

SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

ÁREAS RESPONSABLES

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO



MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

VIGENCIA: AGOSTO DE 2011

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACION

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN

SCTSECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

ÁREAS RESPONSABLES

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICODIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

ÍNDICE**CAPÍTULO 1 DEFINICIONES**

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS (INTRODUCCIÓN)	13
DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA EMPLEADA EN LOS ACCIDENTES DE AVIACIÓN	
Accidente	13
Incidente	13
FACTORES CAUSALES	16
CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE AVIACIÓN	16
Daños a las Aeronaves	16
Destruída	16
Daños mayores	17
Daños menores	17
Daños a Personas	17
Lesiones Fatales	17
Lesiones Graves	17
Lesiones Leves	17
Ilesos	17
Tipo de Operación	17
Fase de Operación	17
En tierra	17
Rodaje o Carreteo	18
Despegue	18
En Ruta	18
Aterrizaje	18
Tipo de Accidente	18
Cambio brusco de dirección en Tierra o Agua (Caballito)	18
Aterrizaje de Ala	18
Aterrizaje con el Tren Arriba	18
Amarizaje con el Tren Arriba	19
Hundimiento del Tren de Aterrizaje	19
Retracción del Tren de Aterrizaje	19
Aterrizaje Brusco	19
Nariz Abajo o Proa Abajo	19
Capoteo Inadvertido	19
Aterrizaje Corto	19
Estructura - En tierra	19
Estructura - En el Aire	19
Desprendimiento de Motor	19
Turbulencia	19
Baja ó Pérdida de Presión	19
Accidentes a Personas Causados por Hélices	19

SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

ÁREAS RESPONSABLES

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO



DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Falla de Hélices	19
Hélice o Chorro de los Reactores	19
Estados de Emergencia	19
Aterrizaje Largo	20
Colisión de Aeronaves	20
Impacto - Elevación del Terreno	20
Impacto Contra Objetos	20
Desplome	20
Otras Formas de Pérdida de Mando en el Aire	20
Incendio o Explosión en Tierra	20
Incendio o Explosión en Vuelo	20
Indeterminados	20
Otros	20
Factores causales	21
Operaciones	21
Mantenimiento	21
Meteorología	21
Servicios de Tránsito Aéreo	21
Factores Humanos	21
Indeterminados	22
Otros	22

CAPÍTULO 2 DEL ORGANISMO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN

OBJETIVO	23
POLÍTICA A SEGUIR POR LA CIDAIA	23
DEBERES Y RESPONSABILIDADES DE LOS MIEMBROS DE LA ORGANIZACIÓN	24
Investigador a Cargo	24
Comisión Dictaminadora	25
Grupos de Trabajo	25
REGLAMENTACIONES POR INCORPORAR EN LA LEY GENERAL DE VÍAS DE COMUNICACIÓN EN RELACIÓN CON LOS ACCIDENTES DE AVIACIÓN	26
CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN	26
Instrucción inicial	26
Instrucción en el empleo	26
Curso básico de investigación de accidentes	26
Curso avanzado e instruccional adicional	27
Cursos especializados	27
Respaldo Internacional	27
Aceptación del Anexo 13 de la OACI	27
Definiciones Cap. 2	28
Aplicación	28

SCTSECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

ÁREAS RESPONSABLES

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICODIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Protección de las pruebas, custodia y traslado de la aeronave	28
Notificación	29
Notificación Inicial	29
Notificación Posterior	30
Encuesta	30
Informe Sobre la Encuesta	33
CONCLUSIONES	33

CAPÍTULO 3 CUALIDADES DEL INVESTIGADOR

CUALIDADES DEL INVESTIGADOR	34
OBJETIVO DEL INVESTIGADOR	35
ASIGNACIÓN DEL INVESTIGADOR	35
FACTORES ESENCIALES DE UNA BUENA INVESTIGACIÓN	35
Prontitud	35
Escrupulosidad	36
Sistemas	36
Exactitud	36
EL EQUIPO DEL INVESTIGADOR	36
CONCLUSIÓN	38

CAPÍTULO 4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Objetivo de la investigación de accidentes	39
--	----

CAPÍTULO 5 NOTIFICACIONES Y ACCIONES PRELIMINARES EN LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CLASIFICACIÓN DE LA NOTIFICACIÓN	40
DATOS QUE DEBEN SER DADOS LAS NOTIFICACIONES	40
Notificación inicial	40
Notificación preliminar al centro coordinador	41
ACCIONES POR TOMAR ANTES DE PARTIR AL LUGAR DE LOS HECHOS	41
Funciones de los grupos	42
ACCIONES PRELIMINARES PARA ORGANIZAR LA INVESTIGACIÓN	43
AYUDA PARA EL INVESTIGADOR A CARGO	43
ACCESO A LOS RESTOS	43
PROCEDIMIENTOS	43
IDENTIFICACIONES PARA EL PERSONAL AUTORIZADO	44
SERVICIO DE VIGILANCIA	44
RELACIONES CON LA PRENSA	44

SCTSECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

ÁREAS RESPONSABLES

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICODIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPÍTULO 6 ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

GRUPOS DE TRABAJO PARA LA INVESTIGACIÓN	46
Grupo de Operaciones	46
Grupo de Meteorología	46
Grupo de Tránsito Aéreo	47
Grupo de Mantenimiento	47
Grupo de Estructuras	47
Grupo de Sistemas de Motores	48
Grupo de Instalaciones (sistemas)	48
Grupo de Factores Humanos	48
Grupo de Medicina y/o Forense	49
Grupo Declaraciones de Testigos	49
Grupo Registrador de Vuelo	50
Grupo de Búsqueda y Salvamento	50

CAPÍTULO 7 ESTUDIO PRELIMINAR DEL LUGAR DEL ACCIDENTE Y ESTUDIO DE LOS RESTOS

ACCIÓN INICIAL EN LA ESCENA DEL ACCIDENTE	51
Generalidades	51
Operaciones de Rescate	51
Localización del área del accidente	52
Protección y preservación de los restos y evidencias	52
Reconocimiento general del área de los restos	52
Riesgos	53
Medidas de Precaución	53
Precauciones contra incendio	53
Precauciones cuando existe Carga Peligrosa	54
Fotografía	54
Diagrama de distribución de los restos	54
Examen de las marcas de Impacto y de los Restos	55

CAPÍTULO 8 INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

GENERALIDADES	57
Historial de la tripulación	57
Antecedentes personales	57
Actividades de la tripulación	58
Antes del Accidente	58
Durante el accidente	59



Después del accidente	59
Plan de vuelo	59
Peso y balance	60
Condiciones meteorológicas	60
Pronósticos	61
Análisis de las condiciones meteorológicas	62
Idoneidad del servicio	62
Servicios de control de tránsito aéreo	62
Comunicaciones	64
Navegación	65
Verificación en tierra y en vuelo	66
Registro de las imágenes del radar	66
Mapas y cartas	66
Instalaciones y servicios de aeródromo	67
Pista en uso	67
Plataforma y calles de rodaje	67
Iluminación	67
Documentación	68
Características de performance y de manejo	69
Ensayos en túneles aerodinámicos	69
CUMPLIMIENTO DE LOS REGLAMENTOS, INSTRUCCIONES, ETC.	70
RECONSTRUCCIÓN DE LA ULTIMA FASE DEL VUELO	70
Secuencia del vuelo	71

CAPÍTULO 9 INVESTIGACIÓN DE MOTOPROPULSORES

GENERALIDADES	72
Daño externo	72
Funcionamiento del motor al chocar	73
Motores a turbo reacción	73
Motores alternativos y turbohélice	73
PRUEBAS QUE SE OBTIENEN DEL EXAMEN DE LA HÉLICE	73
Examen de las palas	74
Determinación de la potencia desarrollada al chocar	74
Determinación de la velocidad respecto al suelo al chocar	75
Falla de la hélice durante el vuelo	75
Hélices con velocidad excedida (sobre revolucionadas)	76
POSIBILIDADES DE QUE EL MOTOR HAYA ESTADO FUNCIONANDO EN EL MOMENTO DEL IMPACTO	76
Investigación de la falla o funcionamiento defectuoso de los motores de émbolo	76
Formación de hielo en el carburador	76
Fallas de encendido	77



Agotamiento o alimentación insuficiente de combustible	77
Lubricación	78
Integridad mecánica	78
Averiguación de la falla o funcionamiento defectuoso de motores a turbo reacción	78
Falla del compresor	79
Ingestión	79
Falla de Turbina	80
Paro de motor	81
Tipo y calidad del combustible	81
EFICACIA DEL EQUIPO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	81
PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA	82
DICTAMEN DE LOS ESPECIALISTAS	82

CAPÍTULO 10 INVESTIGACIÓN DE ESTRUCTURAS

INTRODUCCIÓN	84
TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN DE ESTRUCTURAS	84
Técnicas por eliminación	85
TIPOS DE FALLA DE LA ESTRUCTURA	85
Falla de elementos principales	85
Falla parcial o mal funcionamiento	87
EXAMEN INICIAL DEL ÁREA DE LOS RESTOS	87
Fotografías	88
ANÁLISIS DE LABORATORIO	89
Información que se deberá enviar a los laboratorios junto con las piezas	90
BREVE ESTUDIO DE LA TEORÍA BÁSICA DE FATIGA	90
Factores que afectan la resistencia a la fatiga	91
Muecas	91
Descarburación	91
Corrosión	92
Inclusiones	92
Esfuerzos internos	92
Empalmado y ajuste a presión	93
Reconocimiento de las fracturas por fatiga	93
Fallas por fatiga a la flexión	93
Con una media concentración de esfuerzos	94
Con alta concentración de esfuerzos	94
Sin concentración de esfuerzo	94
Fallas por fatiga a la tensión	95
Fallas por fatiga a la torsión	95
Flexión y torsión combinados	95
Tipos de falla que pueden ocurrir	95
Flechas estriadas	96



Flechas estriadas	96
Flechas huecas	96
RECONSTRUCCIÓN DE LA AERONAVE O SUS PARTES PRINCIPALES CON LOS RESTOS	96
Identificación de las piezas	96
Examen de las piezas	97
RECONSTRUCCIÓN EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE	97
RECONSTRUCCIÓN FUERA DEL LUGAR DEL ACCIDENTE	97
CONCLUSIÓN	98

CAPÍTULO 11 INVESTIGACIÓN DE TESTIGOS

OBJETIVO	99
GENERALIDADES	99
ESTUDIO DE LAS DECLARACIONES DE TESTIGOS	99
CLASIFICACIÓN DE LOS TESTIGOS	99
REUNIÓN DE TESTIGOS	100
EVALUACIÓN DE LAS DECLARACIONES	100
CORROBORACIÓN DE LAS DECLARACIONES	100
SELECCIÓN DE TESTIGOS	100
TOMA DE DECLARACIONES	101
DATOS QUE DEBEN DOCUMENTARSE	102
INTERROGATORIO DE PASAJEROS	102
CONCLUSIONES	103

CAPÍTULO 12 INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS ELECTRICOS

GENERADORES, ALTERNADORES E INVERSORES	104
ACUMULADORES	104
UNIDADES TRANSFORMADORAS, RECTIFICADORAS	105
REGULADORES DE GENERADORES, ALTERNADORES E INVERSORES	105
CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	105
PROTECTORES DE CIRCUITO	105
RELEVADORES Y SOLENOIDES	106
MOTORES ELÉCTRICOS	106
CABLES E HILOS ELÉCTRICOS	106
COMPONENTES ELÉCTRICOS: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	106
FOCOS Y BULBOS DE RADIO	107
EJEMPLOS TÍPICOS DE INVESTIGACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	108
Lockheed Electra, Bulbos de receptor VHF de navegación	108
Convair 340, cables eléctricos	108
Filamentos de los focos de alumbrado	109
Boeing 737, barra distribuidora del generador	109

**CAPÍTULO 13 INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS AUXILIARES**

INSTALACIONES DE AIRE A PRESIÓN (PRESURIZACIÓN) AIRE ACONDICIONADO	110
Sobrealimentadores y compresores	110
Instalación de aire extraído de los motores a turborreacción	110
Instalación del sistema de aire acondicionado	110
Sistema de aire a presión a la cabina (presurización)	111
Ductos de aire	111
Instalaciones anti hielo y anti lluvia	111
Equipo descongelador neumático	111
Equipo descongelador térmico	111
Limpiaparabrisas y agentes pluviorepelentes	112

CAPÍTULO 14 INVESTIGACIÓN DE INSTRUMENTOS

GENERALIDADES	113
INSTALACIONES DE TUBOS DE PITOT Y DE PRESIÓN ESTÁTICA	113
ALTÍMETROS	113
INDICADORES DE VELOCIDAD	114
BRÚJULAS	114
INSTRUMENTOS INDICADORES DE ACTITUD DE LA AERONAVES	114
INSTALACIONES DE INSTRUMENTOS INTEGRADOS	115
COMPONENTES DE NAVEGACIÓN	115
INSTRUMENTOS DE LOS MOTORES	115

CAPÍTULO 15 INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS HIDRÁULICOS

GENERALIDADES	116
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	117
Tanques de abastecimiento y fluidos	117
Bombas hidráulicas	117
Acumuladores del sistema hidráulico	118
Reguladores de presión y válvulas de seguridad	118
Múltiples y módulos de presión	118
Válvulas selectoras y actuadores	118
Filtros e instalación de tuberías	119
COMPONENTES HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	119

CAPÍTULO 16 INVESTIGACIONES DE CONTROLES DE VUELO

GENERALIDADES	120
---------------	-----



Huisillo del estabilizador horizontal	120
Componentes diversos	120
Piloto automático	120
Componentes de mando de vuelo (pruebas de funcionamiento)	120
INVESTIGACIÓN DE CONTROLES DE VUELO	121
INSTALACIONES PARA DESCUBRIR Y DOMINAR LOS INCENDIOS	121
Detectores de incendios	121
Instalaciones de extinción de incendios	121
Extintores portátiles	121
INSTALACIÓN DE OXIGENO	121
Cilindros de oxígeno	121
Tuberías y acoplamiento	122

CAPÍTULO 17 INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Y SISTEMAS DE OXIGENO

GENERALIDADES	123
Evacuación	123
MEDIDAS PREVIAS AL ACCIDENTE	123
MEDIDAS POSTERIORES AL ACCIDENTE	125
BÚSQUEDA	126
SALVAMENTO	126
EXTINCIÓN DEL INCENDIO	127

CAPÍTULO 18 INVESTIGACIÓN DE FACTORES HUMANOS

GENERALIDADES	129
UTILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS	130
Reconstrucción de los Hechos	130
INGENIERÍA ERGONÓMICA Y SUPERVIVENCIA	131
IDENTIFICACIÓN	131
INFORMACIÓN PRELIMINAR	132
ACTIVIDADES EN EL LUGAR DEL SINIESTRO	132
Instalaciones, servicios y equipo	132
PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA FASE DE RECUPERACIÓN	133
Actividades en el depósito de cadáveres	135
Instalaciones y Equipo	135
IDENTIFICACIÓN DE LOS CADÁVERES	136
Principios	136
PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN	137
REUNIÓN DE INFORMACIÓN ACERCA DE LOS PRESUNTOS MUERTOS	138
Cotejo de las anotaciones	140

SCTSECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

ÁREAS RESPONSABLES

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICODIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

INDICIOS DIMANANTES DEL EXAMEN PATOLÓGICO	140
Descubrimiento de alguna enfermedad o deterioro de las facultades de un tripulante	140
Examen de los pasajeros y de los tripulantes	141
CORRELACIÓN CON LA INSPECCIÓN DE LOS RESTOS DE LA AERONAVE	142
La Cabina de Mando	142
El compartimiento de pasajeros	142
La naturaleza y causa de las lesiones en el momento en que se produjeron	143
LA DETERMINACIÓN DE LA CAUSA DE MUERTE DE CADA PERSONA	143
Entrega de los restos mortales y de los efectos personales	144
CUANDO EL ACCIDENTE NO OCASIONA MUERTES	144
OTROS ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS	145
Fichas médicas y personales de la tripulación de vuelo	145
LAS DIFICULTADES PROPIAS DE CADA VUELO	146
RESUMEN	147

CAPÍTULO 19 INVESTIGACIÓN DE REGISTROS DE MANTENIMIENTO

GENERALIDADES	149
AERONAVES GRANDES DE TRANSPORTE	149
AERONAVES PEQUEÑAS	150
COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	150
TRANSMISORES Y RECEPTORES	150
RADIOGONIÓMETROS AUTOMÁTICOS (ADF)	151

CAPÍTULO 20 INVESTIGACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN Y RADIONAVEGACIÓN

TRANSMISORES Y RECEPTORES	152
RADIOGONIÓMETROS AUTOMÁTICOS (ADF)	152

CAPÍTULO 21 COLISIONES EN VUELO

GENERALIDADES	153
DETERMINACIÓN DE LAS POSIBLES TRAYECTORIAS DE LA AERONAVE	153
REGLAS A CONSIDERAR	153
IGUALDADES TRIGONOMÉTRICAS	155
Ejemplo 1	156
Ejemplo 2	157
METODO GRAFICO	158



Colisión de dos aeronaves volando en diferentes planos (horizontal como vertical)	158
Problema de ejemplo que implica movimiento horizontal y vertical	159
CONCLUSIONES	161

CAPÍTULO 22 REGISTRADORES DE VOZ Y VUELO

GENERALIDADES	162
REGISTRADORES DE DATOS DE VUELO (FDR)	162
Finalidad del registrador de datos de vuelo	162
Selección de parámetros	163
Instalación y protección	163
Sistemas de registro	164
Sistema de grabación en banda metálica	164
Sistema fotográfico	164
Sistema electromagnético	165
Traslado y manipulación de los medios registrados	165
Sistema de grabación en banda metálica	165
Sistema fotográfico	166
Sistemas electromagnéticos	166
Lectura y análisis	166
Lectura	166
Análisis	167
Nuevos avances	168
REGISTRADORES DE LA VOZ EN EL PUESTO DE PILOTAJE (CVR)	168
Generalidades	168
Finalidad del registrador de voz	168
Selección de parámetros	169
Instalación y protección	169
Traslado y manipulación	170
Lectura y análisis	170
Notas técnicas	170

CAPÍTULO 23 ENTRENAMIENTO EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

GENERALIDADES	172
---------------	-----



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

DEFINICIONES

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Todos los accidentes de aviación deben investigarse debidamente para aplicar las medidas preventivas correspondientes, a fin de tratar de evitar que se repita.

Independientemente del aspecto humano que es tan importante, los accidentes ocasionan fuertes pérdidas económicas en el medio aeronáutico, por lo que es de vital importancia que todo suceso que haya originado lesiones graves o fatales a las personas y/o daños leves o substanciales a las aeronaves, se investigue minuciosamente para determinar ¿QUÉ SUCEDIÓ?, ¿POR QUÉ SUCEDIÓ? y ¿CÓMO EVITAR QUE VUELVA A SUCEDER?

De aquí la importancia que reviste, el que, los diferentes núcleos aeronáuticos cuenten con personal debidamente especializado en la materia y cuya misión sea el determinar adecuada y rápidamente las causas y circunstancias de los accidentes, para así poder dictar medidas preventivas y emitir programas de seguridad que eviten la repetición de sucesos similares.

DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA EMPLEADA EN LOS ACCIDENTES DE AVIACIÓN.

Se han tenido diversas definiciones de “ACCIDENTE”, entre las cuales se encuentran:

“Todo suceso por el cual se cause la muerte o lesiones graves a personas a bordo de la aeronave o bien, se ocasionen daños o roturas estructurales a la aeronave, o por el que la aeronave desaparezca o se encuentre en un lugar inaccesible”. (Artículo 79 de la Ley de Aviación Civil y su Reglamento)

La definición de accidente que será utilizada es la expuesta en el Anexo 13 de la OACI, en donde Accidente es:



“Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave que ocurre dentro del periodo comprendido entre el momento en que una persona entra a bordo de la aeronave con intención de realizar un vuelo, y el momento en que todas las personas han desembarcado, durante el cual:

- a) Cualquier persona muere o sufre lesiones graves a consecuencia de:
 - Hallarse en la aeronave.
 - Por contacto directo con cualquier parte de la aeronave, incluso las partes que se hayan desprendido de la aeronave.
 - Por exposición directa al chorro de un reactor.

Excepto cuando las lesiones obedezcan a causas naturales, se las haya causado una persona a sí misma o hayan sido causadas por otras personas o se trate de lesiones sufridas a pasajeros clandestinos escondidos fuera de las áreas destinadas normalmente a pasajeros y a la tripulación.

- b) La aeronave resultaron daños o roturas estructurales que:
 - Afectan adversamente su resistencia estructural, su performance o sus características de vuelo.
 - Que normalmente exigen una reparación importante o un nuevo cambio del componente afectado.

Excepto por falla o daños al motor, cuando el daño se limita al motor, su cubierta, accesorios o daños limitados a sus hélices, extremos de ala, antenas neumáticos, frenos o fuselados, pequeñas abolladuras o perforaciones en el revestimiento de la aeronave.

- c) La aeronave desaparece o es totalmente inaccesible.
 - Una aeronave se considera desaparecida cuando se da por terminada la búsqueda oficial y no se han localizado los restos”.

Para uniformidad estadística, toda lesión que ocasione la muerte dentro de los treinta días contados a partir de la fecha en que ocurrió el accidente.

La mayoría, de Estados Contratantes, al adoptar esta definición uniforme, han impuesto en sus reglamentos la obligación de que el piloto, propietario o explotador de una aeronave notifique a la Autoridad Investigadora todo hecho que ocurra y que esté comprendido dentro de la definición. Por lo tanto, la información de que ha ocurrido, constituye el punto de partida para empezar toda investigación apropiada a las circunstancias.



No obstante, ocurren todos los días muchos incidentes en los que no hay lesiones ni daños, pero los cuales pueden poner gravemente en peligro la seguridad de la aeronave. Entre estos, pueden incluirse las emergencias que se resuelven satisfactoriamente en vuelo.

La investigación completa de esos incidentes proporciona frecuentemente más información básica que puede utilizarse para los fines de la prevención de accidentes, que la que puede obtenerse de la investigación, completa de un desastre de aviación. Es tan amplia la variedad de incidentes que es difícil dar una definición adecuada y no se puede obligar que se notifique un hecho que no puede definirse. Por lo anterior se sugiere la siguiente definición.

INCIDENTE. Se define como: “Cualquier suceso que ponga en peligro la seguridad de una aeronave, en vuelo o en tierra que no esté catalogado dentro de la definición de Accidente”.

Como no es posible realizar ninguna investigación sin tener conocimiento del hecho ocurrido, debe procurarse que se conozca, alentando a que se sigan programas de seguridad de aviación, en los cuales se insista tanto en las medidas preventivas más que en las punitivas, que los pilotos y explotadores estén dispuestos a cooperar sin crearles situaciones embarazosas como resultado de la información que han dado voluntariamente. Los explotadores son quienes pueden realizar mejor la investigación de incidentes si los estimulan vigorosamente para que la hagan. La investigación de incidentes no debe desatenderse nunca sino que debe realizarse con la misma tenacidad que si se tratara de un accidente grave que por su carácter es objeto de una noticia mundial.

La investigación de accidentes ha puesto de manifiesto frecuentemente otros incidentes anteriores que no se tuvieron en cuenta por considerarse insignificantes cuando ocurrieron. El conocimiento adquirido retrospectivamente de la investigación de un accidente ha demostrado que dichos incidentes, si se hubieran investigado e interpretado en forma apropiada, podrían haber sido la base de medidas preventivas que hubieran evitado que ocurriera el accidente objeto de la investigación.

El fin primordial de la investigación de accidentes y de la preparación de informes al respecto, es el permitir la comparación de muchos de esos informes y de observar qué causas tienden a repetirse. Tales causas pueden entonces identificarse claramente y ponerse en conocimiento de las autoridades responsables. Esto puede hacerse técnicamente si el investigador dedica todos sus esfuerzos a la tarea de descubrir todos los hechos pertinentes y de informar sobre los mismos en forma exacta y completa.

FACTORES CAUSALES.

Los factores causales de un accidente pueden definirse como todo acto, omisión, condición o

circunstancia que contribuyó al accidente. Frecuentemente son secundarios, pueden estar ocultos y clasificarse como factores causales solamente si se resuelve que la falta u omisión de alguno de ellos. La experiencia ha demostrado que se tiene que centrar la atención en la causa principal y como consecuencia, determinar mediante un análisis de los datos y hechos ocurridos, las causas secundarias que dieron origen al accidente para así proporcionar información útil para prevención de accidentes y programas de seguridad aeronáutica. La investigación debe revelar claramente todos los factores causales con el fin de que puedan analizarse en forma adecuada.

CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE AVIACIÓN.

El siguiente método de clasificación de accidentes y de factores causales tiene por objeto proporcionar información uniforme a quienes tienen la tarea de compilar y analizar los datos estadísticos.

La adopción de un método uniforme de clasificación permitirá recopilar los datos estadísticos de accidentes de aviación sobre normas internacionales. Cuanto mayor sea el número de muestras reunidas más exactas serán las conclusiones resultantes. Esto será especialmente útil a los países más pequeños que no pueden hacer estudios estadísticos solamente a base de sus propias y limitadas cifras de accidentes. Sin embargo, si se les da una base de comparación, esas cifras limitadas constituirán una contribución estadística útil a la cifra total.

El análisis de dichos datos puede facilitar la identificación de prácticas peligrosas, de condiciones que pueden provocar accidentes y servir de guía rápida y útil para iniciar medidas tendientes a impedir que se repitan.

Daños a las Aeronaves.

- **DESTRUIDA:** Cuando la aeronave queda totalmente destruida (no es posible recuperar la aeronave o alguna de sus partes) a consecuencia del impacto, fuego o cuando la aeronave se considera pérdida total por inmersión en el Mar.
- **DAÑOS MAYORES:** Cuando la aeronave sufre daños ó roturas estructurales que afecten adversamente a la resistencia estructural ó a las características de vuelo de la aeronave y que normalmente exigen una reparación importante ó el cambio del componente afectado. Se excluyen concretamente los siguientes tipos de daños; falla de motor, daños limitados a un motor, carenas ó capós deformados, revestimiento abollado, pequeñas perforaciones en el revestimiento metálico ó en la tela, daños en las palas de las hélices durante el rodaje, daños en las llantas, accesorios del motor, frenos ó puntas de ala.
- **DAÑOS MENORES:** Cuando sólo es necesario realizar una reparación menor, o el



cambio un componente que no afecte adversamente la estructura o resistencia de las características de vuelo de la aeronave sin tener que permanecer la aeronave en tierra.

Daños a Personas.

- LESIONES FATALES: Muerte inmediata, o bien, que las lesiones sufridas, provoquen la muerte dentro de los treinta días naturales posterior al accidente.
- LESIONES GRAVES: Cualquier lesión sufrida que requiera hospitalización durante más de 48 horas, fracturas, hemorragias, lesiones internas o quemaduras de segundo o tercer grado en más del 5% del cuerpo como producto del accidente.
- LESIONES LEVES: Cualquier lesión y/o herida que no requiera de hospitalización, que pueda ser atendida por cualquier médico de los servicios de emergencia, es decir, que no resulte incapacitante, resultado del accidente.
- ILESO: No existe ningún tipo de lesión producto del accidente.

Tipo de Operación.

Se refiere al tipo de operación al que está destinada la aeronave, es decir, el tipo de servicio que proporciona, dentro de los cuales se encuentran: Transporte público regular, Transporte público no regular, Comercial, Negocios de transporte de personal ejecutivo, Privado, Transporte que no se realiza por alquiler ni es profesional, Instrucción y que comprende los vuelos de prácticas, vuelos de capacitación, etc., Fumigación, Carga, Taxi aéreo, Otros tipos.

Fase de Operación.

Se refiere a aquella durante la cual ocurre un accidente. Los datos se explican por sí mismos y se dividen en cinco grupos principales con subdivisiones de cada uno de ellos en la siguiente forma:

- EN TIERRA: Comprende todos los accidentes que ocurren mientras los motores de la aeronave se ponen en marcha, funcionan a marcha lenta o se está trabajando en ellos. También comprende los incendios, lesiones, etc., que ocurran como resultado de lo anterior.
- RODAJE O CARRETEO: Comprende todos los accidentes que ocurren mientras la aeronave rueda en tierra o se desliza en el agua por sus propios medios, excluye los que ocurren durante la carrera de despegue (después de aplicar potencia para el despegue) y en la carrera de aterrizaje (antes de aplicar potencia para el rodaje).
- DESPEGUE: Comprende todos los accidentes que ocurren entre el momento en que se aplica potencia para el despegue (y la aeronave avanza) y el momento en que el piloto hace la primera reducción de potencia de motor. "DESPEGUE FRUSTRADO" se utiliza cuando el piloto decide interrumpir el despegue antes de que la aeronave haya alcanzado altitud suficiente para maniobrar.



- EN RUTA: Comprende todos los accidentes que ocurren entre el final del ascenso de despegue y el principio de la aproximación para aterrizar.
- ATERRIZAJE: Comprende todos los accidentes que ocurren cuando se trata intencionalmente de aterrizar la aeronave, comprendida la aproximación inicial, etc. "IDA AL AIRE" corresponde a los accidentes que ocurren durante la interrupción de un aterrizaje, desde el momento que se aplica potencia para dar la vuelta, hasta que el piloto hace la primera reducción de potencia. Excluye los "TOQUES Y DESPEGUES".

Tipo de Accidente.

