mantenimiento.

3.5 Idealmente, los instructores y capacitadores deberían tener una comprensión profunda de los fundamentos de factores humanos así como conocimiento y experiencia de trabajo en el entorno particular (por ejemplo, talleres, hangares y zonas de rampa). Deben poder explicar los fundamentos de la teoría de factores humanos y poseer conocimiento teórico a un nivel en el que puedan ilustrar dicho conocimiento con ejemplos así como facilitar los debates.

3.6 Los investigadores y auditores deben poder identificar, reconocer y analizar problemas o factores causales relacionados con los factores humanos. El investigador debe estar en condiciones de identificar factores humanos contribuyentes cuando investiguen incidentes. El auditor debe poder reconocer posibles riesgos relacionados con los factores humanos e informar sobre estos riesgos antes de que provoquen un incidente relacionado con el error y pasen a ser objeto del investigador.

3.7 Los AME son el último eslabón de la cadena de seguridad operacional y sus objetivos de instrucción consisten en comprender por qué y cómo pueden crear inadvertidamente una condición insegura cuando realizan tareas de mantenimiento. Les debe ser posible detectar situaciones donde existe la posibilidad de cometer errores directos ellos mismos. También deben poder detectar un error implícito en las instrucciones de trabajo o en la información e identificar el equipo defectuoso. Deben comprender cómo el entorno laboral y la situación personal propia afectan el rendimiento en la tarea.

3.8 Los inspectores del órgano de reglamentación aeronáutica del Estado necesitan un nivel de conocimiento similar al de los administradores y supervisores.

4. OBJETIVOS Y NIVELES DE INSTRUCCIÓN

En la Tabla 5-B-1 se indican los objetivos de instrucción para todas las categorías de personal del organismo de mantenimiento. Los niveles de pericia, conocimiento o actitud relacionados con los factores humanos deberían ser los siguientes (donde los niveles 2 y 3 suponen que se han satisfecho los objetivos de los niveles anteriores):

Nivel 1: familiarización con los elementos principales del tema. Al finalizar la instrucción, el alumno debería poder satisfacer los objetivos siguientes:

- estar familiarizado con los elementos básicos del tema;
- poder proporcionar una descripción sencilla de todo el tema utilizando palabras y ejemplos cotidianos; y
- estar en condiciones de utilizar términos típicos de factores humanos.

Nivel 2: conocimiento general de los aspectos teóricos y prácticos del tema. Al finalizar la instrucción, el alumno debería poder satisfacer los objetivos siguientes:

- comprender los fundamentos teóricos del tema y estar en condiciones de brindar una descripción general del mismo con ejemplos típicos;
- leer y comprender literatura que describa el tema; y
- estar dispuesto y en condiciones de aplicar el conocimiento sobre factores humanos en forma práctica.

Nivel 3: conocimiento detallado de los aspectos teóricos y prácticos del tema. Al finalizar la instrucción, el alumno debería poder satisfacer los objetivos siguientes:

- conocer y comprender la teoría del tema y sus interrelaciones con otros temas apropiados;
- estar en condiciones de brindar explicaciones detalladas del tema utilizando los fundamentos teóricos y ejemplos específicos;
- estar dispuesto y en condiciones de combinar y aplicar el conocimiento temático en una forma lógica, comprensible y práctica; y
- estar en condiciones de interpretar los resultados de diversas fuentes y aplicar las medidas correctivas que sean apropiadas.

Tabla 5-B-1. Objetivos del programa de instrucción

Nota.— Los objetivos del programa de instrucción se indican bajo diez encabezamientos temáticos. Cada encabezamiento se identifica como sigue:

- (P) = Pericia;
- (C) = Conocimiento; y
- (A) = Actitud.

1. Introducción general a los factores humanos:

- Lograr una comprensión básica del significado del término “Factores humanos” (C).

- Reconocer la contribución de los factores humanos a los accidentes aéreos (C).
- Comprender el objetivo de la instrucción en factores humanos (C).
- Apreciar la necesidad de comprender y tratar los factores humanos (A).
- Familiarizarse razonablemente con algunos de los incidentes bien conocidos y estudios de datos de incidentes a los cuales han contribuido los factores humanos. Comprender por qué ocurrieron tales incidentes (C).

2. Cultura de la seguridad operacional y factores de organización:

- Lograr una buena comprensión del concepto de “cultura de la seguridad” (C).
- Comprender el significado de “aspectos de organización de los factores humanos” (C).
- Apreciar la importancia de una buena cultura de la seguridad operacional (A).
- Identificar los elementos de una buena cultura de la seguridad operacional (C).

3. Error humano:

- Apreciar que el error humano no puede eliminarse totalmente y que debe controlarse (C).
- Comprender los distintos tipos de errores y sus consecuencias y evitar y gestionar el error (C).
- Reconocer cuándo el individuo es más propenso a errores (C).
- Tener una actitud que pueda proteger contra el error (A).
- Lograr un conocimiento práctico razonable de los principales modelos y teorías de error (C).
- Comprender los tipos de error principales y su diferencia respecto de las transgresiones o violaciones (C).
- Comprender los distintos tipos y causas de las violaciones (C).
- Evitar la violación de procedimientos y reglas y tratar de eliminar situaciones que puedan provocar violaciones (A).
- Lograr una buena comprensión de incidentes bien conocidos en términos de los errores que llevaron a los mismos (C).
- Apreciar que el problema no lo constituyen los errores en sí sino las consecuencias de los errores si no se detectan o corrigen (A).
- Comprender las diferentes maneras de reducir errores y mitigar sus consecuencias (C).
- Tener comprensión básica de los principales conceptos de factores humanos y cómo se relacionan con la evaluación de riesgos. Nota: Esto se aplica también a la administración (C).

4. Actuación humana:

- Reconocer el efecto de las limitaciones físicas y los factores humanos en la actuación humana (C).
- Apreciar que los seres humanos son falibles (A).
- Lograr conocimiento básico de cuándo y dónde los seres humanos son vulnerables al error (C).
- Reconocer cuándo la propia persona u otros sufren y asegurar que esto no pone en peligro la seguridad operacional de la aviación (A).
- Comprender cómo la visión y las limitaciones visuales afectan la tarea del alumno (C).
- Reconocer la necesidad de tener visión adecuada (corregida) para las tareas y las circunstancias (C).
- Ser conscientes de las mejores prácticas sobre seguridad y salud laboral respecto del ruido y la audición (C).
- Apreciar que oír no significa necesariamente entender (A).
- Obtener una familiarización básica con los términos principales empleados para describir el procesamiento de información (es decir percepción, atención y memoria) (C).
- Alcanzar un conocimiento básico del significado de la atención y la percepción (C).

- Comprender la dimensión de la conciencia de la situación (C).
- Elaborar maneras para mejorar la conciencia de la situación (P).
- Alcanzar un conocimiento básico de los distintos tipos de memoria (sensorial, corto plazo, laboral, largo plazo) y cómo estos pueden afectar a la persona que trabaja (C).
- Aprender que la memoria es falible y no debería confiarse en ella (A).
- Aprender que la claustrofobia, el temor de las alturas, etc., pueden afectar la actuación de algunos individuos (A).
- Comprender los elementos que motivan o quitan motivación a las personas en tareas de mantenimiento (C).
- Aprender la necesidad de evitar motivaciones mal dirigidas (tomar atajos) (A).
- Desarrollar una buena disposición a admitir cuándo uno se siente mal o no preparado y tomar medidas para asegurar que esto no afecta el nivel de la labor realizada (A).
- Reconocer los conceptos y síntomas básicos del estrés (C).
- Desarrollar diferentes técnicas y aptitudes positivas para enfrentar el estrés (S).
- Reconocer la necesidad de gestionar la carga de trabajo (C).
- Elaborar métodos para gestionar la carga de trabajo (P).
- Comprender cómo la fatiga puede afectar la actuación especialmente con largas horas de trabajo o trabajo en turnos (C).
- Elaborar formas de gestionar la fatiga (P).
- Desarrollar una integridad personal para no trabajar en tareas críticas para la seguridad operacional cuando se sufre fatiga (A).
- Aprender que el alcohol, las drogas y medicamentos pueden afectar la actuación (A).
- Comprender los efectos del trabajo físico sostenido sobre la actuación general, especialmente la actuación cognoscitiva en el mantenimiento (C).
- Tener conciencia de ejemplos de incidentes donde tareas repetitivas y una actitud de complacencia constituyeron un factor (C).
- Elaborar formas de evitar la complacencia (P).