Indica las circunstancias inmediatas en que ocurre el accidente; no debe confundirse con los factores causales que se han clasificado por separado. Excepto en casos de accidentes que ocurran en vuelo (por ejemplo una colisión o el desprendimiento de un motor, a los cuales puede seguir un aterrizaje satisfactorio) el tipo básicamente es una descripción de la forma en que la aeronave da contra la superficie o contra algún objeto unido a éste. Así pues, es posible que ocurra un accidente de tipo aterrizaje con el tren replegado durante la fase de despegue. En algunos casos puede ser aplicable más de un tipo a un accidente dado, por ejemplo, una entrada larga también puede ser un accidente de "NARIZ ABAJO".

- CAMBIO BRUSCO DE DIRECCIÓN EN TIERRA O AGUA (CABALLITO): Pérdida del mando de dirección o desvió súbito de la aeronave durante el rodaje, despegue, aterrizaje ó amaraje (excepto la entrada larga).
- ATERRIZAJE DE ALA: Los casos en que la aeronave arrastra un extremo del ala al aterrizar.
- ATERRIZAJE CON EL TREN ARRIBA: Todos los casos en que no baja y se asegura el tren de aterrizaje antes de que la aeronave entre en contacto con el suelo. Incluye la retracción prematura. Excluye los hundimientos debido a falla o funcionamiento defectuoso del mecanismo.
- AMARIZAJE CON EL TREN ARRIBA: Aplicable solamente a las aeronaves de tipo anfibios.
- HUNDIMIENTO DEL TREN DE ATERRIZAJE: Comprende la retracción debida a falla mecánica distinta del funcionamiento defectuoso del mecanismo de retracción.
- RETRACCIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE: Comprende la retracción del tren de aterrizaje debido a funcionamiento mecánico defectuoso del mecanismo de retracción o a la retracción inadvertida del tren de aterrizaje por la tripulación.
- ATERRIZAJE BRUSCO: Desplome sobre la pista o choque contra ella u otra área de aterrizaje prevista.
- NARIZ ABAJO O PROA ABAJO: Contacto con la pista o superficie con la nariz o proa pero sin caer sobre el dorso.
- CAPOTEADO INADVERTIDO: La aeronave cae completamente sobre el dorso.
- ATERRIZAJE CORTO: Aterrizaje efectuado antes de llegar a la pista o al espacio



destinado para ello. Comprende los choques ya sea con traía superficie o contra objetos si ocurre en las circunstancias anteriores.

- **ESTRUCTURA EN TIERRA:** Comprende los casos resultantes de fallas estructurales en tierra mientras la aeronave se encuentra operando.
- **ESTRUCTURA EN EL AIRE:** Comprende todos los casos resultantes de falla estructural mientras la aeronave está en vuelo. También comprende las fallas estructurales cuando se ha realizado un aterrizaje seguro sin más daños. Asimismo comprende las fallas de puertas, carlingas, cabinas, tolvas, ventanas, etc.
- **DESPRENDIMIENTO DE MOTOR:** Todo accidente en que se desprende durante el vuelo uno o más motores (no si el desprendimiento es debido al contacto con algún objeto externo).
- **TURBULENCIA:** Los casos en que la aeronave opera durante el vuelo, dentro de fuerte turbulencia que da lugar a lesiones de una o más personas. Si se producen daños a la aeronave, el accidente debe clasificarse como de estructura en el aire.
- **BAJA O PÉRDIDA DE PRESIÓN:** Cuando una cabina a presión pierde inmediata o progresivamente accidental mente la presión debido a falla de la estructura, impacto, etc.
- **ACCIDENTES A PERSONAS CAUSADOS POR HÉLICES:** Cuando una hélice funcionando, es causa de muertes o lesiones.
- **FALLA DE HÉLICES:** Cuando se sabe que se ha producido la falla de una pala, u otra parte relacionada con una hélice.
- **HÉLICE O CHORRO DE LOS REACTORES:** Cuando se producen daños debido a ellos.
- **ESTADOS DE EMERGENCIA:** Cuando la aeronave declara que tiene una situación difícil que pone en riesgo la operación pero que pueden ser resueltas satisfactoriamente, como por ejemplo: aterrizajes preventivos, aterrizajes forzosos, aterrizajes forzosos simulados, falla de uno o más motores en el despegue, falla de uno o más motores en vuelo normal de crucero.
- **ATERRIZAJE LARGO:** Aterrizaje efectuado con demasiada velocidad o demasiado lejos hacia el final de la pista o del espacio destinado para ello, a consecuencia de lo cual la aeronave:
 - a) Sobrepasa el extremo de la zona de aterrizaje, comprendidos los choques que puedan ocurrir contra objetos.
 - b) Cambia bruscamente de dirección, proa baja o capoteo, o retracción del tren de aterrizaje para no salirse de la pista o de la zona prevista de aterrizaje.
 - c) Aterrizaje más allá de la zona de aterrizaje.
- **COLISIÓN DE AERONAVES:** Se explica por sí mismo, cuando dos aeronaves colisionan en vuelo, en tierra, durante vuelo controlado, ya sea contra el terreno o contra el agua. Se excluyen los impactos precedidos por pérdida de mando, incendio, explosiones o fallas de la estructura.



- **IMPACTO POR ELEVACIÓN DEL TERRENO:** Cuando una aeronave no puede salvar la elevación del terreno que existe a lo largo de su trayectoria de vuelo, al igual que en el vuelo controlado hacia el terreno.
- **IMPACTO CONTRA OBJETOS:** Impacto con cables, postes, luces de pista o de aproximación, árboles, vallas, residencias, edificios, torres eléctricas, peligros en los aeropuertos y otros choques.
- **DESPLOME:** Comprende todos los accidentes en los cuales la aeronave entra en pérdida de velocidad (desplome) o en barrena precipitándose contra el suelo o contra el agua. Excluye los aterrizajes bruscos, choques, explosiones, etc.
- **OTRAS FORMAS DE PÉRDIDA DE MANDO EN EL AIRE:** Comprende otros accidentes en que la aeronave se precipita al suelo sin poderla gobernar debido a "hundimiento", resbalamiento de ala, guiñada, etc.
- **INCENDIO O EXPLOSIÓN EN TIERRA:** Todos los incendios o explosiones en tierra, ya sea al realizar la recarga de combustible, durante el carreteo, en la revisión pre vuelo, etc., excepto cuando estallan después de un impacto.
- **INCENDIOS O EXPLOSIONES EN VUELO:** Incendio, explosión o humo denso que se produce cuando la aeronave está en vuelo.
- **INDETERMINADOS:** Cuando no puede determinarse el tipo de accidente.
- **OTROS:** Los tipos de accidentes no considerados en los anteriores.

Factores causales.

Esta es una categoría, muy importante que ha experimentado cambios muy marcados en el transcurso de los años. Al principio se utilizaron factores causales más o menos de molde, en número limitado y se adaptaron a las circunstancias. Más tarde se creó un grupo mayor de dichos factores que abarcaría casi todas las causas que era probable ocurrieran observando la interrelación entre dichos factores.

De esta manera, ahora es posible determinar una causa principal indicando también los factores secundarios, dando así igual importancia a todos los factores relacionados con el accidente para que se verifiquen detenidamente.

Los factores se pueden enumerar por grupos principales y con subdivisiones dentro de éstos, entre los que se encuentran:

OPERACIONES: Son los hechos relativos al historial de vuelo, actividades de la tripulación en las fases finales del vuelo, durante y después del accidente. Esto incluye el planeamiento del vuelo, despacho, peso y balance, información recibida de las condiciones meteorológicas, comunicaciones con los Servicios de Tránsito Aéreo, escalas en ruta, reabastecimiento de combustible y la trayectoria final del vuelo, entre otros. Así mismo, se deben tomar en cuenta los datos aportados por los

registradores de Voz y Datos de vuelo.

MANTENIMIENTO: Historial de mantenimiento de la aeronave, registro de los tiempos de la aeronave, motores, planeador, componentes, tiempo de vuelo, tiempo de la última revisión y/o reparación menor o mayor, así como los reportes de fallas o defectos de funcionamiento que pudiera haber. Incluyendo las instalaciones (de combustible, aceites, hidráulicas, eléctricas, de radiocomunicación, navegación, presión, neumática, protección de lluvia, anti hielo, extinción de incendio, posición de interruptores, etc.), presencia de impurezas en el depósito de combustible, entre otros.

METEOROLOGÍA: Información relativa a las condiciones meteorológicas prevalentes en el momento del accidente, pronósticos meteorológicos, informes del piloto, condiciones de altura, visibilidad, temperatura, entre otros.

SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO: Comprende las comunicaciones, registros e información con la que cuente los Servicios de Tránsito Aéreo proporcionados antes, durante e incluso posterior al accidente; aquí también se incluirán las imágenes de la pantalla radar, transcripciones y grabaciones de audio de las comunicaciones establecidas con la aeronave.

FACTORES HUMANOS: Dentro de los factores atribuibles a los Factores humanos, hay una muy amplia variedad de factores a considerar, ya que éstos incluyen a cada una de las personas involucradas en el desarrollo del vuelo; anteriormente, sólo se atribuía el “error humano” a la tripulación de vuelo, con el paso del tiempo y el crecimiento en la investigación de accidentes, se pudo considerar, dentro de éstos factores, las actuaciones de todas aquellas personas involucradas, por ejemplo: Tripulación de vuelo como pilotos, copilotos, sobrecargos, ingeniero o mecánico a bordo (en lo relativo a la experiencia, capacitación y adiestramiento, toma de decisiones, resolución de problemas, aptitud, conocimiento de la aeronave, etc.) Personal de tierra (aleros, despachadores, personal de combustibles, mecánico, jefe de pilotos, instructores, etc.), Controladores de tránsito aéreo, así mismo, se debe considerar la parte Médica y aptitud psicofísica del personal involucrado. De igual forma, se debe considerar tanto las actividades, errores u omisiones que forman parte de la génesis del accidente.

INDETERMINADOS: Cuando los factores contribuyentes no pueden determinarse, ya sea por su origen o por ser inaccesibles.

OTROS: Son aquellos que no se encuentran contemplados en todos los anteriores.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPÍTULO 2.

DEL ORGANISMO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN.

OBJETIVO

- a) Establecer políticas y procedimientos que rijan la prevención y la investigación de accidentes e incidentes de aviación.
- b) Localizar y consolidar los recursos de investigación para fijar responsabilidades en una sola entidad que debe responder a las necesidades operacionales durante todas las fases de la prevención e investigación.
- c) Hacer más expedita la ejecución de las investigaciones, procedimientos y preparación de los reportes finales.
- d) Mejorar las técnicas y procedimientos de la prevención e investigación.
- e) Elaborar, mantener al día y supervisar la correcta aplicación de los Reglamentos relacionados con la prevención e investigación de accidentes.
- f) Impartir entrenamiento adecuado a todo el personal de Oficiales de Seguridad e Investigadores, con el fin de que conozcan las técnicas, procedimientos y responsabilidades que lo afectan.
- g) Promover la seguridad en tierra y en vuelo a través de todos los medios posibles, incluyendo conferencias y pláticas de seguridad con el personal de mantenimiento y vuelo de las diferentes compañías aéreas.
- h) Seleccionar cuidadosamente el personal necesario para intervenir en la investigación de un accidente aéreo.

POLÍTICA A SEGUIR POR LA CIDAIA.

En los accidentes que atraen la atención pública, oficial o que son particularmente significativos para futuras actividades en la prevención de accidentes, la investigación deberá realizarse en equipo, bajo el control y dirección del Investigador a Cargo. El control directo y la supervisión sobre el equipo, en el lugar del accidente y durante la fase de campo de la investigación, es responsabilidad del mismo Investigador a Cargo (IAC).

Las instrucciones y direcciones sobre el curso de la investigación, deberán impartirse por el IAC, a través de los canales normales de supervisión. El IAC deberá comunicar a la Dirección todos los aspectos y actividades de mayor importancia durante la investigación haciendo uso de los medios más expeditos de que se disponga. Los Jefes de grupo y los especialistas asignados al equipo podrán comunicarse con otras unidades y/o con los supervisores a fin de obtener el asesoramiento técnico necesario; en estos casos coordinará su investigación, es responsabilidad del mismo Investigador a Cargo (IAC). Las personas que pueden ser de alguna utilidad para los fines de la investigación, podrán invitarse a participar como miembros del Equipo Investigador.

Dicha invitación se hará a discreción para los siguientes especialistas:

- ➔ Colegios de Profesionalistas.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- ➔ Personal independiente de los Colegios de Profesionistas y que sean especializados en alguna de las materias.
- ➔ Especialistas extranjeros.

Cabe hacer notar que todos los participantes deberán aceptar estar bajo la dirección y supervisión del IAC. La información de los hechos será dada a los propietarios, explotadores o personal involucrado por medio del IAC y cuando el suceso sea de índole política, será a través de la Dirección de Comunicación Social de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en coordinación con el IAC. Por lo que no podrá proporcionar se ningún tipo de información a los medios de comunicación, así como ninguna otra persona, dependencia o institución estará autorizada a proporcionar información sobre el desarrollo de la investigación.

DEBERES Y RESPONSABILIDADES DE LOS MIEMBROS DE LA COMISIÓN INVESTIGADORA Y DICTAMINADORA DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACION.

Establecer políticas para la conducción de las investigaciones.

Investigar todos los hechos, condiciones, circunstancias y causa probable que circunden un accidente de carácter civil.

Autorizar el acceso al lugar del accidente a las personas que participan en la investigación.

Efectuar estudios y/o investigaciones especializadas sobre materias pertinentes, cuyo objetivo sea determinar la causa probable del accidente y en su caso, realizar recomendaciones a los fabricantes de las aeronaves.

Mantener informado al Director General de Aeronáutica Civil sobre, el desarrollo de la investigación.

Realizar recomendaciones de seguridad aérea para la prevención de futuros accidentes.

Colaborar con el Centro Coordinador durante las labores de investigación en los accidentes.

Investigador a Cargo.

- ➔ Después de la notificación de un accidente el Investigador a Cargo deberá:
- ➔ Asumir el mando de todo el personal y recursos involucrados en la investigación y a partir de ese momento hasta la terminación de la fase de campo, dirigir todas las actividades.
- ➔ Asegurarse que todos los miembros del equipo investigador, reciban lo antes posible, la notificación del accidente.
- ➔ Coordinar todo lo relativo a la transportación de dicho equipo.
- ➔ Nombrar a los Jefes de los grupos de especialistas, en el lugar del accidente.
- ➔ Apoyarse en el Inspector encargado del aeropuerto de ocurrencia del accidente para la designación de actividades.
- ➔ Organizar la investigación designando a los grupos como sean necesarios y designar labores específicas a cada uno.
- ➔ Coordinar y organizar las reuniones para conocer los avances y recopilación de documentos e información de cada grupo de trabajo, relativa a la investigación del accidente.
- ➔ Establecer una zona para la coordinación de las actividades en el lugar del accidente y llevar a cabo una sesión de Jefes de Grupo con el fin de continuar con las actividades subsecuentes

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

en la investigación.

- ➔ Relevar del cargo a cualquier persona o grupo de trabajo que, de acuerdo con sus funciones y actividades, no sea necesario que permanezcan hasta la terminación de la investigación, sin embargo que puedan contar con la disposición de reincorporarse si se requiere posteriormente.
- ➔ Obtener el equipo necesario, alimentos, materiales y servicios requeridos a través de las canalizaciones correspondientes.
- ➔ Notificar constantemente al Director de Aeronáutica Civil los adelantos de la investigación.
- ➔ Relevar a su personal de acuerdo con un programa establecido evitando con esto, cansancio excesivo de los participantes de los grupos de investigación.
- ➔ Coordinar los hallazgos de los diferentes grupos, por cualquier medio que el considere efectivo, tomando en cuenta las circunstancias y naturaleza de la investigación.
- ➔ Reunir los reportes realizados por los Jefes de grupo, con el fin de analizarlos conjuntamente, para determinar la causa probable del accidente.

Comisión Dictaminadora.

En lo referente al sustento legal, está escrito en la Ley de Aviación Civil, en su Artículo 81, en donde hace referencia a que “Corresponde a la Secretaría la investigación de los accidentes e incidentes sufridos por aeronaves civiles. Concluida la investigación, que se llevará a cabo con audiencia de los interesados, determinará la causa probable de los mismos y, en su caso, impondrá las sanciones. Si hay lugar a ello, hará los hechos del conocimiento de la autoridad competente”.

De esta manera, la Comisión Investigadora será la encargada de recopilar y analizar los reportes de los grupos de trabajo involucrados en la investigación de accidentes e incidentes, con el fin de establecer la causa probable.

Convocar a reuniones de análisis de accidentes con los especialistas designados para determinar la causa probable del accidente. Realizar el informe final y emitir el dictamen final del accidente y si es posible, emitir recomendaciones de seguridad para la prevención de futuros accidentes.

Grupos de Trabajo.

Los grupos de Trabajo, estarán conformado por especialistas de diferentes instituciones o dependencias, tanto nacionales como extranjeras (si se requiere), dentro de los cuales se buscará contar con personal calificado en:

Especialista en Estructuras. Especialista en Sistemas.
Especialista en Registradores de Vuelo
Especialista en Factores Humanos
Especialista en Mantenimiento. Especialista en Operaciones.
Especialista en Control de Tránsito Aéreo. Especialista en Meteorología.
Especialista en Investigación de Testigos.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Cada uno de los grupos tendrá nombrado a un Jefe de Grupo en sus áreas respectivas de actividad, para dirigir las labores de su personal en el desarrollo de la investigación. La composición del Equipo podrá variar de acuerdo con las circunstancias y características del accidente, es decir, se podrá asignar más personal en cualquiera de las áreas, debido a la magnitud de las labores por realizar. Para lo cual, es necesario que el personal que participa en alguno de los grupos de trabajo de la investigación, cuente con un documento que avale su comisión a dicho accidente y permaneciendo bajo la dirección del Investigador a cargo.

El IAC se encargará de preparar un resumen detallado de toda la investigación, en donde se incluye entre otras cosas lo siguiente:

- ➔ Áreas importantes que no se cubrieron en la investigación y la razón de esto.
- ➔ Recomendaciones para evitarles las faltas en los casos futuros.
- ➔ Áreas que deben explorarse durante estudios posteriores.

El reporte del Investigador en cargo, deberá entregarse al Director de Aeronáutica Civil para su conocimiento.

REGLAMENTACIONES INCORPORADAS EN LA LEY DE AVIACIÓN CIVIL Y REGLAMENTOS EN RELACIÓN CON LOS ACCIDENTES DE AVIACIÓN.

- ➔ Todos los accidentes que ocurran a aeronaves con un peso máximo autorizado de despegue hasta 5,700 kg podrán investigarse por el Inspector Aeronáutico de la Región de Inspección más próxima al accidente o incidente, debiendo enviar su reporte a la Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes para la determinación de la causa probable.
- ➔ Todos los accidentes ocurridos a aeronaves con un peso máximo autorizado de despegue mayor de 5,700 kg deberán investigarse en equipo.
- ➔ Todos los accidentes con proporciones catastróficas, ocurridas a aeronaves de transporte público de pasajeros deberán investigarse por el mejor equipo de investigadores de la CIDAIA.
- ➔ En el caso de accidentes en el que afecten a aeronaves civiles y militares, la Dirección General de Aeronáutica Civil, deberá permitir la participación de las autoridades militares, en la investigación.
- ➔ En el caso de accidentes en el que se afecten solamente aeronaves militares, las autoridades de la Secretaría de la Defensa deberán proporcionar a la Dirección General de Aeronáutica Civil, cualquier información, que a criterio de las autoridades militares puedan contribuir a la promoción de la Seguridad Aérea.
- ➔ Cualquier planeador, motor, hélice, accesorio o propiedad alguna, que se encuentra a bordo de una aeronave accidentada, deberá protegerse de acuerdo con los reglamentos prescritos por la Dirección General de Aeronáutica Civil.
- ➔ Ninguna parte de cualquier reporte o reportes de la D. G. A. C. con relación a un accidente, deberá admitirse como evidencia o utilizarse para perjudicar a terceras personas.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN.

Es indispensable la capacitación de los miembros de la Organización de Investigación y Prevención de Accidentes de Aviación, dicha capacitación debe realizarse en fases, instrucción inicial, instrucción en el empleo, cursos básicos y cursos avanzados y de especialidad en alguna de las áreas.

Instrucción inicial.

La finalidad de la instrucción inicial es la de familiarizar a los investigadores en las Leyes propias de su Estado, con los procedimientos y requisitos de la investigación de accidentes. Dicha instrucción debe abarcar la cuestión de Leyes, Reglamentos, Manuales, cuestiones administrativas de la organización de la investigación, manejo de equipo, herramientas, procedimientos de respuesta inicial y de investigación, obtención de registros, muestras y pruebas contundentes para la investigación.

Instrucción en el empleo.

Durante esta fase es de vital importancia que los investigadores nuevos pongan en práctica los conocimientos adquiridos durante la fase inicial de instrucción. Así mismo, se familiarizará con las técnicas de investigación en el lugar de los hechos, recopilación de información, conservación de las pruebas, análisis de la información recopilada y en la preparación de los informes finales.

Cursos básicos de investigación de accidentes.

En dichos cursos, una vez familiarizados los investigadores con el curso inicial, la instrucción en el empleo, es necesario que ingrese a un curso que abarque las siguientes materias:

- ➔ Leyes, Reglamentos, Manuales, etc.
- ➔ Aspectos generales relativos a los diferentes lugares en donde pueda ocurrir un accidente, seguridad, peligros, riesgos, etc.
- ➔ Reunión de pruebas, manejo y custodia.
- ➔ Manejo y conocimiento del equipo de investigación y tipo de vestimenta apropiada.
- ➔ Manejo de restos.
- ➔ Registradores de vuelo, en sus diferentes tipos.
- ➔ Técnicas de entrevista.
- ➔ Origen de incendios.
- ➔ Supervivencia.
- ➔ Motores.
- ➔ Sistemas.
- ➔ Estructuras.
- ➔ Fallas de equipo, componentes de aeronaves.
- ➔ Medicina aeronáutica.
- ➔ Performance humana.
- ➔ Metodología de redacción de informes.

Curso avanzado e instrucción adicional.

Una vez que se ha adquirido cierta experiencia, es indispensable que el investigador cuente con un curso adicional y avanzado de instrucción que le permita actualizarse en técnicas básicas y perfeccionar sus conocimientos.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Es muy difícil que un solo investigador adquiera el conocimiento de todos los tipos de aeronaves, sin embargo es adecuado que pueda tener un conocimiento básico del mayor número de tipos de aeronaves que se pueda. De ahí que se deriva la necesidad de contar con un amplio grupo de investigadores que tengan el conocimiento en los diversos tipos de aeronaves.

De igual manera, puede obtenerse instrucción adicional asistiendo a cursos, conferencias y seminarios celebrados por las diversas instituciones que proporcionen información relativa a los temas relacionados con la investigación de accidentes.

Cursos Especializados.

Este tipo de cursos están realizados para incrementar la pericia y los conocimientos adquiridos de los investigadores. Por lo que un investigador puede elegir un área específica para incrementar su conocimiento y lograr un mejor desempeño de su trabajo en el campo.

RESPALDO INTERNACIONAL

Independientemente de la instrucción que el investigador reciba durante su formación, es necesario que cuente con guías internacionales que contribuyan en el desempeño de su labor, por lo que México, como Estado contratante de la Organización de Aviación Civil Internacional se apega a los lineamientos establecidos en el Anexo 13 y que se describe a groso modo a continuación.

Aceptación del Anexo 13 de la OACI.

Considerando que el objeto de las Normas y Métodos recomendados en el Anexo 13 de la OACI, tienen como principal objetivo, la promoción de la uniformidad en la notificación, investigación e información de los accidentes de aviación, con miras a contribuir en la prevención de accidentes, se sugiere la aceptación de dicho anexo; ya que el intercambio de ideas con los demás países contratantes, sería de grandes beneficios para el mejoramiento de nuestras técnicas y procedimientos en la investigación de accidentes.

Es importante comprender que al formar parte de los países contratantes, se tiene la facultad suficiente para aceptar dicho Anexo con los cambios que las autoridades aeronáuticas del país sugieran.

→ DEFINICIONES CAP. 2

Cuando los términos y expresiones indicados a continuación se emplean en las normas y métodos recomendados para encuestas de accidentes de aviación, tienen los significados siguientes:

Accidente de Aviación. Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que ocurre dentro del período comprendido entre el momento en que una persona entra a bordo de la aeronave, con intención de realizar un vuelo y el momento en que todas las personas han desembarcado, durante el cual:

- a) Cualquier persona muere o sufre lesiones graves a consecuencia de hallarse en la aeronave, sobre la misma o por contacto directo con ella ó con cualquier cosa sujeta a ella.
- b) La aeronave sufre daños de importancia.

Nota: A título de orientación, en el Adjunto A se incluyen las interpretaciones “lesión grave” y “daños de

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

importancia” adoptadas por algunos Estados.

Aeronave. Toda máquina que, por reacción del aire, puede sustentarse en la atmósfera.

Encuesta. El proceso que tiene por objeto determinar la causa de un accidente, incluyendo la redacción del informe pertinente.

Estado de Matricula. El Estado en cuyo registro está inscrita la aeronave.

Investigador. Encargado. Persona responsable de la organización, dirección y control de una investigación.

Nota: Nada en la definición anterior trata de impedir que las funciones de un investigador encargado se asignen a una comisión o a otro órgano.

→ APLICACIÓN.

Las disposiciones de los Capítulos 3 a 6, con excepción de los párrafos “Recomendación” del Capítulo 4; segundo después de la Nota del Capítulo 5 y segunda “Recomendación” del Capítulo 6, se aplican a los accidentes de aviación que, en el territorio de un Estado contratante, ocurran a aeronaves matriculadas en otro Estado Contratante.

→ PROTECCIÓN DE LAS PRUEBAS, CUSTODIA Y TRASLADO DE LA AERONAVE.

El Estado en donde ocurra el accidente de aviación tomará todas las medidas oportunas para garantizar la protección de las pruebas y la custodia eficaz de la aeronave y su contenido, durante el periodo de tiempo que sea necesario para realizar la encuesta sobre el accidente. La custodia eficaz incluirá protección razonable para evitar nuevos daños, el acceso de personas no autorizadas y evitar que se cometan robos o se causen deterioros, e incluirá la conservación, por procedimientos fotográficos u otros medios adecuados, de toda prueba material que pueda ser trasladada o que pueda borrarse, perderse o destruirse.

NOTA No. 1: En el Capítulo 5, párrafo titulado “Recomendación”, (tercera recomendación) se trata del control sobre los restos de la aeronave.

NOTA No. 2: Cuando una aeronave envuelta en un accidente vaya provista de registrador de vuelo, la prevención de daños, tanto al propio instrumento como a su banda de grabación, requiere mucho cuidado y exige que la recuperación y la manipulación del registrador y de la banda se asigne solamente a personal capacitado.

Si el Estado de Matricula solicita que la aeronave, su contenido y cualquier otro medio de prueba permanezcan intactos hasta que los examine un representante acreditado de dicho Estado, el Estado en donde haya ocurrido el accidente tomará todas las medidas que sean necesarias para atender tal solicitud siempre que ello sea razonablemente factible y compatible con la debida realización de la encuesta; pero la aeronave podrá desplazarse lo preciso para sacar personas, animales, correo y objetos de valor, a fin de evitar su destrucción por el fuego o por otras causas, o para eliminar todo peligro u obstáculo para la navegación aérea, para otros medios de transporte, o para el público.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

En este Anexo, el término “Registrador de vuelo” se usa como expresión genérica que incluye tanto al registrador de datos de vuelos, el registrador de la voz y cualquier otro tipo de registrador que pudiera ponerse a punto.

Recomendación: Si el Estado en que se construyó la aeronave solicita que la aeronave siga en la posición en que quedó, en espera de la inspección por un representante acreditado de ese Estado, el Estado donde ocurra el accidente de aviación debiera hacer todo lo que buenamente pueda para atender dicha petición, siempre que ello resulte compatible con la apropiada marcha de la encuesta y no se retrase innecesariamente al retorno de la aeronave al servicio, cuando esto sea factible.

Siempre que no sea incompatible con las disposiciones de los párrafos último y penúltimo de éste Capítulo, el Estado en donde ocurra el accidente de aviación cederá la custodia de la aeronave, su contenido o cualquier parte de los mismos, que ya no sea necesaria para efectuar la encuesta, a la persona o personas debidamente designadas por el Estado de Matrícula. Con este objeto, el Estado donde ocurra el accidente les facilitará el acceso a la aeronave, su contenido o cualquier parte de los mismos se encuentren en una zona respecto a la cual el Estado no considere conveniente conceder tal acceso, el propio Estado o hará el traslado a un punto donde pueda permitirlo.

→ NOTIFICACIÓN.

Notificación Inicial.

El Estado en donde ocurra un accidente de aviación lo notificará al Estado de Matrícula y al Estado en que se construyó la aeronave con la menor demora posible y por los medios más rápidos. En la notificación inicial se incluirán todos los datos referidos en el Apéndice 1 de que se disponga de momento, pero no se demorará su envío por causa de que la información no sea completa.

Recomendación. La notificación inicial relativa a un accidente de aviación debiera prepararse en uno de los tres idiomas de trabajo de la OAC I, siempre que sea posible hacerlo sin ocasionar demoras excesivas.

Tan pronto como le sea posible, el Estado donde ocurra un accidente de aviación, remitirá los datos no incluidos en la notificación inicial a que se refiere el párrafo anterior y demás información pertinente de que disponga.