5. Entorno:

- Alcanzar una apreciación básica de cómo el entorno físico y social puede afectar la actuación humana (C).
- Aprender la importancia de cumplir las “reglas” aún si los otros no lo hacen (A).
- Aprender la importancia de la integridad personal (A).
- Aprender la importancia de evitar ejercer presiones sobre otros (A).
- Desarrollar un comportamiento afirmativo apropiado a la tarea (P).
- Alcanzar una comprensión básica de los conceptos de estrés y estresores relacionados con el entorno de mantenimiento (C).
- Reconocer los peligros de “tomar atajos” (C).
- Reconocer los peligros de aplicar plazos inapropiados (C).
- Reconocer los peligros de presiones temporales de supervisión y gestión autoimpuestas (C).
- Comprender los contribuyentes básicos a la carga de trabajo (C).
- Desarrollar habilidades de planificación y organización (P).
- Comprender el concepto básico de los ritmos circadianos en relación con el trabajo en turnos (C).
- Familiarizarse con las mejores prácticas respecto de las horas de trabajo y los programas de turnos (C).
- Elaborar estrategias para gestionar el trabajo en turnos (P).
- Ser consciente de la orientación sobre seguridad y salud ocupacionales relativa al ruido y a las emanaciones (C).
- Ser consciente de los efectos de la iluminación sobre la actuación (C).
- Ser conscientes de los efectos del clima y la temperatura sobre la actuación (C).

- Ser consciente de la orientación sobre seguridad y salud ocupacionales relativa al movimiento y las vibraciones (C).
- Ser consciente de las consecuencias de las propias acciones sobre otras partes del sistema de mantenimiento (C).
- Ser consciente de la orientación sobre seguridad y salud ocupacionales relativa a los peligros en el lugar de trabajo (C).
- Comprender como tener en cuenta el personal disponible cuando se programe, planifique o realice una tarea (C).
- Desarrollar formas de gestionar las distracciones y las interrupciones (P).

6. Procedimientos, información, herramientas y prácticas:

- Apreciar la importancia de tener disponibles las herramientas y procedimientos apropiados (A).
- Apreciar la importancia de utilizar las herramientas apropiadas y seguir los procedimientos (A).
- Apreciar la importancia de verificar el trabajo antes de firmar su terminación (A).
- Apreciar la importancia de notificar irregularidades en los procedimientos o documentación (A).
- Comprender los factores que afectan las inspecciones visuales (C).
- Desarrollar habilidades para mejorar las inspecciones visuales (P).
- Apreciar la importancia de la anotación y registro correctos del trabajo (A).
- Tener conciencia de que existen las normas y que puede ser peligroso seguirlas (A).
- Tener conciencia de casos en que los procedimientos, prácticas o normas han sido erróneos (C).
- Apreciar la importancia de contar con un buen nivel de documentación técnica en términos de acceso y calidad (A).
- Aprender cómo redactar buenos procedimientos que reflejen las mejores prácticas (P).
- Aprender como validar los procedimientos (P).

7. Comunicación:

- Reconocer la necesidad de la comunicación eficaz en todos los niveles y en todos los medios (C).
- Comprender los principios básicos de la comunicación (C).
- Desarrollar habilidades y técnicas de comunicación verbal y escritas correctas apropiadas a la tarea y al contexto en que ésta se ejecuta (P).
- Tener conocimiento detallado de algunos incidentes donde el traspaso de turnos o tareas ha sido un factor contribuyente (C).
- Apreciar la importancia de un buen traspaso (A).
- Aprender cómo realizar un buen traspaso (P).
- Apreciar la importancia de mantener actualizada la información y que ésta sea accesible a todos los que la necesitan (A).
- Apreciar que las diferencias culturales pueden afectar la comunicación (A).

8. Trabajo en equipo:

- Comprender los principios generales del trabajo en equipo (C).
- Aceptar las ventajas del trabajo en equipo (A).
- Desarrollar habilidades para un trabajo en equipo eficaz (P).
- Creer que el personal de mantenimiento, la tripulación de vuelo, la tripulación de cabina, el personal de operaciones, los planificadores, etc., deberían trabajar en conjunto tan eficazmente como sea posible (A).

- Fomentar un concepto de equipo, pero sin rechazar o deteriorar la responsabilidad individual (A).
- Comprender la función de los gerentes, supervisores y jefes en el trabajo en equipo (C).
- Desarrollar habilidades de gestión de equipos para el personal apropiado (P).
- Desarrollar capacidades para la toma de decisiones basadas en una buena conciencia de la situación y en consultas cuando corresponda (P).

9. Profesionalismo e integridad:

- Comprender lo que se espera de los individuos en términos de profesionalismo, integridad y responsabilidad personal (C).
- Comprender la responsabilidad de la persona en el mantenimiento de elevadas normas y aplicar esto en todo momento (A).
- Aceptar la responsabilidad personal de mantenerse actualizado con el conocimiento en información necesarios (A).
- Alcanzar una buena comprensión de en qué consiste el comportamiento que provoca errores (C).
- Apreciar la importancia de evitar el tipo de comportamiento que probablemente provoque errores (A).
- Apreciar la importancia de una actitud afirmativa (A).

10. El programa de factores humanos propio del organismo de mantenimiento:

- Alcanzar una comprensión profunda de la estructura y objetivos del programa de factores humanos propio de la compañía, por ejemplo:
 - El sistema de errores de mantenimiento (C).
 - Enlaces con los sistemas de gestión de la calidad y de la seguridad operacional (C).
 - Notificación disciplinaria y una cultura justa (C).
 - Apoyo de la administración superior (C).
 - Instrucción en factores humanos para todo el personal del organismo de mantenimiento (C).
 - Medidas para tratar problemas (C).
 - Buena cultura de la seguridad operacional (C).
- Apreciar la importancia de notificar incidentes, errores y problemas (A).
- Comprender los tipos de problema que deberían notificarse (C).
- Comprender los mecanismos de notificación (C).
- Comprender la política de la organización y las circunstancias en las cuales las medidas disciplinarias pueden resultar apropiadas y cuando no (C).
- Apreciar que la persona no será injustamente penalizada por notificar o ayudar en investigaciones disciplinarias (A).
- Comprender los mecanismos de la investigación de accidentes (C).
- Comprender los mecanismos de las medidas para enfrentar errores (C).
- Comprender los mecanismos de la retroinformación (C).

— — — — — — — — — —

Apéndice C del Capítulo 5

OTRAS LECTURAS Y REFERENCIAS

- Chandler, T. "Training". Chapter 7 of *FAA Human Factors Guide for Aviation Maintenance*. 1998.
- Dupont, G. "Human Factors Training in the Training Schools". In *Proceedings of the Twelfth Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection*. 1998.
- Goglia, J. "Maintenance Training — a View from the Floor". In *Proceedings of the Third Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection*. 1990.
- Goglia, J. Unpublished statement at the 14th Human Factors in Aviation Maintenance Symposium, Vancouver, 2000, and at the Advances in Aviation Safety Conference, Daytona Beach, 2000.
- Gramopadhye, A., D. Krause, P. Rao and D. Jebaraj. "Team Training for the Aircraft Maintenance Technician: The Aircraft Maintenance Team Training (AMTT) Software". In *Proceedings of the Tenth Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection*. 1996.
- Gramopadhye, A., S. Ivaturi, R. Blackmon and D. Krause. "Teams and Teamwork: Implications for Team Training within the Aircraft Inspection and Maintenance Environment". Chapter 11 of *FAA/AAM Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase V Progress Report*. 1995.
- Joint Aviation Authorities. *Joint Aviation Requirement 145: Approved Maintenance Organisations*, Appendix 9. 2001.
- Lofaro, R. "MRM: it can't be CRM re-packaged". In *Proceedings of the Eleventh Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection*. 1997.
- OACI. *Manual de instrucción sobre factores humanos* (Doc 9683). Montreal, Canadá, 1998.
- Robertson, M., and M. R. Endsley. "Creation of Team Situation Awareness Training for Maintenance Technicians". Chapter 7 of *FAA/AAM Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase VII Progress Report*. 1997.
- Sian, B., and M. Robertson. "Line-oriented Human Factors Training: MRM III". Chapter 3 of *FAA/AAM Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection Research Phase VIII Progress Report*. 1998.
- Taggart, W. "Introducing CRM into Maintenance Training". In *Proceedings of the Third Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection*. 1990.
- U.K. CAA. "An Introduction to Aircraft Maintenance Human Factors for JAR 66, CAP 715". 2002.
- U.K. CAA. *CAP 716: Aviation Maintenance Human Factors*. 2001.
- United Kingdom Human Factors Combined Action Group. *People, Practices and Procedures in Aviation Engineering and Maintenance: A Practical Guide to Human Factors in the Workplace*. UKHFCAG, 1999. [<http://www.raes.org.uk>].

Walter, D., and B. Kanki. "A Human Factors Approach to Aviation Maintenance and Inspection Training: The Task Analytic Training System". In *Proceedings of the Tenth Meeting on Human Factors Issues in Aircraft Maintenance and Inspection*. 1996.

Capítulo 6

POLÍTICA NORMATIVA, PRINCIPIOS Y SOLUCIONES

6.1 INTRODUCCIÓN

6.1.1 Durante muchos años, en el Anexo 6 se han especificado requisitos para asegurar que la tripulación de vuelo opere la aeronave con arreglo a los principios de factores humanos, teniendo en cuenta la actuación humana normal. En 1998, la Enmienda 23 del Anexo 6, Parte I, incluyó requisitos similares de factores humanos para los siguientes aspectos de las actividades de mantenimiento de aeronaves:

- diseño y aplicación del programa de mantenimiento — 8.3.1; y
- instrucción del personal de mantenimiento en un AMO — 8.7.5.4.

6.1.2 Por consiguiente, la reglamentación estatal debería enmendarse o adoptarse para incluir estos requisitos de factores humanos en las actividades de mantenimiento. En este manual se proporciona a los Estados y sus órganos de reglamentación orientación adecuada a este respecto.

6.2 POLÍTICAS Y OBJETIVOS DE REGLAMENTACIÓN

6.2.1 El objetivo principal de introducir reglamentos estatales relativos a los factores humanos consiste en reducir los accidentes e incidentes aéreos debidos a errores durante el mantenimiento. Es también obligación del Estado, como signatario del Convenio de Chicago, implantar y hacer cumplir los reglamentos de conformidad con el Anexo 6.

6.2.2 El órgano de reglamentación aeronáutica del Estado debería elaborar una política para la publicación de material normativo dirigido a asegurar que todos sus explotadores y organismos de mantenimiento de aeronaves conexos introducen interrelaciones apropiadas de factores humanos en el mantenimiento.

6.2.3 La primera, y quizás más importante, consideración de política es cuán detallados y prescriptivos deben ser los reglamentos para lograr un nivel satisfactorio de intervenciones de factores humanos. Los encargados de formular políticas deberían tener en cuenta que en los últimos años se han iniciado programas no prescriptivos en varios Estados y que se ha logrado una exitosa implantación en un número considerable de sus explotadores y organismos de mantenimiento. No obstante, en el Anexo 6 se exige una implantación del 100% y es todavía demasiado temprano para determinar si la persuasión solamente resulta suficiente para cumplir este requisito. El Estado debería considerar cuidadosamente este aspecto y lograr un equilibrio entre la reglamentación detallada y la persuasión que mejor se ajuste a sus circunstancias jurídicas y culturales nacionales.

6.2.4 Una segunda consideración importante sobre políticas es determinar la entidad más adecuada para “dirigirle” los reglamentos de factores humanos. En un Estado en que todos los explotadores realizan su propio mantenimiento, la respuesta es sencilla dado que sólo existe una parte. No obstante, en muchos Estados, los explotadores contratan el mantenimiento a otros organismos y una posible solución sería dirigir todos los reglamentos al explotador, quien luego exigiría el cumplimiento por el organismo de mantenimiento. El explotador debería luego realizar una auditoría de factores humanos de este organismo de mantenimiento y exigir el cumplimiento antes de iniciar los trabajos. Una solución más práctica y equilibrada sería dirigir los reglamentos relativos a la aplicación

práctica de los factores humanos al organismo de mantenimiento. Los reglamentos de factores humanos relacionados con el diseño del programa de mantenimiento en sí se dirigirían luego al explotador.

6.2.5 Una tercera consideración de política es establecer el nivel de intervenciones de factores humanos necesario para producir un resultado satisfactorio. En el Anexo 6 no se proporcionan detalles del nivel requerido pero se sugiere que dependerá de factores como:

- el tamaño, la estructura de gestión y las políticas de cada organización industrial individual;
- los niveles de la experiencia, instrucción y educación en factores humanos en la fuerza laboral de la industria y del órgano de reglamentación aeronáutica;
- el nivel actual de conocimiento de factores humanos y su implantación en la industria;
- los accidentes e incidentes en los que se sabe que los errores de mantenimiento han sido un factor causal; y
- la cultura nacional y el sistema jurídico.

6.2.6 La política normativa debería suponer que los inspectores de mantenimiento del órgano de reglamentación aeronáutica del Estado vigilarán normalmente el cumplimiento por la industria aeronáutica como parte de su proceso de supervisión. Esta política exigirá que estos inspectores cuenten con apropiada instrucción en factores humanos. Por otra parte, convendría que el Estado considere el empleo de inspectores especialistas en factores humanos siempre que esté satisfecho en cuanto a su nivel de experiencia y conocimiento en materia de mantenimiento aeronáutico.

6.3 PRINCIPIOS NORMATIVOS

6.3.1 La condición jurídica de los reglamentos u otros textos de orientación publicados por el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado para la implantación de factores humanos debería ser claro y de preferencia coherente con otros textos estatales existentes. Esta claridad contribuirá a producir una aplicación coherente entre las diversas organizaciones de la industria y también orientará a los inspectores de mantenimiento del Estado en su enfoque de la vigilancia del cumplimiento.

6.3.2 El “espíritu” de los reglamentos debe considerarse tan importante como el cumplimiento específico de la letra real de los mismos. Se recomienda el uso de textos de orientación de carácter no reglamentario y, quizás, reuniones de información cara a cara para mejorar y explicar los factores humanos, sus carencias y sus posibles ventajas.