Al recibirse la notificación inicial mencionada en el párrafo anterior, el Estado de Matrícula suministrará al Estado donde haya ocurrido el accidente de aviación, tan pronto como le sea posible, la información pertinente de que disponga respecto a la aeronave que haya sufrido el accidente y a su tripulación. El Estado de Matrícula informará igualmente al Estado en donde haya ocurrido el accidente si tiene el propósito de hacer se representar en la encuesta, y en tal caso, indicará la fecha probable en que llegará su representante acreditado.

Al recibirse la notificación inicial mencionada en el primer párrafo del Capítulo 4, referente a un accidente previsto en el doceavo párrafo del capítulo 5 y que no contenga indicación alguna de que su participación es innecesaria, el Estado en que fue construida la aeronave informará al Estado donde haya

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

ocurrido el accidente si se propone hacerse representar en la encuesta y en tal caso, indicara la fecha probable de llegada de su representante acreditado.

Notificación Posterior.

El Estado que lleve a cabo la encuesta enviará la notificación posterior de un accidente ocurrido a una aeronave de transporte al Estado de matrícula o al Estado donde haya ocurrido el accidente, según corresponda, al Estado en que se construyó la aeronave, a los Estados mencionados en el dieciseisavo párrafo del capítulo 5 y a la Organización de Aviación Civil Internacional. La notificación posterior se enviará en la forma descrita en el Apéndice 2. Cuando intervengan cuestiones que afectan directamente a la seguridad, la notificación se enviará tan pronto como se disponga de la información y por los medios más rápidos. En otros casos, la notificación se enviará dentro de los treinta días.

Recomendación. El Estado que lleve a cabo la encuesta debiera enviar la notificación posterior de un accidente ocurrido a una aeronave que no sea de transporte, cuando se trate de cuestiones de aeronavegabilidad o de interés excepcional para la promoción de la seguridad de la aviación, al Estado de Matrícula o al Estado donde haya ocurrido el accidente, según corresponda, al Estado en que se construyó la aeronave, a los Estados mencionados en el dieciseisavo párrafo del capítulo 5 y a la Organización de Aviación Civil Internacional. La notificación posterior debiera enviarse en la forma descrita en el Apéndice 2, tan pronto como se disponga de la información y por los medios más rápidos y en todo caso dentro de los treinta días.

Recomendación. Cuando un accidente de aviación ocurra en el Estado de Matrícula, dicho Estado debiera comunicar en la forma descrita en el Apéndice 2 todos los accidentes en que se vean envueltas aeronaves de transporte y los accidentes de aeronaves que no sean de transporte cuando se trate de cuestiones de aeronavegabilidad o de interés excepcional para la promoción de la seguridad de la aviación al Estado en que se construyó la aeronave y a la Organización de Aviación Civil Internacional. Cuando se trate de cuestiones que afecten directamente a la seguridad, esta comunicación debiera enviarse tan pronto como se disponga de la información y por los medios más rápidos. En otros casos, el aviso debiera enviarse por correo dentro de los treinta días.

Recomendación. La notificación posterior de un accidente de aviación debiera redactarse en forma narrativa de acuerdo con el Apéndice 2, en uno de los idiomas de trabajo de la OACI y utilizando, dentro de lo posible, la terminología contenida en el Léxico de la OACI (Doc. 8291).

→ ENCUESTA.

NOTA: Nada en este Capítulo trata de impedir que los Estados que realicen o participen en una encuesta de accidente de aviación soliciten la ayuda de los mejores asesores técnicos, tales como los procedentes de explotadores, fabricante y pilotos.

El Estado en que ocurra el accidente de aviación instituirá la encuesta para determinar las circunstancias del accidente y será también responsable de realizarla, pero podrá delegar, total o parcialmente, su realización en el Estado de Matrícula. En todo caso, el Estado en que ocurra el accidente empleará todos los medios a su alcance para facilitar la encuesta.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Cuando no pueda establecerse claramente que el lugar del accidente de aviación se encuentra en el territorio de otro Estado, el Estado de Matrícula asumirá la responsabilidad de efectuar la encuesta relativa al accidente.

Recomendación. Al ocurrir un accidente de aviación en el territorio de un Estado no contratante, el Estado de Matrícula debiera tratar de llevar a cabo la encuesta en colaboración con el Estado donde haya ocurrido el accidente, pero si no se puede obtener tal colaboración, debiera efectuar la encuesta valiéndose de los datos de que disponga.

La encuesta instituida por un Estado comprenderá la investigación y la obtención y registro de toda la información pertinente de que se disponga; el análisis de las pruebas, la determinación de la causa cuando sea posible; la redacción del informe y la formulación de recomendaciones, cuando proceda. Cuando sea posible, se visitará el lugar del accidente, se examinarán los restos de la aeronave y se tomarán declaraciones a los testigos.

NOTA: El Manual sobre Investigación de Accidentes de Aviación (Doc.6920 AN/855) contiene texto de orientación para realizar la investigación.

El Estado que realice la encuesta designará el investigador que ha de encargarse de la investigación técnica y ésta se iniciará inmediatamente.

NOTA: En el Adjunto B del presente Anexo se da texto de orientación acerca de una forma de organización eficaz de las investigaciones de accidentes de aviación.

Recomendación. La investigación tendrá precedencia sobre cualquiera de los demás aspectos de la encuesta.

Recomendación. El Investigador en cargo debiera tener acceso sin restricciones a los restos de las aeronaves, así como absoluto control sobre los mismos, a fin de garantizar que el personal autorizado que participe en la investigación proceda, sin demora, a un examen detallado.

El Estado de Matrícula tendrá derecho a nombrar un representante acreditado para que esté presente en la encuesta.

El Estado en que fue construida la aeronave, tendrá derecho a nombrar un representante acreditado, para que esté presente en la encuesta de un accidente en que intervenga una aeronave de transporte con motores de turbina, a menos que en la notificación del accidente a que se hace referencia en el primer párrafo del capítulo 4, se indique específicamente que tal asistencia es innecesaria.

Recomendación. Cuando el Estado que lleve a cabo la encuesta a que se ha ce referencia en el párrafo anterior solicite expresamente la participación del Estado en que fue construida la aeronave, ese Estado debiera proporcionar, a menos que no sea factible hacerlo, un representante acreditado para que esté presente en la encuesta.

NOTA No. 1: Nada en los párrafos anteriores trata de impedir que el Estado o Estados en que fue construida la aeronave o partes componentes importantes de la misma, o el Estado que primero certificó

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

el tipo de aeronave, solicite participación en la encuesta de un accidente aun cuando la aeronave en cuestión, no sea de la clase mencionada en el penúltimo párrafo cuando se considere que se puede hacer una contribución útil a la encuesta o cuando tal participación pueda dar como resultado un aumento de la seguridad.

NOTA No. 2: Nada en los párrafos anteriores trata de impedir que el Estado o Estados que lleven a cabo la encuesta soliciten al Estado en que fue construida la aeronave o partes componentes importantes de la misma o al Estado que primero certificó el tipo de aeronave, nombre un representante acreditado para que esté presente en dicha encuesta de accidente de aviación, aun cuando la aeronave de que se trate no sea de la clase mencionada en el doceavo párrafo de este capítulo, cuando se considere que se puede hacer una contribución útil a la encuesta o cuando tal participación pueda dar como resultado un aumento de la seguridad.

Todo Estado Contratante, cuando lo solicite el Estado que realiza la encuesta, facilitará a dicho Estado toda la información pertinente que posea y en tales casos, tendrá derecho a nombrar un representante acreditado.

Recomendación. Todo Estado Contratante, cuyas instalaciones o servicios de seguridad aérea hayan sido utilizados, o que normalmente podían haber sido utilizados por la aeronave antes del accidente, debiera facilitar al Estado que realiza la encuesta toda la información pertinente que posea.

Recomendación. Debiera permitirse la asistencia de representantes del explotador a la investigación, con el fin de que puedan contribuir eficazmente a la misma. La asistencia de estos representantes debiera tramitarse a través del Estado de Matricula.

NOTA: Nada en la última oración del párrafo anterior trata de impedir la asistencia de representantes del explotador cuando el Estado de Matricula no nombre un representante acreditado o cuando la llegada de éste se demore.

Un Estado que tenga derecho a nombrar un representante acreditado tendrá también derecho a nombrar asesores que le ayuden en las tareas de la encuesta.

NOTA: La facilitación de la entrada del representante acreditado, así como de sus asesores y equipo, está prevista en el Anexo 9 Facilitación.

Recomendación. A los asesores que ayuden a un representante acreditado debiera permitírsele que, bajo la dirección de éste, participen en la encuesta, en cuanto sea necesario, para hacer efectiva la participación de dicho representante.

Recomendación. La participación en la encuesta debiera conferir el derecho de:

1. Visitar el lugar del accidente.
2. Examinar los restos de la aeronave.
3. Interrogar testigos.
4. Libre acceso a todas las pruebas pertinentes.
5. Obtener copias de todos los documentos pertinentes.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

6. Aportar información respecto a los diversos elementos de la encuesta.

Siempre que la participación de representantes acreditados, así como la ayuda de sus asesores, de Estados que no sean el Estado de matrícula ni el Estado en que fue construida la aeronave, se limiten a las cuestiones que conceden a dichos Estados el derecho a participar en la encuesta, en virtud de lo dispuesto en el dieciseisavo párrafo de este capítulo.

Nota: Se sobrentiende que la forma de participación ha de acomodarse a los procedimientos vigentes en el Estado en que se realiza la encuesta o parte de ella.

No es necesario que la reunión y registro de información se aplase hasta la llegada del representante acreditado. Nada en el penúltimo párrafo impide que el Estado que realice la encuesta con fieros derechos adicionales a los enumerados.

Si después de cerrada la encuesta se obtienen nuevas pruebas de suficiente importancia, el Estado que haya instituido la encuesta deberá proceder a reabrir la.

→ INFORME SOBRE LA ENCUESTA.

El Estado que instituya la encuesta enviará, sin pérdida de tiempo, al Estado de Matrícula, al Estado en que se fabricó la aeronave y a los Estados mencionados en el dieciseisavo párrafo del Capítulo 5 un Informe sobre las conclusiones a que haya llegado en ella, junto con la información substancial de los hechos.

Recomendación. Ningún Estado debiera poner en circulación ni publicar informe alguno ni ninguna parte del mismo sin el consentimiento del Estado que haya instituido la encuesta, a menos que éste último Estado ya haya publicado tal Informe. Así mismo el Estado que haya instituido la encuesta, debiera consultar, cuando lo considere necesario, al Estado de matrícula y al Estado en que se fabricó la aeronave si éste último ha designado un representante acreditado, antes de dar difusión pública al informe o a cualquier parte del mismo.

El Estado que instituya una encuesta sobre un accidente ocurrido a una aeronave dedicada al transporte aéreo comercial ó sobre algún accidente del cual puedan obtenerse enseñanzas que posiblemente podían contribuir a promover la seguridad de la aviación, enviará a la Organización de Aviación Civil Internacional tres ejemplares del informe resumido, preparado en uno de los tres idiomas de trabajo de la OACI y con arreglo al modelo que figura en el Apéndice 3 y empleando, en cuanto sea posible, la terminología que aparece en el Léxico de la OACI (Doc. 8291).

Recomendación. Si el informe de una encuesta sobre un accidente que ocurre en el territorio del Estado de matrícula de la aeronave, contiene aspectos de excepcional interés para la promoción de la seguridad de la aviación, ese Estado debiera enviar a la Organización de Aviación Civil Internacional tres ejemplares del Informe Resumido preparado de la manera prevista en el párrafo anterior.

Recomendación. El Estado que instituya la encuesta debiera suministrar, previa solicitud, a otros Estados Contratantes información adicional a la contenida en el Informe Resumido.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONCLUSIONES

Solamente mediante la labor desarrollada por un Organismo independiente y dedicado exclusivamente a la investigación y prevención de accidentes de aviación, logrará obtenerse un nivel superior al actual en cuanto a la promoción de la seguridad aérea.

Del adiestramiento que se imparta al personal del Organismo dependerá la eficiencia de la labor por desarrollar.

El contacto con los países cuyas técnicas y procedimientos en esta rama, sean superiores a las nuestras nos darán tal madurez y experiencia, que en muy poco tiempo nuestros servicios en la promoción mundial en la seguridad aérea llegarán a ser más útiles.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPÍTULO 3

CUALIDADES DEL INVESTIGADOR.

La investigación de accidentes de aviación es una tarea sumamente especializada que sólo debe encomendarse a personal adiestrado, dotado de muchas cualidades, entre las que figuran como no menos importantes la predisposición a la indagación minuciosa, la aplicación a esta clase de trabajo, diligencia y paciencia. El investigador debe tener buenos conocimientos prácticos de la aviación y de los factores que intervienen en las operaciones de aeronaves en general. La pericia técnica, la perseverancia y la lógica son los elementos de que se sirve en su profesión; la modestia, la integridad y el respeto por la dignidad humana son sus normas de conducta.

No basta designar como investigador de un accidente, a una sola persona que cuente con un conocimiento especializado de la aviación, ya que la investigación de accidentes es una tarea especializada que requiere de un equipo multidisciplinario para atender tal evento. La categoría del investigador a quien se encargue la averiguación de las causas de un accidente, determina la rigurosidad y calidad de los resultados obtenidos en grado mayor que en ningún otro campo de la aeronáutica; mientras más tiempo permanezca en este servicio un buen funcionario, mayor será su pericia. Por consiguiente, siempre que sea posible, debiera designarse por lo menos un investigador experimentado para cada evento, de manera que con la continuidad de la experiencia se mantenga la calidad de las investigaciones y los informes de accidentes.

Es conveniente que el investigador de accidentes, como base para ampliar su pericia, haya sido piloto profesional, posea conocimientos de Ingeniería Aeronáutica ó según corresponda, cuente con experiencia en esferas especializadas de la aviación tales como operaciones, control de tránsito aéreo, meteorología, aerodinámica, mantenimiento, medicina, factores humanos, psicología, pedagogía, etc.

Para que los investigadores de accidentes de aviación puedan desempeñar eficazmente su función, es esencial que se les conceda poderes reglamentarios, los cuales deberán no obstante, ejercerse con discreción. El investigador tendrá que ponerse en contacto con diversas personas, la mayoría de las cuales reconocen la condición del investigador y casi siempre se sienten dispuestas a ofrecerle toda la ayuda que puedan prestar le, sin que el investigador tenga que significarles los poderes oficiales que le han conferido.

También tiene que tratar con individuos del público en general, que están menos al corriente de su contenido y que puede que muestren cierta renuencia a exponer la información que poseen debido al deseo natural de no verse inmiscuidos en el asunto. En estas circunstancias, puede que el investigador tenga que explicarles la función que ha de llevar a cabo y hacerles sentir lo necesaria que es su colaboración de forma voluntaria.