6.3.3 Los reglamentos y textos de orientación deberían identificar con claridad el órgano o individuo responsable del cumplimiento o adopción de medidas. Por ejemplo, en el Anexo 6 se suponen que las responsabilidades se asignan como sigue:

- el explotador es responsable de diseñar el programa de mantenimiento para que se observen los principios relativos a factores humanos;
- el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado es responsable de evaluar y, cuando se cerciore de que satisface los requisitos apropiados, aprobar el programa de mantenimiento presentado por el explotador;
- el explotador es responsable de asegurar que el AMO aplica el programa de forma que observe los factores humanos (es decir, que la instalación, el personal y los procedimientos del AMO observen los principios relativos a los factores humanos);

- el AMO es responsable de los niveles de la instrucción en factores humanos brindada a su personal; y
- el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado es responsable de evaluar el organismo de mantenimiento y, una vez satisfecho, aprobarlo como AMO.

6.3.4 Los reglamentos de factores humanos no deberían inhibir la práctica (por razones comerciales o de facilitación) de contratar algunas de las tareas y actividades de la industria entre las partes involucradas. Por ejemplo, algunos explotadores contratan al AMO la tarea de elaborar o mantener el programa de mantenimiento. Por supuesto, el Estado puede aceptar tácitamente dichos arreglos siempre que el explotador pueda demostrar que el documento final satisface los requisitos de observar los principios relativos a los factores humanos.

6.3.5 El requisito del Anexo 6 de que el AMO instruya a su personal en principios de factores humanos es claro y en el Capítulo 5 del presente manual se incluye orientación apropiada al respecto.

6.3.6 El requisito del Anexo 6 de que el programa de mantenimiento del explotador trate dos aspectos: primero, el diseño del programa y, segundo, la aplicación del mismo. En la práctica, el explotador diseña el programa de mantenimiento que ha de aplicar el AMO y, por consiguiente, su instalación, procedimientos e instrucciones de trabajo deben observar los principios relativos a factores humanos. Aunque el explotador puede tener control total sobre el diseño del programa de mantenimiento, tiene mucho menos control directo sobre los organismos de mantenimiento que realizan la labor de mantenimiento en sus aeronaves o sus componentes.

6.3.7 Cualquiera sea el equilibrio de tareas y actividades entre el explotador y el organismo de mantenimiento, el explotador sigue siendo el responsable de asegurar que sus aeronaves se mantienen en condiciones de aeronavegabilidad (Anexo 6, Parte I, 8.1.1). Por consiguiente, el explotador debe confiar en que el AMO observa los principios relativos a factores humanos. El explotador debería considerar ese aspecto y, si es necesario, debería confirmarlo, quizás mediante una auditoría, tanto antes como durante el contrato de mantenimiento.

6.4 DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

6.4.1 Los reglamentos del Estado (o los cambios a los reglamentos existentes) para incluir factores humanos deberían reconocer que algunos documentos empleados por el AMO para la aplicación del programa del mantenimiento pueden no necesariamente observar los principios de factores humanos. Por ejemplo, en el Anexo 8 no se requiere específicamente que los documentos de mantenimiento de la aeronavegabilidad expedidos por el titular de certificado de tipo (TC) observen los principios de factores humanos. No obstante, puede ser que las normas industriales, como las expedidas por ATA, den como resultado documentos satisfactorios. Entonces el explotador debería considerar si es necesario realizar “verificaciones de factores humanos” detalladas en las siguientes publicaciones:

- el manual de mantenimiento (es decir las recomendaciones del titular de CT respecto de cómo realizar las tareas);
- información publicada como boletín de servicio o carta de servicio (es decir, los cambios o inspecciones especiales que deben realizarse como resultado de la experiencia en servicio); y
- el manual de control de mantenimiento del AMO con respecto a temas que definen los procedimientos que controlan la aplicación del programa de mantenimiento.

Cuando estas verificaciones de factores humanos o sistemas internos de notificación de la compañía (después de los sucesos) revelan un texto que no observa adecuadamente los principios de factores humanos, el explotador debería notificarlo al originador y considerar la necesidad de transcribirlo de modo que observe los principios de factores humanos cuando es aplicado por el AMO.

6.4.2 En el Anexo 6, Parte I, 11.3.1, se exige que el programa de mantenimiento del explotador contenga la información siguiente:

“las tareas de mantenimiento y los plazos correspondientes en que se realizarán, teniendo en cuenta la utilización prevista del avión”.

A raíz de la introducción de la Enmienda 23 del Anexo 6, Parte I, el explotador tiene la responsabilidad adicional de diseñar un programa que observe los principios relativos a los factores humanos y proporcionar dicha información de modo que pueda ser aplicada por el AMO observando los principios relativos a factores humanos.

6.4.3 El diseño de un programa de mantenimiento tiene dos aspectos: primero, la definición de las tareas reales que han de ejecutarse y segundo, el diseño y presentación del propio documento de programa.

6.4.4 Las tareas y actividades de mantenimiento reales definidas en el programa de mantenimiento deberían tener en cuenta los factores siguientes:

- a) el tipo de operación: sectores breves o largos que requieren una programación diferente de tareas, p. ej., una operación de un sector breve puede dividir las tareas en “paquetes” que pueden realizarse durante la noche, mientras que una operación de sector largo exige un mínimo de tareas programadas a lo largo de días o semanas de trabajo seguidas de un “paquete” de mantenimiento mucho mayor;
- b) la zona geográfica de la operación: p. ej., operación en alta o baja latitud con muy pocas o muchas horas de iluminación diurna invernal cuando la elevada latitud requeriría programar todas las tareas para realizarlas en un hangar a efectos de proteger al personal del frío y proporcionar buena iluminación;
- c) la experiencia del explotador o del AMO en la operación o mantenimiento del tipo de aeronave; p. ej., el personal que es nuevo con respecto a un tipo particular de aeronave probablemente exija más tiempo para realizar sus tareas que aquellos que cuentan con experiencia considerable;
- d) los niveles de instrucción en el tipo de aeronave proporcionado al personal de operación y mantenimiento: p. ej., el personal que ha recibido un nivel mínimo de instrucción sobre el tipo de aeronave probablemente requiera más tiempo para realizar sus tareas que aquellos con instrucción más completa;
- e) el nivel de competencia del AMO, sus procedimientos conexos y sistema de calidad; p. ej., la planificación del personal no sólo debería adecuarse a las tareas reales durante un turno particular sino también a la mano de obra realmente disponible; y
- f) el nivel de competencia del organismo del explotador y sus procedimientos conexos para la operación del programa de fiabilidad (si se aplica al tipo de aeronave); p. ej., un explotador con un buen nivel de recolección y análisis de datos y de estructura de la organización probablemente pueda adoptar mejores medidas correctivas más rápidamente. Como resultado, es probable que la aeronavegabilidad de cada aeronave sea mayor.

6.4.5 El diseño del documento del programa de mantenimiento de aeronaves del explotador debería observar los principios relativos a factores humanos. En el Capítulo 3, 3.10, de este manual figura un texto de orientación adecuado al respecto.

6.5 APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Los reglamentos del Estado u otros textos equivalentes deberían redactarse de modo que la aplicación del programa del explotador por el AMO arroje los resultados siguientes:

- instrucciones laborales del programa de mantenimiento aprobado que puedan ser comprendidas con facilidad precisión directamente por los AME o que puedan ser transcritas para ellos en forma fácil y precisa;
- un entorno e instalaciones de hangar o taller que observen los principios de factores humanos;
- procedimientos, instrucciones y prácticas que permitan al AME (y otro personal del AMO) aplicar el programa de mantenimiento en forma coherente y correcta y dar el visto bueno a una aeronave o componente que satisfaga el diseño de tipo y esté en condiciones de funcionar en seguridad; y
- todo el personal de mantenimiento tiene conocimiento y pericia en factores humanos apropiado a las tareas y responsabilidades asignadas.

Nota.— Todos los titulares de licencias AME que cumplan las disposiciones del Anexo 1, Enmienda 161, (5 de noviembre de 1998) o posteriores deberían tener conocimiento y pericia en factores humanos apropiados a la categoría y alcance de la licencia. No obstante, esta norma puede no siempre alcanzar para la satisfacción de las normas previstas en el Anexo 6 o las del AMO en casos particulares.

6.6 POSIBLES SOLUCIONES DE REGLAMENTACIÓN

6.6.1 En el Anexo 6, Parte I, se exige que el explotador proporcione un manual de control de mantenimiento aceptable para el Estado (8.2.1) y emplee a una persona o grupo de personas para asegurar que todo el mantenimiento se realice de conformidad con dicho manual (8.1.4). El contenido del manual de control de mantenimiento se especifica en el Anexo 6, Parte I, 11.2. Por consiguiente, se requiere que la reglamentación aeronáutica del Estado especifique esta norma como mínimo. No obstante, en el párrafo 11.2 no se incluye una referencia a los factores humanos y los reglamentos del Estado deberían exigir esa inclusión.

6.6.2 El requisito del Anexo 6 de que el personal del AMO tenga instrucción en actuación humana puede satisfacerse mediante un requisito para la aprobación de un organismo de mantenimiento que especifique dicha instrucción para diversas categorías de personal del AMO. Un programa de estudio sugerido para dicha instrucción figura en el Capítulo 5, Apéndice A. El reconocimiento de una licencia de certificado de AME que haya incluido instrucción en factores humanos puede no ser necesariamente suficiente. El AMO y el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado son responsables de esta determinación.

6.6.3 Si el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado considera que la situación actual de la industria aeronáutica en materia de factores humanos en el Estado es satisfactoria, existe la opción de redactar los reglamentos para reflejar las prácticas reales. En el Apéndice A de este capítulo figura un formulario sugerido para un cuestionario a efectos de establecer el nivel actual de conocimiento y aplicación de los factores humanos en el mantenimiento en la industria.

6.6.4 En el caso en que un sector de la industria aeronáutica presente una debilidad conocida o demostrada, el Estado podría decidir reglamentar directamente dicho aspecto. Por ejemplo, en vez de que el explotador asegure que el AMO aplica su programa en forma que observe los principios relativos a factores humanos, los requisitos para la aprobación estatal del AMO podrían incluir temas como:

- el establecimiento y promulgación de una política de seguridad operacional de la aviación en toda la compañía;
- el establecimiento en el AMO de un sistema de gestión de errores de mantenimiento como elemento de una “cultura de la seguridad”;

- un procedimiento específico para el traspaso de turnos que refleje las “mejores prácticas” de la industria;
- la planificación del personal, partes, herramientas y trabajo para tener en cuenta los efectos de la fatiga y la presión en la actuación humana;
- inspecciones duplicadas o específicamente requeridas de puntos críticos o ensayos;
- evitar la inspección y firma de visto bueno al terminar las tareas por parte de personal no autorizado; y
- procedimientos de la compañía redactados e implantados para tener en cuenta los principios relativos a factores humanos.

6.6.5 En el Capítulo 3 de este manual se sugieren varias intervenciones que probablemente resulten beneficiosas y estos temas podrían utilizarse como base de un programa normativo que trate problemas de factores humanos. Por ejemplo:

- intervenciones de la organización;
- comunicación y MRM;
- sistemas de inspección y calidad;
- gestión del error humano;
- captación de errores;
- intervenciones ambientales;
- intervenciones ergonómicas;
- intervenciones documentales;
- intervenciones sobre fatiga; y
- algunas intervenciones sencillas.

Estos tópicos deberían introducirse en un lugar apropiado de los reglamentos o texto de orientación existentes.

6.6.6 Un grupo de Estados signatarios reunió pruebas de resultados de programas introducidos por la industria con carácter voluntario. Estas pruebas indicaron que los programas de factores humanos aportan una contribución importante al mejoramiento de la seguridad operacional de la aviación y reducen los errores de mantenimiento. Como resultado, estos Estados pudieron identificar motivos detallados para modificar sus reglamentos conjuntos para la aprobación de organismos de mantenimiento. Esos motivos y algunos ejemplos de los cambios elaborados para sus reglamentos se resumen en el Apéndice B del presente capítulo.

— — — — —

Apéndice A del Capítulo 6

CUESTIONARIO SUGERIDO PARA LA INDUSTRIA

El siguiente es un cuestionario sugerido para que el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado envíe al AMO o explotador a efectos de obtener información seleccionada sobre el progreso de sus actividades de conocimiento e implantación de los factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves. El cuestionario se ha adaptado del CD-ROM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection* de la FAA.

Sección 1. Información general

Fecha: _____ Nombre: _____

Nombre y dirección de la organización: _____

Tipo de organización (encierre sólo una en un círculo):

Explotador de línea aérea, estación de reparación, organismo de mantenimiento reconocido (AMO)

Años de experiencia en:

— Factores humanos: _____

— Mantenimiento de aeronaves: _____

Sección 2. Finalidad de este cuestionario

La finalidad de este cuestionario es permitir que el órgano de reglamentación aeronáutica del Estado evalúe los aspectos siguientes:

- situación actual de los programas de factores humanos en el mantenimiento en su organización; y
- su conocimiento de los resultados de investigaciones y textos de orientación sobre factores humanos en el mantenimiento aeronáutico.

Sección 3. Situación actual de los programas de factores humanos en el mantenimiento en su organización**PARTE A**

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Muy en desacuerdo</i>	<i>Desacuerdo</i>	<i>Neutro</i>	<i>Acuerdo</i>	<i>Muy de acuerdo</i>
a) Nuestro programa de factores humanos en el mantenimiento se aplica y es activo; O b) Estamos planificando un programa de factores humanos para el personal de mantenimiento; c) Contamos con un activo programa de instrucción en factores humanos para el personal de mantenimiento; O d) Estamos planificando la instrucción en factores humanos para el personal de mantenimiento; e) Nuestra organización cuenta con por lo menos una persona con responsabilidad a tiempo completo para los factores humanos en el mantenimiento; f) Nuestra organización tiene un gran interés en los factores humanos en mantenimiento.					

PARTE B

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>No está seguro</i>
a) Utilizamos carteles como el de “la sucia docena” en algunas partes de nuestra organización; b) Utilizamos información sobre factores humanos de las fuentes siguientes: — CD-ROM sobre factores humanos de la FAA — Manual sobre factores humanos de la AAC — Informes impresos — Sitios Web — Conferencias — Otros (Se ruega identificar).			