Cuando se le pida que acuda al lugar del accidente, el investigador debe tratar de presentarse en el sitio lo antes posible; análogamente en sus relaciones con testigos y otras personas interesadas en el accidente, debe acudir con puntualidad a las entrevistas concertadas y comportar se con corrección, independientemente de la opinión que pueda sustentar, ante todo el investigador debe ser preciso,

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

objetivo, contar con el tacto necesario para tratar con los testigos; debe saber observar, interpretar y dejar constancia de cuanto ocurra, clara y exactamente, en todo momento, porque lo que es indispensable que anote de lo que se ha visto, oído y realizado, puede que, en definitiva, sea la única reseña disponible, cuyo análisis puede tener consecuencias trascendentales en lo tocante a ciertas personas, aeronaves y equipos y a la seguridad de la aviación en general.

OBJETIVO DEL INVESTIGADOR.

Nada es tan fundamental para la prevención de accidentes como el trabajo de los investigadores en el lugar del suceso y el informe sobre esta labor. La investigación de accidentes constituye una tarea especializada y, al igual que el descubrimiento de crímenes o la diagnosis médica, frecuentemente implica una minuciosa búsqueda y esclarecimiento de incógnitas. Todo factor, no importa cuán remoto ó pequeño sea, debe tratar de descubrirse, valorarse y considerarse, a fin de reconstruir efectivamente lo ocurrido en un accidente. El trabajo debe ser imparcial, esmerado y completo.

La tarea es ardua, pero llevada a feliz término contribuirá a salvar vidas humanas. Se han dado casos en que, sucesivamente, ocurrieron accidentes debido a la misma causa, sin que ésta se conociera por falta de celo en los investigadores, porque éstos carecían de pericia, porque no poseían conocimientos suficientes para obtener todos los hechos.

El investigador de accidentes no está facultado para intervenir en materia judicial, ni siquiera se le pide que llegue a conclusiones sobre la “culpabilidad o inocencia” de la tripulación. Su deber consiste en descubrir todos los hechos pertinentes y no tiene como misión determinar la culpabilidad, asignarla entre los responsables, ni recomendar castigos. Un investigador que pierde este objetivo principal y estime que su tarea consiste en precisar el delito, más que en descubrir que ocurrió, cómo y porqué ocurrió, rara vez tiene el mismo éxito al de aquel que se concreta a proceder como perito imparcial y objetivo.

ASIGNACIÓN DEL INVESTIGADOR.

La categoría del investigador a quien se encargue la averiguación de las causas de un accidente determina la rigurosidad y calidad de los resultados obtenidos en grado mayor que ningún otro campo de la aeronáutica; mientras más tiempo permanezca en este servicio un buen elemento, mayor será su pericia. Por consiguiente siempre que sea posible, debe contarse por lo menos con un investigador experimentado en cada indagación, para que no se interrumpa la necesaria continuidad en la experiencia y se mantengan las normas de investigación e información de accidentes.

Toda persona designada para desempeñar actividades de investigación de accidentes deberá mantenerse preparada y poseer un equipo portátil, así como artículos personales esenciales, en una ó más maletas, de manera que esté disponible y pueda dirigirse sin demora por los medios más rápidos al lugar del accidente. Así mismo deberán considerarse por anticipado detalles tales como vacunas, requisitos de pasaporte, medios de transporte, etc. Es importante comprender plenamente que la pronta llegada de un investigador al lugar del accidente guarda relación directa con la eficiencia de la investigación y todo preparativo inteligente tendrá justa recompensa.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

FACTORES ESENCIALES DE UNA BUENA INVESTIGACIÓN.

Prontitud.

El investigador debe arribar al lugar del suceso tan pronto como le sea posible y antes de que se alteren las pruebas y debe impedir todo manejo ó traslado innecesario de los restos, para lo cual necesita, en muchas de las ocasiones de mantener una estrecha coordinación y comunicación con los inspectores de aeropuertos de la Comandancia más cercana al lugar del accidente. Sin embargo no debe anticipar conjeturas de las causas de lo que ocurrió.

Escrupulosidad.

El investigador debe:

- a) Examinar todas las pruebas minuciosamente
- b) No presuponer nada.
- c) No llegar prematuramente a conclusiones.
- d) Investigar todas las posibilidades, aunque pueda conocerse la causa probable.
- e) No desistir de encontrar la causa probable, ya que en muchos casos no es fácil ubicar las causas o factores que contribuyeron y reunir todos los datos aislados de información; estos datos pueden, al igual que las piezas de un rompecabezas, reunirse para obtener un dibujo representativo.
- f) Seguir todo indicio hasta agotar su utilidad.
- g) Interrogar a todos los testigos y personas que tengan conocimiento de cualquier aspecto del accidente
- h) Conservar los restos o pruebas hasta que la investigación termine satisfactoriamente.
- i) Tomar fotografías de todas las pruebas que puedan extraerse, desvanecerse, perderse, destruirse o
- j) simplemente cambiar.
- k) Estimar que no es excesivo ningún trabajo que pueda contribuir a impedir accidentes similares.

Sistemas.

El investigador debe:

- a) Ajustar su investigación a un plan preconcebido que permita aprovechar de la mejor manera posible el personal y los medios disponibles.
- b) Subdividir de modo lógico su actuación.
- c) Seguir cada subdivisión de manera sistemática.
- d) Evitar conclusiones prematuras que tiendan a interrumpir la investigación.
- e) Ser tan tenaz y tan flexible como se vayan conociendo los resultados y factores que pudieron contribuir.

Exactitud.

El investigador debe recordar que:

- a) Su informe no debe contener conjeturas, rumores ni medias verdades.
- b) Todo acierto debe estar comprobado ó ser susceptible de comprobación.
- c) Las teorías son útiles sólo cuando no se pueden presentar hechos y deben estar cimentados.
- d) Todas las pruebas deben indicarse con exactitud.
- e) Todas aquellas hipótesis con las que se cuenten y no sean factibles de comprobación, eliminarlas.

EL EQUIPO DEL INVESTIGADOR.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Toda persona asignada a tomar parte en la investigación de accidentes debe estar siempre preparada con su equipo portátil y sus efectos personales esenciales, a fin de poder dirigirse inmediatamente al lugar del accidente utilizando los medios más rápidos disponibles. El investigador debe también ocuparse con la suficiente antelación de cuestiones tales como vacunas, requisitos referentes a pasaportes, medios de transporte, etc. Es aconsejable que los investigadores que tengan que desempeñar su cometido entre los restos de aeronaves se sometan regularmente a inoculaciones preventivas de suero antitetánico. Debe comprenderse plenamente que la pronta llegada de un investigador al lugar del accidente influye considerablemente en la eficiencia de la investigación y que toda buena preparación tiene siempre su recompensa. Debe procurarse dar prioridad al desplazamiento de los investigadores hasta el lugar del accidente.

Los accidentes suelen ocurrir en cualquier parte: en aeropuertos, montañas, pantanos, áreas muy arboladas, zonas desérticas, etc., y a menudo resulta penoso llegar al lugar de un accidente ocurrido en un paraje normalmente inaccesible. Por lo tanto, es importante que el investigador esté en condiciones físicas adecuadas y se mantenga activo, realizando la selección de sus elementos de trabajo con considerable cuidado, teniendo presente la naturaleza del terreno en que tenga que trabajar. Las ropas deben ser confortables y brindarles protección en todas las condiciones o las inclemencias del tiempo a que pueda verse expuesto.

Antes de salir para el lugar del siniestro, el investigador debe prever la posibilidad de tener que usar equipo especial en situaciones extremas; por ejemplo, en ciertas zonas puede hacer falta llevar alimentos y agua; en algunos casos puede ser necesario el uso de equipo de campaña, mosquiteros, esquíes, etc. Es aconsejable disponer en todo momento de este equipo, para que en caso de que ocurra un accidente en una zona donde se necesita equipo especial, no haya demoras en procurarlo. Puede necesitarse ropa seca adicional, especialmente si el lugar del accidente queda a cierta distancia de la base de operaciones. Probablemente los elementos más esenciales de vestido para terreno y clima adversos sean buen calzado, chamarras y pantalones a prueba de viento y agua y sombrero apropiado. No es fácil prescribir el tipo de calzado, pero el investigador debe poseer botas apropiadas impermeables, que por lo menos le cubran los tobillos. Las botas para trepar son esenciales en un territorio especialmente montañoso, pero vale la pena recordar que aunque se considere que las suelas provistas de clavos son buenas para trepar en terreno cubierto de hierba y en la nieve pueden ser peligrosas sobre roca.

Por el contrario, las suelas de goma o de material sintético pueden ser una desventaja para trepar en nieve recién caída, en el hielo o en terreno mojado, mientras que dan buenos resultados en la roca seca y limpia. La experiencia ha demostrado que la bota de paracaidista, dotada de suela gruesa y acanalada, es muy práctica como calzado para todo terreno accidentado; las botas de media caña, de gamuza y suela flexible, se consideran apropiadas para el terreno seco y removido. Tanto las botas para trepar como otro calzado de ese tipo deben haberse usado hasta que se adapten al pie antes de llevarlas en una operación, ya que de otra manera pueden resultar considerablemente incómodas e impedir los movimientos. También debe contarse con crema para proteger la piel contra quemaduras del sol, gafas para el sol y líquido repelente de insectos. Los investigadores deben también estar acostumbrados al uso del equipo adecuado para el territorio en que tengan normalmente que trabajar. Si es necesario penetrar en terreno virgen ó accidentado es aconsejable organizar un grupo que lleve suministro y equipo adecuado y que vaya acompañado de un guía competente, especialmente si el viaje va a ser largo y el terreno es accidentado. En estos casos es especialmente importante llevar medios de comunicación portátil.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El equipo del investigador debe ser suficiente para permitirle el examen de los restos de la aeronave, el trazado en un croquis de los puntos de impacto y de la distribución de los restos, la identificación de las partes y el registro de sus observaciones. A continuación se incluye, a título de orientación, una lista de elementos que convendría seleccionar para el equipo normal de trabajo de campaña del investigador (sin que se trate de establecer ningún orden de prioridad)

- Documentos de identificación, rótulo ó brazalete oficial del investigador.
- Mapas en escala grande del lugar del accidente.
- Una brújula magnética.
- Una cinta métrica metálica de 20 metros de largo mínimo.
- Calculador de navegación círculo calculador, transportador y compás de punta fija.
- Lápices grasos ó indelebles.
- Papel para escribir, cuadernos y etiquetas de colores (fluorescentes de preferencia).
- Juego de herramientas apropiado.
- Modelo a escala de la aeronave.
- Clinómetro.
- Un cuchillo robusto de usos múltiples.
- Un rollo de cuerda de nylon de 20 a 30 metros de longitud (útil en terreno accidentado).
- Lupa de bolsillo y espejo pequeño.
- Cordel grueso.
- Banderas para indicar posición.
- Guantes resistentes y traje protector de faena (mono).
- Un reloj de precisión con segundero.
- Una linterna eléctrica a prueba de agua con pilas y bombillas de recambio.
- Equipo fotográfico.
- Binoculares.
- Pequeño botiquín de emergencia.
- Sellos de plomo con engarzadora apropiada para marcar, sellar y cerrar componentes y piezas recuperadas.
- Ejemplares de documentos pertinentes a la investigación de accidentes (reglamento y formularios estatales, manual de Investigación de Accidentes de Aviación, etc.)

Además, se considera que sería, útil contar con los siguientes elementos:

- Equipo de radio portátil para recibir y transmitir ("walkietalkie"), con pilas de repuesto.
- Equipo portátil de cómputo.
- Grabadora portátil. Este elemento es sumamente útil en el lugar del accidente ó cuando se entreviste a muchos testigos y se disponga de poco tiempo. Sin embargo, debe tenerse cuidado de solicitar el consentimiento del testigo o persona a entrevistar para ser grabado, ya que a menudo la gente se siente amenazada o comprometida y pueda desistir de dar cualquier tipo de información.

En su base de operaciones más cercana al lugar del accidente el explotador puede por lo general suministrar los siguientes elementos:

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- Encerados y bolsas de lona, bolsas de polietileno.
- Envases para guardar muestras de combustible y de aceite.
- Botiquines de primeros auxilios.
- Cuerdas diversas.
- Máquina multcopiadora.
- Papel suficiente.

CONCLUSIÓN.

El investigador deberá poseer suficiente pericia y perspicacia para que la información que obtenga acerca de la forma como se produjeron los daños de significación que presenten los restos, pueda reconstruir la serie de sucesos que ocasionó cada falla, hasta que, finalmente, llegue a determinar la circunstancia inicial. Motivo por el que resulta de gran importancia la instrucción inicial y subsecuente que se otorgue al investigador.

El investigador deberá poseer conocimientos suficientes en las diversas áreas que se han de investigar durante el accidente, sin embargo el trabajo en equipo y multidisciplinario con un número considerable de especialistas, ayuda a tener una mayor organización, división de tareas y evitamos la fatiga de los investigadores.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPÍTULO 4

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

El objetivo de la investigación de accidentes, según lo estipulado en el Anexo 13 es la prevención de futuros accidentes e incidentes, ya que el propósito de la investigación no es la de determinar la culpa o responsabilidad de dicho accidente.

Dicho de una manera sencilla, el objetivo de la Investigación de Accidentes de Aviación, es ayudar en los programas de prevención, por medio de la determinación de la causa de cada accidente y estudio de los factores causales de mayor incidencia. Una vez que se determina la causa de un accidente, deberá iniciarse la aplicación de medidas preventivas que eviten la repetición de sucesos similares. A través del análisis y evaluación de los datos obtenidos durante las investigaciones realizadas en de terminados periodos de tiempo, se pueden localizar tendencias que deberán corregirse de inmediato.

La finalidad de cada investigación es determinar qué pasó, cómo pasó, porqué pasó y cómo evitar que vuelva a pasar. La investigación de accidentes es una labor altamente especializada y, así como la diagnosis médica, requiere de un minucioso reconocimiento para detectar las fallas. Esto sólo puede lograrse, cuando la investigación se realiza con la mayor objetividad y con paciente atención a todos los aspectos del caso. El talento, la perseverancia y la lógica son las herramientas de todo buen investigador, la integridad y modestia son su guía.

El investigador debe estar en constante guardia contra la tendencia humana de llegar a conclusiones erróneas antes de valorar debidamente todas las evidencias de un accidente.

Los esfuerzos del investigador culminan en su reporte de la investigación. El reporte debe ser completo, objetivo y real. Debe redactarlo con precisión, evitando ambigüedades y malas interpretaciones. Al reporte deberá anexarse toda documentación que sirva para apoyar cualquier conclusión relacionada con la causa probable del accidente. Además, deberá incluir suficiente información para demostrar claramente que no existen otras posibles explicaciones del accidente.

De aquí se deduce que la finalidad de la investigación de accidentes, es la búsqueda y presentación de la VERDAD a través de un reporte que puede utilizarse en la lucha continua para mejorar la seguridad de las operaciones aeronáuticas.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 5

NOTIFICACIONES Y ACCIONES PRELIMINARES EN LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES CLASIFICACIÓN DE LA NOTIFICACIÓN.