PARTE C

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>No está seguro</i>
<p>a) Hemos enviado personas a especializarse en cursos de factores humanos;</p> <p>b) Hemos contratado consultores para dictar cursos sobre factores humanos;</p> <p>c) Tenemos un sistema formal de notificación de errores de mantenimiento que integra factores humanos;</p> <p>O</p> <p>d) Estamos planificando un sistema formal de notificación de errores de mantenimiento que incluya factores humanos;</p> <p>e) Contamos con un sistema de disciplina formal que reconoce la importancia de notificar errores de mantenimiento;</p> <p>f) Tenemos datos de nuestro sistema de notificación de errores de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> — que indican cómo los errores relacionados con factores humanos elevan los costos — que indican cómo las intervenciones de factores humanos bajan los costos <p>g) Hemos realizado una auditoría de factores humanos en nuestro organismo de mantenimiento;</p> <p>h) Pensamos realizar una auditoría de factores humanos. (Sírvaselo citar el cronograma);</p> <p>i) Pensamos utilizar la ayuda para el diseño de documentos (DDA) de la FAA. (Sírvaselo indicar el cronograma).</p>			
<p>Explicaciones, comentarios, sugerencias para la Sección 3:</p>			

Sección 4. Conocimiento de resultados de investigaciones e información sobre el desarrollo en factores humanos**PARTE A**

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Muy en desacuerdo</i>	<i>Desacuerdo</i>	<i>Neutro</i>	<i>Acuerdo</i>	<i>Muy de acuerdo</i>
a) Tengo conocimiento de las condiciones de factores humanos existentes hace 10 años;					
b) Tengo conocimiento de las condiciones de factores humanos existentes hace 5 años;					
c) Tengo conocimiento de las condiciones de factores humanos que existen actualmente.					

PARTE B

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>No está seguro</i>
a) He recibido un CD-ROM de la FAA sobre factores humanos en mantenimiento aeronáutico;			
b) He recibido el Manual de la AAC del Reino Unido Human Factors in Aircraft Maintenance Handbook o CAP 716. (Sírvese indicar cuál);			
c) He recibido información de factores humanos en mantenimiento de aeronaves de otra fuente. (Sírvese indicar cuál);			
d) Representantes de mi organización han concurrido a conferencias sobre factores humanos en mantenimiento aeronáutico. Sírvase indicar el número: 0 - 3 veces Más de 4 veces			

PARTE C

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>No está seguro</i>
¿Han aplicado ustedes resultados/intervenciones de investigaciones en factores humanos en mantenimiento aeronáutico? (Sírvese comentar);			
Explicaciones, comentarios, sugerencias para la Sección 4:			

Sección 5. Valor de los diversos productos y resultados de investigaciones en factores humanos de la FAA

Sírvase indicar su grado de familiarización y el valor que asigna a los siguientes productos de investigaciones en factores humanos de la FAA:

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	<i>N/A</i>
a) Ayuda para el diseño de documentos (DDA) — Familiarización — Valor				
b) Soporte lógico para auditorías ergonómicas de mantenimiento (ERNAP) (1996) — Familiarización — Valor				
c) <i>Human Factors Guide for Aviation Maintenance</i> (versión en sitio Web) (1998) — Familiarización — Valor				
d) El sitio Web www.hfskyway.com (1996-1998) — Familiarización — Valor				
e) ¿Cuál es el valor general del programa de la FAA de investigaciones de factores humanos en el mantenimiento?				
Explicaciones, comentarios, sugerencias para la Sección 5:				

Sección 6. Necesidades percibidas en materia de productos sobre factores humanos en mantenimiento aeronáutico

Sírvase indicar su conformidad o disconformidad con lo siguiente:

<i>Añádanse al final de la sección los comentarios a que hubiere lugar.</i>	<i>Muy en desacuerdo</i>	<i>Desacuerdo</i>	<i>Neutro</i>	<i>Acuerdo</i>	<i>Muy de acuerdo</i>
Mi organización necesita apoyo sobre factores humanos en mantenimiento en los sectores siguientes:					
a) Material didáctico: <ul style="list-style-type: none"> — Material didáctico impreso — Instrucción basada en computadora (CBT) — Instrucción basada en la Web b) Ayudas laborales: <ul style="list-style-type: none"> — Nuevo soporte físico tecnológico para el entorno de mantenimiento de aeronaves — Nuevo soporte lógico tecnológico para el entorno de mantenimiento de aeronaves (p. ej., programación, flujo del trabajo, automatización de procesos y publicaciones electrónicas) — Información sobre cómo realizar auditorías internas de factores humanos c) Información: <ul style="list-style-type: none"> — Sitio Web sobre <i>Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection</i> — CD-ROM anuales sobre <i>Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection</i> — Actualización anual impresa sobre <i>Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection</i> — Conferencias — Circulares de asesoramiento (u otros textos de orientación) sobre factores humanos 					
Explicaciones, comentarios, sugerencias para la Sección 6:					

— — — — —

Apéndice B del Capítulo 6

TEXTO DE REGLAMENTACIÓN SUGERIDO

1. INTRODUCCIÓN

En este apéndice se resumen algunos de los recientes cambios de los reglamentos para la aprobación de un organismo de mantenimiento efectuados por las autoridades conjuntas de aviación (JAA) de Europa. Estos cambios se basan en las mejores prácticas de la industria y en una profunda investigación científica. Tienen por objeto aplicar a la industria de mantenimiento de aeronaves algunos de los buenos principios de factores humanos ya establecidos en las operaciones de vuelo y control de tránsito aéreo. Las JAA declaran además que la propuesta se dirige a cumplir con el Anexo 6, Parte I, Enmienda 23.

2. CAMBIOS A LOS REGLAMENTOS

2.1 En los párrafos siguientes se indican los motivos de algunos Estados para cambiar sus reglamentos y se sugieren algunos textos normativos y de orientación cuyo uso los Estados podrían considerar en sus propios reglamentos. Estos se han adaptado del texto de la JAA conexas.

Interfaz entre diseño y mantenimiento

2.2 *Motivo:* las imprecisiones, ambigüedades, etc., en las instrucciones o información sobre aeronavegabilidad pueden llevar a errores de mantenimiento o fomentar desviaciones. Indirectamente, también pueden fomentar o dar buenas razones para que el personal de mantenimiento sea parte de dichas instrucciones.

2.3 Deberían existir reglamentos y textos de asesoramiento y explicativos de los Estados que exijan que se notifiquen a la organización responsable [normalmente el titular de certificado de tipo (TC)] todo proceso, práctica, información o instrucciones de mantenimiento inexactos, incompletos y ambiguos que figuren en los datos de mantenimiento utilizados por el personal.

2.4 Los textos estatales sugeridos son:

Regla: el AMO debe establecer procedimientos que aseguren que todo procedimiento, práctica, información o instrucción de mantenimiento inexacto, incompleto o ambiguo que figure en los datos de mantenimiento utilizados por el personal de mantenimiento se registren y notifiquen al titular de TC correspondiente responsable de dichos datos.

Texto de asesoramiento: los procedimientos deberían asegurar que cuando el personal de mantenimiento descubra información inexacta, incompleta o ambigua en los datos de mantenimiento, registren los detalles pertinentes. Los procedimientos deberían asegurar que el AMO notifica el problema al titular de TC en forma oportuna. El AMO debería conservar un registro de tal comunicación con el titular de TC hasta que éste haya aclarado el problema, quizás mediante una enmienda de los datos de mantenimiento.

Cultura de la seguridad operacional

2.5 *Motivo:* una cultura de la seguridad operacional dentro de una organización aporta una contribución importante a la reducción de los errores de mantenimiento. Reconociendo que no resulta práctico redactar un requisito que exija una cultura de seguridad, el Estado debería incluir requisitos y textos de orientación que estipulen los elementos que permitirían el surgimiento de dicha cultura.

2.6 Deberían existir reglamentos estatales que exijan:

- a) que el organismo de mantenimiento establezca y publique la política de seguridad operacional del organismo;
- b) identificación del administrador responsable (o Director general) del organismo de mantenimiento como persona encargada de establecer y promover esta política de seguridad; y
- c) un “sistema de notificación interna de sucesos” para la notificación, registro e investigación en “circuito cerrado” de sucesos y peligros para la seguridad operacional.

2.7 Los textos estatales sugeridos son:

Regla 1: el AMO debe establecer una política de seguridad operacional y calidad para el organismo. Esta política se incluirá en el Manual de procedimientos de AMO.

Regla 2: el administrador responsable (o Director general) está encargado de establecer y promover la política de seguridad operacional y calidad requerida.

No cumplimiento de los procedimientos

2.8 *Motivo:* la omisión de cumplimiento de los buenos procedimientos de mantenimiento es más un asunto de educación, cultura de seguridad operacional y disciplina. No obstante, las consecuencias del cumplimiento de procedimientos deficientes pueden minimizarse concentrando el requisito en un sistema que asegure durante la redacción que los procedimientos son exactos, apropiados y reflejan las mejores prácticas.

2.9 Debería existir un reglamento revisado que exija que los principios relativos a factores humanos se han tenido en cuenta al establecer y redactar procedimientos. Los textos de asesoramiento y explicativos deberían recomendar, entre otras cosas, la participación de los usuarios finales en la redacción de los procedimientos, su verificación y validación así como un mecanismo eficaz para notificar errores y ambigüedades y modificar y actualizar los procedimientos.

2.10 El texto estatal sugerido es:

Regla: el AMO debe establecer procedimientos aceptables para el Estado que tengan en cuenta los factores humanos y la actuación humana a efectos de asegurar buenas prácticas de mantenimiento y el cumplimiento de todos los requisitos pertinentes en esta reglamentación que deben incluir una orden o contrato de trabajo claros de modo que pueda devolverse al servicio la aeronave y los componentes de la aeronave en condiciones segura y con arreglo a los reglamentos.

Traspaso de turnos y tareas

2.11 *Motivo:* Esto es un proceso regular que aparece reiteradamente como factor causal en los informes de accidentes e incidentes de aviación.

2.12 Debería existir un requisito que estipule específicamente un procedimiento de traspaso de turnos y tareas que resulte aceptable al Estado. Los textos de asesoramiento y explicativos deberían describir las mejores prácticas sobre la base del conocimiento actual y la investigación científica.

2.13 Los textos estatales sugeridos son:

Regla: cuando sea necesario traspasar la continuación o terminación de una tarea de mantenimiento debido al cambio de turno o de personal, la información pertinente debe comunicarse adecuadamente entre el personal saliente y el personal entrante con arreglo a un procedimiento aceptable para el Estado.

Texto de asesoramiento: el objetivo principal de la información de traspaso es asegurar una comunicación eficaz en el momento de traspasar la continuación o terminación de tareas de mantenimiento. El traspaso eficaz de tareas y turnos depende de tres elementos básicos:

- la capacidad de las personas que dejan el turno de comprender y comunicar los elementos importantes de trabajo o tarea que se traspasa al personal que ingresa;
- la capacidad de las personas que ingresan al turno de comprender y asimilar la información que les proporcionan las personas salientes; y
- un proceso formalizado para intercambiar información entre las personas que salen y las que ingresan y un lugar para efectuar dichos intercambios.

El procedimiento de referencia debería especificarse en el manual de procedimientos del AMO.

Fatiga

2.14 *Motivo:* los efectos adversos de la fatiga humana en los errores de mantenimiento constituyen un hecho bien establecido.

2.15 Debería existir una reglamentación que exija que los procedimientos de planificación del organismo tengan en cuenta las limitaciones de la actuación humana, concentrándose en el aspecto fatiga. Los textos de asesoramiento y explicativos deberían incluir orientación que aplique las mejores prácticas y textos de investigación.

2.16 Los textos estatales sugeridos son:

Regla: la planificación de las tareas de mantenimiento, incluyendo la organización de turnos, debe tener en cuenta las limitaciones de la actuación humana.

Texto de asesoramiento: las limitaciones de la actuación humana, en el contexto de la planificación de tareas relacionadas con la seguridad, se refieren a los límites superior e inferior y a las variaciones de ciertos aspectos de la actuación humana (ritmo circadiano/ciclo corporal de 24 horas) de los cuales deberían ser conscientes los planificadores al programar trabajos y tareas.

Inspecciones duplicadas

2.17 *Motivo:* la captación de errores constituye un elemento importante de la red de seguridad en el organismo de mantenimiento reconocido. Las inspecciones por duplicado deberían ser un medio de captar error de mantenimiento, pero no necesariamente el único punto.

2.18 Debería existir una reglamentación o textos de asesoramiento que recomienden que se considere a las inspecciones duplicadas como posible medio de captación de errores y que proporcionen orientación adicional en cuanto a las circunstancias en que esto podría ser necesario.

2.19 El texto de asesoramiento o reglamentación estatal sugerida es:

Texto de asesoramiento o normativo: deberían establecerse procedimientos para detectar y rectificar errores de mantenimiento que podrían, como mínimo, dar como resultado fallas, funcionamiento defectuoso u otros defectos que pongan en peligro la operación segura de la aeronave. Los procedimientos deberían identificar el método de captación de errores y las tareas o procesos de mantenimiento en cuestión. Un procedimiento típico podría incluir la realización de inspecciones duplicadas donde la tarea o proceso se realice por una persona adecuadamente cualificada y luego, en forma independiente, se verifique y compruebe por una segunda persona debidamente cualificada, o la inclusión de una verificación adicional de funcionamiento o filtraciones/fugas.

Para determinar los aspectos laborales que han de considerarse, las siguientes tareas de mantenimiento, además de cualquier requisito estatal existente para la captación de errores, deberían examinarse en cuanto a su grado de criticidad y vulnerabilidad al error:

- instalación, manipulación y ajuste de los controles de vuelo;
- instalación de motores de aeronave, hélices y rotores;
- reacondicionamiento, calibración o montaje de componentes como motores, hélices, transmisiones y cajas de engranaje;
- experiencias anteriores con errores de mantenimiento, dependiendo de la consecuencia de la falla; y
- información procedente del sistema de notificación de sucesos del Estado requerido por el Anexo 8.

Planificación de tareas, equipo y piezas de repuesto

2.20 *Motivo:* la ausencia de una planificación eficaz puede contribuir a un aumento de la presión de trabajo. A su vez esta presión puede llevar a apartarse de los procedimientos. La desviación respecto de los procedimientos es un factor contribuyente bien conocido en muchos incidentes de aviación.

2.21 Debería existir una reglamentación que aclare el objetivo de la buena planificación. Los textos de asesoramiento y explicativos deberían incluir más orientación sobre elementos que han de considerarse al establecer el procedimiento de planificación.

2.22 Los textos estatales sugeridos son:

Regla: el AMO debería contar con un sistema apropiado al volumen y complejidad del trabajo para planificar la disponibilidad de todo el personal necesario así como de herramientas, equipo, material, datos de mantenimiento e instalaciones a efectos de asegurar la realización segura de la labor de mantenimiento.

Texto de asesoramiento:

- a) Dependiendo del volumen y complejidad de la labor que normalmente realiza el organismo de mantenimiento, el sistema de planificación puede abarcar desde un procedimiento muy sencillo a un complejo montaje de organización que incluya una función de planificación especial en apoyo de la función de producción.

- b) Con el fin de satisfacer los reglamentos estatales para la aprobación de un organismo de mantenimiento, la función de planificación en la producción debería incluir dos elementos complementarios:
- programación por adelantado de la labor de mantenimiento para asegurar que no interferirá adversamente con otro trabajo de mantenimiento con respecto a la disponibilidad de todo el personal necesario, así como la herramienta, equipo, material, datos de mantenimiento e instalaciones; y
 - durante el trabajo de mantenimiento, organización de equipos y turnos de mantenimiento brindándoles todo el apoyo necesario para asegurar la realización del mantenimiento sin indebidas presiones de tiempo.
- c) al establecer el procedimiento de planificación de la producción, debería considerarse lo siguiente:
- logística;
 - control de inventario;
 - metros cuadrados disponibles;
 - estimación de horas-hombre;
 - disponibilidad de horas-hombre;
 - preparación del trabajo;
 - disponibilidad de hangar;
 - coordinación con proveedores internos y externos, etc.; y
 - programación de tareas críticas para la seguridad operacional durante períodos en que el personal esté probablemente más alerta.

Firma de visto bueno a tareas que no se han visto o verificado

2.23 *Motivo:* investigaciones recientes han mostrado que muchas tareas de mantenimiento reciben firma de visto bueno pero no han sido vistas o verificadas por el personal autorizado. Esto puede conducir a un mantenimiento incompleto.

2.24 Debería existir una reglamentación para explicar el significado de “firma de visto bueno” y la necesidad de autoverificación o inspección de la tarea antes de dar la conformidad.

2.25 El texto estatal sugerido es:

Texto de asesoramiento: un visto bueno de mantenimiento es una declaración de la persona competente que realiza o supervisa la labor de que la tarea o grupo de tareas ha sido ejecutada correctamente. El visto bueno se relaciona con una etapa de proceso de mantenimiento y, por consiguiente, difiere de la liberación de la aeronave al servicio. A efectos de prevenir omisiones, toda tarea o grupo de tareas de mantenimiento debería recibir visto bueno firmado. Para asegurar que la tarea o grupo de tareas está completa, sólo se debería firmar después de terminada. El trabajo de personal que no es competente (es decir personal temporario, alumnos, etc.), debería ser verificado por personal autorizado antes de firmarse el visto bueno. El agrupamiento de tareas con fines de firmar su visto bueno debería permitir la identificación clara de las etapas críticas. Los procesos a que se hace referencia, si corresponde, deberían especificarse en el manual de procedimientos de mantenimiento del AMO.

Competencia en factores humanos

2.26 *Motivo:* para asegurar que los principios relativos a factores humanos se aplican eficazmente dentro del organismo, el personal de mantenimiento debe ser competente en la aplicación de dichos principios.

2.27 Debería existir un requisito de establecer la competencia del personal de mantenimiento incluyendo los gerentes. Dicha “competencia” debería incluir la capacidad de aplicar principios de factores humanos. Los textos de asesoramiento y explicativos deberían especificar que la instrucción inicial y continua constituye un medio de asegurar y mantener dicha “competencia”. (Véase el Capítulo 5 de este manual).

2.28 Los textos estatales sugeridos son:

Regla: debe establecerse y controlarse la competencia del personal involucrado en la gestión de mantenimiento o en auditorías de la calidad con arreglo a un procedimiento y a una norma aceptables para el Estado. Además de los conocimientos técnicos necesarios relativos a la función, la competencia debe incluir la comprensión de la aplicación de aspectos de factores humanos y actuación humana relacionados con la función de la persona en el organismo.

Texto de asesoramiento: con respecto a la comprensión de la aplicación de aspectos de factores humanos y de actuación humana, debería evaluarse el personal de mantenimiento, gestión y auditoría de calidad en cuanto a la necesidad de recibir instrucción inicial en factores humanos y, en todo caso, todo el personal de mantenimiento, gestión y auditoría de la calidad debería recibir instrucción continua. Esto se aplica como mínimo a:

- titulares de puestos como gerentes o supervisores;
- AME, personal de certificación, técnicos y mecánicos;
- personal de apoyo técnico, como planificadores, ingenieros y personal de registro técnico;
- personal con habilidades especiales como soldadores y personal de ensayos no destructivos;
- personal de control de calidad y de garantía de calidad;
- instructores en factores humanos;
- instructores técnicos;
- personal del departamento de adquisiciones;
- operadores de equipo terrestre; y
- personal contratado en las categorías anteriores.

Varios

2.29 *Motivo:* a los efectos de coherencia, las definiciones deberían satisfacer las normas internacionales.

2.30 Los reglamentos estatales existentes deberían incluir las definiciones de “principios relativos a factores humanos” y “actuación humana” tomados del Anexo 6.

— — — — —

Apéndice C del Capítulo 6

REFERENCIAS

FAA. *Human Factors Guide for Aviation Maintenance*. (Also on FAA CD-ROM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Ten Years of Research and Development*.) 1998.

Joint Aviation Authorities. *Human Factors in Maintenance Working Group Report*. 2001.

Joint Aviation Authorities. *Joint Aviation Requirement 145: Approved Maintenance Organisations*. 2001.

U.K. CAA. *CAP 716: Aviation Maintenance Human Factors (JAA JAR 145)*. 2001.

Capítulo 7

TEXTOS DE REFERENCIA ADICIONALES

En este capítulo se incluyen textos utilizados como información de apoyo además de las referencias indicadas en los apéndices de cada capítulo de este manual.

Anon. “When the Shift Hits the Fan”. *Flight Safety Australia*. November–December 2000.

Australian Transport Safety Bureau. *ATSB Survey of Licensed Aircraft Maintenance Engineers in Australia*. February 2001.

Bureau of Air Safety Investigation — Australia. *Human Factors in Airline Maintenance; A Study of Incident Reports*. June 1997.

Chaplin, A. “Aircraft Maintenance Personnel are Human Too”. Paper presented at SMi Conference on Aircraft Maintenance Human Factors, London, United Kingdom, September 2000.

FAA. “Strategic Program Plan”. On FAA CD-ROM *Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Ten Years of Research and Development*. 1998.

Global Aviation Information Network (GAIN). *Operator’s Flight Safety Handbook*. June 2000.

ICAO. *Human Factors Digest No. 3 — Training of Operational Personnel in Human Factors* (Circular 227). Montreal, Canada, 1991.

Maurino, D. E. “Education is Key to ICAO’s Human Factors Programme”. *ICAO Journal*. October 1990.

Penny, S. “To Err is Human”. *Aerospace, Royal Aeronautical Society Journal*. March 1997.

Ruitenbergh and Hobbs. *Aviation Resource Management*. Vol. 2. Ashgate, 2000. ISBN 1-84014-974-4.

Saull, J. W. “Reducing Engineering and Maintenance Accidents”. Paper presented at SMi Conference on Aircraft Maintenance Human Factors, London, United Kingdom, September 2000.

Saull, J. W., and R. B. Duffey. Aviation “Events Analysis”. Paper presented at the 53rd Annual International Air Safety Seminar, Flight Safety Foundation, International Federation of Airworthiness, and International Air Transport Association, New Orleans, October 2000.

Saull, J. W., and R. B. Duffey. *Know the Risk*. Butterworth Heineman, 2003.

Tripp, E. G. “Human Factors in Maintenance”. *Business and Commercial Aviation*. April 1999.

U.K. CAA. “CAA Paper 94001: Reliability in Aircraft Inspection; UK and USA Perspectives”. Drury and Lock. March 1994.

U.K. CAA. *Human Factors and Aircraft Maintenance Handbook*. Issue 2. March 1998.

U.K. CAA. “Letter to Operators, LTO 1712”. 1997.

U.K. CAA. *Newslink* newsletter to U.K. licensed aircraft maintenance engineers. Issue 3. July 2000.

UK Health and Safety Executive. *Effective Shift Handover — A Literature Review*. Offshore Technology Report No. OTO 96003. June 1996.

Wootton, R. “Quality Management Systems in Aircraft Maintenance”. Paper presented at the Twelfth FAA/CAA/TC Human Factors in Maintenance Conference, London, United Kingdom, March 1998.

— FIN —