La notificación de los accidentes e incidentes de aviación se clasificarán como sigue:

1. Notificación inicial.
2. Notificación preliminar al centro coordinador.

DATOS QUE DEBEN SER DADOS EN LA NOTIFICACIÓN.

Notificación inicial.

El operador, piloto ó cualquier otra persona que conozca los procedimientos a seguir, deberá notificar lo antes posible a la Región de Inspección Aérea más próxima, en los casos en que:

- a) Como resultado de la operación de una aeronave cualquier persona (ocupante o no) perezca o reciba serias lesiones y/o cuando el avión sufra daños de consideración.
- b) Exista colisión en vuelo.
- c) Existan los siguientes peligros:
 1. Fuego.
 2. Rápida pérdida de compresión en la cual sea necesaria una acción de emergencia.
 3. Empuje reversible asimétrico ó indeseado.
 4. Falla ó mal funcionamiento del sistema de controles de vuelo.
 5. Incapacidad por lesiones de cual quiera de los miembros de la tripulación, para realizar sus funciones
- d) Se ha excedido el límite estructural de operación del avión.

La notificación inicial deberá contener, de ser posible, la siguiente información:

- a) Tipo, nacionalidad y matrícula de la aeronave.
- b) Nombre del propietario de la aeronave, del explotador y del arrendador, si los hubiere.
- c) Nombre del piloto al mando de la aeronave.
- d) Fecha y hora en que ocurrió el accidente.
- e) Último punto de salida y punto de aterrizaje previsto de la aeronave.
- f) Posición de la aeronave respecto a algún punto geográfico de fácil identificación, latitud y longitud.
- g) Número de tripulantes y pasajeros a bordo, muertos y gravemente heridos; otro personal: muertos y gravemente heridos.
- h) Lo que se sepa sobre la naturaleza del accidente y los daños que presente la aeronave.

Después de recibir dicha información, el investigador a cargo, deberá verificarla por todos los medios posibles, con el fin de iniciar las medidas necesarias, tales como la atención de las personas lesionadas y la protección de los restos.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Con base en la notificación inicial se podrá determinar el alcance de la investigación, así como el número necesario de investigadores.

Notificación preliminar al centro coordinador (DAAI.)

La Comandancia de Aeropuerto más cercana al lugar de los hechos, deberá reportar a la Comandancia de Región que corresponda, la cual, después de la notificación de un accidente se convertirá en el Centro Coordinador de todos los detalles y circunstancias relacionados con el accidente ó el incidente.

La información que debe contener la notificación preliminar al Centro de Control será la siguiente:

- a) Propietario.
- b) Explotador o arrendador.
- c) Fecha del accidente.
- d) Hora (HMG).
- e) Último punto de salida.
- f) Punto de aterrizaje previsto.
- g) Situación geográfica del lugar del accidente (LAT/LONG.)
- h) Tipo de operación (referirse al Capítulo No. 1 para definiciones).
- i) Tipo de accidente (referirse al Capítulo No. 1 para definiciones).
- j) Daños a la aeronave.
- k) Breve descripción del accidente.
- l) Marcha de la investigación y hechos importantes determinados durante la misma.
- m) Medidas de precaución adoptadas ó en estudio.
- n) Lesiones a personas.

Es muy importante tener especial cuidado de que no falte el número de identificación de la Región Aérea que hace la notificación.

Una vez que la Autoridad Aeronáutica del Centro Coordinador tiene noticias del accidente, deberá notificarlo lo antes posible, de acuerdo al Manual de Investigación de accidentes para Autoridades Aeronáuticas y al personal de la Dirección de Análisis de Accidentes.

ACCIONES POR TOMAR ANTES DE PARTIR AL LUGAR DE LOS HECHOS.

Lo antes posible el Investigador a Cargo, deberá iniciar su plan de trabajo y coordinar las diferentes acciones que deberán desarrollarse en las primeras etapas de la investigación. Las medidas iniciales que debe tomar el investigador en cargo serán las siguientes:

- a) Hacer todos los arreglos necesarios para la transportación de todo el personal que trabajará bajo su control.
- b) Ponerse en contacto con la autoridad de la localidad con el fin de:
 1. Asegurarse de que se tomarán todas las medidas necesarias para proteger los restos.
 2. Notificar la hora en que estima llegar.
- c) En todos los casos, deberá solicitar los servicios del forense o del médico oficial de la

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

localidad.

- d) Así mismo obtendrá los servicios del médico especializado en investigación de accidentes, asignado por el Jefe de los Servicios de Medicina de Aviación.
- e) Ponerse en contacto con el Centro Coordinador a fin de obtener el nombre de la persona designada como enlace con la Comandancia próxima a la zona del accidente.
- f) En caso de que ocurra un accidente a una aeronave comercial, deberá ponerse en contacto con el operador ó propietario y obtener el nombre y localización de su representante más próximo a la zona del accidente.
- g) Preparar el equipo necesario (ropa, equipo e instrumentos) de acuerdo con el clima y configuración del terreno en el lugar del accidente.
- h) Solicitar asistencia de especialistas de acuerdo con sus necesidades.

Los miembros del grupo de investigación, tan pronto como reciba la notificación del accidente, informará a la Dirección General de Aeronáutica Civil para obtener autorización de salida, a lo que los miembros del grupo de investigación, se trasladarán lo antes posible al lugar del accidente, independientemente de que la Autoridad Aeronáutica de la región donde ocurra el accidente, se traslade de inmediato y asuma la Jefatura provisional de todos los grupos independientes, tales como la Cruz Roja ó los grupos de Búsqueda y Salvamento, que puedan estar actuando previamente a la llegada de los investigadores. En este mismo Centro, se deberá iniciar el plan a seguir durante la fase de investigación de campo del accidente.

Existen tareas que el investigador a cargo no debe pasar por alto:

- a) Analizar cuidadosamente la situación y planear su trabajo.
- b) Asegurarse de que se tomen las medidas adecuadas para la protección de los restos.
- c) Organizar la investigación y coordinar las actividades de los diferentes grupos de trabajo, tan pronto como lleguen al área de los restos.
- d) Los especialistas invitados a formar parte del grupo durante la investigación no tendrán acceso a los restos, sino hasta el investigador a cargo organice los grupos, nombre un representante por grupo, les proporcione sus identificaciones y les asigne sus labores.

Funciones de los Grupos.

El objeto principal de las funciones de los grupos es establecer los hechos pertinentes a un accidente, utilizando los conocimientos especializados y las experiencias prácticas de las personas que participen en los mismos, en relación con la construcción y el funcionamiento de la aeronave envuelta en el accidente y de las instalaciones que prestaron servicios a las aeronaves antes del accidente. De esta forma también se garantiza que no se atribuirá una importancia excesiva a ningún aspecto aislado del accidente, descuidando con ello otros aspectos que pudieran ser de importancia para la investigación y siempre que sea posible concretar un punto determinado recurriendo a diversos métodos, tener la certeza de que se han utilizado todos ellos y que se han coordinado debidamente los resultados.

A intervalos frecuentes durante la investigación, el Investigador a Cargo deberá celebrar reuniones con los diversos grupos, para examinar ideas e información entre ellos. Sucede con bastante frecuencia que uno de los grupos descubre algún hecho ó hechos que sirven de pista valiosa para otro grupo durante su labor. De esta forma, se van averiguando poco a poco los hechos, condiciones y circunstancias relativas

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

al accidente.

Gran parte de la labor de los grupos puede completarse en el lugar del accidente, pero frecuentemente los ensayos ó el continuado estudio de partes ó componentes, se llevan a efecto en centros ó talleres de experimentación, entre los cuales puede estar incluida la base del fabricante. A menudo puede hacer falta trasladar, de manera inmediata y cuidadosamente a otros lugares más adecuados para el desmontaje y estudio, los motores, instrumentos a bordo y/o diversos componentes de las instalaciones a bordo. Esto exige un embalaje adecuado y transporte que han de realizar peritos en la materia.

Los especialistas asignados a la investigación pueden ponerse en contacto con cualquier organismo, para obtener la ayuda técnica necesaria. En tales casos, se pondrán de acuerdo con el Investigador a Cargo y con el jefe de su grupo respectivo, acerca de la naturaleza del problema y los mantendrán perfectamente informados de sus actividades. A medida que cada uno de los grupos finaliza el aspecto que en la investigación le corresponde, todos los datos acumulados son evaluados y se redacta el correspondiente informe de los hechos establecidos por el grupo. El Investigador a Cargo supervisa la presentación de todos los informes y emite el informe conjunto. Este informe deberá consistir en una amplia exposición de la investigación y servirá de base para redactar un informe analítico, perfectamente respaldado por la información de los hechos reunidos durante la investigación y que conducirá finalmente a la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes para la determinación de la causa probable del accidente, sus factores contribuyentes y recomendaciones de seguridad.

ACCIONES PRELIMINARES PARA ORGANIZAR LA INVESTIGACIÓN.

En el caso en que el inspector de la Comandancia de Aeropuerto más próxima al lugar de los hechos, llegue antes que el Investigador a Cargo, deberá iniciar la organización de la investigación y establecer contacto con todas las partes interesadas en ella.

Lo antes posible, deberá formarse una Jefatura, a la cual llegarán todas las personas involucradas en la investigación. Los representantes de las diferentes agencias y compañías llegarán al área de los restos en este periodo y es necesario que ya para entonces exista una coordinación adecuada entre ellas.

El inspector deberá hacer un rápido estudio de las condiciones generales del accidente, con el fin de notificarlo a su Comandancia de Aeropuerto y Región correspondiente o bien, al Centro Coordinador. Al mismo tiempo dará a conocer la forma de su fácil localización con el fin de que le envíen las instrucciones correspondientes, que la Dirección de Investigación de Accidentes considere pertinentes.

Dependiendo de las circunstancias, una de las primeras acciones a tomar al arribar a la escena, es hacer contacto con el forense local para considerar los aspectos humanos del accidente. Al mismo tiempo se hará todo lo necesario para obtener los certificados médicos de la tripulación. Las bitácoras tanto del piloto como del avión pueden incluirse en los efectos personales y el investigador deberá de estudiar todos estos efectos para buscar evidencias significativas.

AYUDA PARA EL INVESTIGADOR A CARGO.

Cuando el alcance de la investigación sea tan extenso que el Investigador a Cargo se sienta imposibilitado para organizar debidamente a sus grupos de trabajo, es necesario considerar la

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

designación de un investigador más, como auxiliar de éste.

ACCESO A LOS RESTOS.

Únicamente el personal de Investigación de Accidentes y aquellas personas autorizadas por el Investigador a Cargo, tendrán acceso a los restos, registros, correo ó carga de éste en custodia. Esto es, con el fin de que personas ajenas a la investigación, no interfieran con las labores del personal autorizado ya que traería como consecuencia la pérdida ó daños a evidencias importantes.

PROCEDIMIENTOS.

El Investigador a Cargo, es el único responsable de vigilar que no se permita el acceso a los restos a ninguna persona que no esté oficialmente autorizada.

Aun considerando que las circunstancias de cada accidente son diferentes, se sugiere el siguiente procedimiento general:

- a) Después de la notificación de un accidente deben tomarse las medidas necesarias para la protección de los restos con el fin de tener la seguridad de que no se les moverá, excepto tanto como sea necesario para realizar las operaciones de rescate ó bien cuando esté en peligro la seguridad pública.
- b) Al arribar a la escena el investigador deberá ponerse en contacto con las autoridades correspondientes.
- c) Al mismo tiempo, deben darse instrucciones claras y específicas a aquellas personas responsables de proteger el área (policía estatal, federal, seguridad pública, ejército, etc.), en relación a las personas que están autorizadas para tener acceso a los restos.
- d) Dichas personas deben mostrar las identificaciones que el Investigador a cargo les proporcionó para ese objeto.

IDENTIFICACIONES PARA EL PERSONAL AUTORIZADO.

Es necesario que el investigador a cargo lleve al lugar de los hechos, una buena cantidad de tarjetas con un color visible para entregarlas a todas aquellas personas que estén autorizadas para tener acceso a los restos y para quienes son participantes en la investigación.

De ser posible, las tarjetas deberán contener una numeración progresiva, el nombre de cada individuo, así como el grupo a que pertenecen. Deberá especificársele a cada participante que tiene la obligación de regresar la tarjeta al finalizar su intervención en la investigación. Se debe elaborar y conservar, una lista con los nombres de las personas a las cuales se les entregó la tarjeta de identificación y el número que le fue asignado.

SERVICIO DE VIGILANCIA.

El operador ó propietario del avión accidentado o incidentado, es responsable de proteger hasta donde sea posible los restos del avión, la carga que transporte y todos aquellos registros de vuelo que pueda obtener hasta que se designe a un miembro del grupo de investigadores para tal custodia.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Antes de que llegue la persona autorizada del grupo de investigadores para tomar la custodia de los restos, correo o carga, éstos sólo podrán moverse con la autorización del personal de la Comandancia más cercana al lugar del accidente y previo aviso al personal del Servicio de Vigilancia por las siguientes razones:

- a) Para sacar a personas lesionadas ó atrapadas
- b) Para proteger los restos de futuros daños.
- c) Para protección del público.

Siempre que sea necesario mover alguna parte de los restos, es conveniente realizar algunos bocetos, notas descriptivas y fotografías, si es posible mostrando las posiciones de los restos antes de ser movidos.

RELACIONES CON LA PRENSA.

Los accidentes graves de aviación son objeto de extensa publicidad y en tales casos los reporteros de la prensa frecuentemente piden al personal investigador que proporcione informes ó que permita que se tomen fotografías. El investigador debe ser extremadamente cuidadoso y abstenerse de hacer declaraciones ó de expresar opiniones acerca del accidente.

En todo caso, el investigador debe informar a la prensa que la investigación acaba de comenzar, que todavía se desconocen los hechos y que la única instancia competente para proporcionarles información es la Dirección de Comunicación Social de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Los únicos datos de índole pública en el momento son:

- a) Hora, fecha, lugar del accidente y detalles del vuelo en cuestión
- b) Tipo e identificación de la aeronave.
- c) País y empresa a que pertenece la aeronave.

Hay que considerar que detalles como el número de personas afectadas, sus nombres y/o datos que puedan identificarlos, se deben manejar con mucha discreción, así mismo, se debe evitar en lo posible la concesión de permisos para tomar fotografías por parte de la prensa, ya que debe advertirse que las fotografías de prensa, son innecesarias y desagradables para los parientes y amigos de las víctimas. De igual manera, el uso de algunos tipos de lámparas o flash en la proximidad de los restos de una aeronave accidentada, puede ser sumamente peligroso a no ser que se hayan eliminado todos los riesgos de incendio.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 6.

ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

GRUPOS DE TRABAJO PARA LA INVESTIGACIÓN

Cada accidente que se investiga es distinto, por lo que el personal que participa no siempre es el mismo, ya que dependiendo del tipo de aeronave y la magnitud del accidente se solicita la participación de diferentes especialistas.

Por lo que dependiendo del número de especialistas, el investigador a cargo realiza la división y organización de los grupos de trabajo, entre los que se encuentran:

Grupo de Operaciones.

El Grupo de Operaciones es responsable de establecer todos los hechos relativos al historial del vuelo y actividades de la tripulación en las fases finales del vuelo, durante el accidente y después del mismo. Esto incluye el planeamiento del vuelo, el despacho, peso y balance, las condiciones meteorológicas y las instrucciones verbales respecto a las mismas radiocomunicaciones, control de tránsito aéreo, instalaciones para la navegación, escalas en ruta, reabastecimiento de combustible, experiencia aeronáutica, verificaciones en vuelo e información general relativa a la tripulación de vuelo. Deberá determinarse el historial médico de la tripulación, incluyendo cualesquier enfermedad reciente, factores psicológicos, periodos de descanso y actividades durante las 24 horas antes de ocurrir el accidente. Este último aspecto de la investigación debe coordinarse con el grupo de "Factores Humanos", para lograr que toda información acumulada se aproveche al máximo. El grupo "Operaciones" debe también reunir información acerca de la trayectoria de vuelo hasta un momento antes del accidente. Para tratar de lograr esto resulta esencial la coordinación con el grupo "Declaraciones de Testigos".

Existen ocasiones en que resulta conveniente crear uno ó dos grupos adicionales para que se hagan cargo de algunas partes de las funciones del grupo "Operaciones".

Grupo de Meteorología.

El grupo de Meteorología, se encargará de obtener y copilar todos los datos meteorológicos directamente relacionados con el accidente, incluidos tanto los informes de superficie como los de las condiciones en altura, los informes del piloto, los datos meteorológicos registrados, así como los pronósticos de las condiciones previstas, preparados y emitidos por las dependencias apropiadas. Es imprescindible mantener una estrecha colaboración con otros grupos, especialmente con grupos de "Operaciones", "Control de Tránsito Aéreo" y "Declaraciones de Testigos".

Grupo Control de Tránsito Aéreo.

Cuando en el accidente están implicados el Control de Tránsito Aéreo ó las ayudas para la navegación, deberá establecerse el grupo de "Control de Tránsito Aéreo" que incluye especialistas en la materia. Este grupo será responsable del examen de los datos originales registrados por las dependencias del servicio de tránsito aéreo, incluyendo cuando se disponga de ello, registros de pantallas y la verificación de que

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

las transcripciones escritas de las comunicaciones orales coincidan con el registro magnetofónico.

Este grupo proporcionará, cuando sea apropiado, una reconstrucción basada en información del control de tránsito aéreo del historial de vuelo. Además este grupo determinará la categoría desde el punto de vista de las operaciones de las ayudas pertinentes de navegación, del equipo de comunicaciones, radar, equipo transmisor, calculadores, etc. y proporcionará datos técnicos sobre tal equipo y su funcionamiento, siempre que se estime necesario.

Grupo de Mantenimiento.

Este grupo se encarga de examinar todos los registros de mantenimiento, con el fin de averiguar el historial de mantenimiento de la aeronave y ver si las inspecciones fueron adecuadas, buscar defectos de funcionamiento que pudieran estar relacionados con el suceso; tiempo de vuelo de la aeronave, de los motores y sus elementos componentes y tiempo transcurrido desde la última revisión general. Las funciones de este grupo presuponen la coordinación con el explorador de que trate y por lo general, se desempeña en los locales de la base de mantenimiento de éste.

Este grupo también ha de encargarse de examinar que los documentos de vuelo recuperados, sean apropiados.

Grupo Estructuras.

Este puede ser un grupo independiente o bien, formar parte del grupo de Mantenimiento, según sea asignado, este grupo debe investigar el planeador y los mandos de vuelo. Observar y registrar si los restos de la aeronave están esparcidos, o en un perímetro delimitado, ya que la primera tarea del grupo, consistirá en localizar e identificar tantas secciones, componentes y piezas de la aeronave como sea posible y trazar su posición exacta en un croquis del terreno en que se hallan los restos del accidente.

Quizá convenga hacer una reconstrucción de la estructura, tarea que puede variar desde la simple colocación de varias piezas de los restos sobre una superficie plana, (reconstrucción bidimensional) hasta la más complicada de montar sobre un armazón apropiado, (reconstrucción tridimensional) todas las piezas disponibles en su posición exacta. Este procedimiento es el que a menudo se utiliza en los accidentes debidos a colisión, en las roturas estructurales y en los accidentes del tipo incendio o explosión en vuelo. Su finalidad es identificar el punto de rotura y determinar la progresión de la desintegración.

Grupo de Sistemas de Motores.

Este grupo está encargado de la investigación del motor o motores, incluida las instalaciones de combustible y aceite, la hélice o hélices y los controles de motor y del sistema motor propulsor. Durante la primera parte de su tarea puede desempeñar su cometido de acuerdo con la labor del grupo de Estructuras en la localización y trazado de los restos del accidente.

Se investiga también el incendio en el sistema motor propulsor con miras a determinar su magnitud y momento en que se produjo. Este grupo se encarga también de investigar el tipo de combustible utilizado, la posibilidad de presencia de impurezas y la eficiencia del sistema extintor de incendios de los motores. Estas funciones deben coordinarse con las del grupo de Estructuras.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Grupo Instalaciones (Sistemas).

Este grupo se ocupa de examinar de talladamente todas las instalaciones de abordaje y sus componentes tales como: la instalación hidráulica, la eléctrica y electrónica, el equipo de radiocomunicación y de navegación, instalaciones de acondicionamiento de aire y presión de cabina, neumática, de protección contra el hielo y la lluvia, de extinción de incendios en la cabina, de suministro de oxígeno, etc. El examen incluirá la de terminación de las condiciones y la idoneidad de funcionamiento de los diversos componentes. Es importante tener en cuenta, dentro de los límites razonables, todos los componentes de las instalaciones de abordaje. El examen incluirá la determinación de las posiciones de los mandos y de los interruptores y conmutadores correspondientes. Este grupo trabajará estrechamente con el grupo de Mantenimiento.

Grupo de Factores Humanos.

Este grupo abarca varios aspectos, los cuales inclusive puede dividirse en varios grupos de trabajo, ya que una de sus funciones es investigar si las acciones u omisiones realizadas por la tripulación fueron factor contribuyente para la génesis del accidente. Así mismo, investigará la interrelación entre la tripulación, relación de la tripulación con la aeronave, el medio ambiente, las comunicaciones, tanto de cabina como las realizadas con los servicios de tránsito aéreo.

De igual forma, se encargará de revisar los registros con los que se cuente de la capacitación y adiestramiento del personal aeronáutico, sus capacidades impresas las licencias aeronáuticas. También investigará los aspectos de evacuación de pasajeros y su pervivencia, así como factores inherentes al diseño de la aeronave que pudieran haber contribuido a las lesiones de los ocupantes de la aeronave.

Otro aspecto a investigar por este grupo es la parte familiar y laboral de la tripulación para poder determinar si existía algún factor de índole personal o laboral que pudiese haber contribuido a la ocurrencia de dicho accidente, por lo que resulta necesario conocer la personalidad de dicha tripulación.

Esta labor debe estar estrechamente coordinada con prácticamente todos los grupos, ya que se obtiene información y retroalimenta a su vez a grupos como: Operaciones, Tránsito Aéreo, Declaraciones de Testigos, Registradores de Vuelo y Medicina y/o Forense.

Grupo de Medicina y/o Forense.

Este grupo se encargará de los aspectos de medicina aeronáutica y de las lesiones debidas al accidente.

Investigará la aptitud o posible incapacitación de la tripulación al estado general físico y psicológico de los tripulantes y los factores ambientales que pudieran haberles afectado.

Se ocupará también de la posibilidad de que entre los pasajeros, hubiera factores psicológicos que pudieran haber contribuido al accidente. Se encargará de lo relativo a las autopsias de tripulación y pasajeros, según corresponda. Estará relacionado con el grupo de Factores Humanos y Operaciones.

Grupo Declaraciones de Testigos.

Este grupo se encarga de establecer contacto e interrogar a todas las personas que pudieran haber visto u oído alguna parte del vuelo ó que pudiesen saber algo relativo a éste. Obtendrá declaraciones firmadas o grabadas por los testigos, incluyendo las de los supervivientes del vuelo. Las actividades del grupo

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

pueden variar desde la interrogación de un número relativamente pequeño de testigos hasta recorrer "de puerta en puerta" grandes distancias a lo largo de la trayectoria de vuelo, celebrando entrevistas con posibles testigos, en esta forma puede obtenerse información sobre las posiciones observadas, altitudes, sonidos, comporta miento de la aeronave y desintegración del vuelo. El punto en que estaba cada uno de los testigos en el momento del accidente se trazara en un mapa apropiado del área. Debe mantenerse una estrecha coordinación con el grupo de Operaciones, para tratar de obtener la probable trayectoria de vuelo fundada en declaraciones de los testigos ó con el grupo de Factores Humanos en la interrogación de los testigos. En muchos casos hay que proporcionar servicios de asistencia psicológica a sobrevivientes y/o testigos presenciales, entrevistas e interpretación de éstas.

Grupo Registradores de Vuelo.

Este grupo localizará y obtendrá para su custodia, los registradores de vuelo con que cuente la aeronave y hará los arreglos necesarios, con apoyo del Investigador a Cargo para su posible traslado a laboratorios especializados para realizar su interpretación.

Para obtener tal interpretación ha de tomarse en consideración la última calibración del registrador. Los datos que se obtengan, una vez copilados, deben coordinarse con el grupo de Operaciones y con aquellos otros grupos a los que les sea de utilidad los resultados de la lectura de los registradores de vuelo.

Dada la importancia de los datos del registrador de vuelo, hay que tener cuidado en la manipulación, tanto del registrador como de las bandas de grabación, para evitar daños, por lo cual solo deberá asignarse personal plenamente capacitado para recuperar, custodiar y manipular dichos registradores. Así mismo es de vital importancia hacer hincapié en la confidencialidad de los datos obtenidos en la lectura y que únicamente pueden ser manejados por el personal especializado que participa en la investigación.

Grupo de Búsqueda y Salvamento.

Este grupo ha de encargarse de la investigación de las circunstancias que concurrieron en la evacuación de pasajeros, así como de la búsqueda y el salvamento de la aeronave y/o pasajeros, y de ser posible, del funcionamiento de los servicios terrestres de extinción de incendios.

Entre las actividades de este grupo está la del examen del equipo respectivo y la manera en que fue utilizado. La función de este grupo debe coordinarse especialmente con las de los grupos de Factores Humanos, Declaración de Testigos, Estructuras, Operaciones.

Estos son algunos de los ejemplos de los grupos en los que se pueden dividir y organizar a los diferentes especialistas que participan en la investigación, ya que esta será a partir de las necesidades del Investigador a cargo.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 7.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL LUGAR DEL ACCIDENTE Y ESTUDIO DE LOS RESTOS

ACCIÓN INICIAL EN LA ESCENA DEL ACCIDENTE.

Generalidades.

Probablemente, antes de que el investigador a cargo llegue al lugar del accidente, las autoridades del aeropuerto, los grupos de rescate, los habitantes de las cercanías y/o la policía local serán los primeros en llegar al lugar de los hechos, por lo que resulta indispensable solicitar la ayuda necesaria para evitar la pérdida de evidencias importantes.

Las fuerzas militares y policíacas deben saber por anticipado cómo deben actuar en el caso de un accidente de aviación para preservar cualquier evidencia, tal como huellas, restos, marcas sobre el terreno, etc., deberá procurarse, hasta donde sea posible, no mover los cadáveres hasta que el grupo investigador no haya registrado y examinado el lugar y la posición en que quedaron, así mismo, deberá procurarse, hasta donde sea posible, no mover las pertenencias y/o partes de la aeronave, una de las razones por las que debe moverse cualquier parte o resto de la aeronave es para rescatar a los heridos que pudiera haber, teniendo la precaución de contar con un registro (fotográfico o escrito de las partes, cadáveres o restos) de lo que fue removido.

Operación de Rescate.

De igual forma, es conveniente que el personal que forme parte de la vigilancia del lugar y los restos, conozca las Operaciones de Rescate que deben realizarse en el sitio y anotar los siguientes datos:

- a) Primer grupo de rescate que arriba al lugar de los hechos y toma el control de la situación.
- b) Registrar número de asiento y posición de las personas que van siendo rescatadas.
- c) Qué parte de los restos tuvo que moverse para efectuar el rescate.
- d) Colocación de estacas, etiquetas u otras señales en los lugares en que hayan quedado cuerpos fuera del avión.
- e) En todos los casos, conviene que las víctimas tengan una etiqueta de identificación indicando en donde se encontraron y en qué asiento. Esto ayuda a realizar la identificación y en el momento de realizar el análisis del evento, a la reconstrucción de los hechos.
- f) Obtener los nombres y direcciones de todos los testigos disponibles cuyo testimonio pueda ayudar en la investigación de accidentes.
- g) No tocar nada si no hay necesidad.

Es importante que durante la operación inicial de rescate, el personal dedicado a la misma, deba tener el mayor cuidado posible para evitar destruir innecesariamente evidencias que pudieran ser de importancia para los grupos investigadores.

Si existe un camino alternativo, deberá evitarse que las ambulancias y vehículos de bomberos, transiten a lo largo de la trayectoria de los restos de la aeronave.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Localización del Área del Accidente.

- a) Deberá determinarse y registrarse con precisión, el sitio del accidente, esto puede hacerse a través de mapas de gran escala y/o de fotografía aérea.
- b) En algunas circunstancias y cuando se considere que el terreno es un factor importante para la investigación, es recomendable tener un perfil del mismo.
- c) Determinar la elevación del lugar del accidente y de ser posible, determinar cualquier gradiente significativo del área.
- d) Es recomendable trazar el perfil del terreno.
- e) Para ubicar la posición del área del accidente con respecto a las aerovías y aeropuertos, es recomendable contar con cartas aeronáuticas y mapas del área local.
- f) Cuando el accidente ocurre durante la fase de despegue o de aterrizaje, deberá de contarse con mapas de aproximación y de las diferentes áreas del aeropuerto.

Protección y preservación de los restos y evidencias.

En el momento de la notificación inicial, el Investigador a Cargo deberá hacer o pedir que se hagan los arreglos necesarios para asegurar la protección de los restos hasta su llegada.

En el supuesto caso de que se sospeche que la aeronave transportaba cualquier carga peligrosa tal como materiales radioactivos, explosivos, líquidos corrosivos, gases tóxicos, etc., deberá tenerse especial cuidado en colocar a los guardias, a una distancia segura de los restos.

Al arribar al área de los restos, una de las primeras tareas del Investigador a Cargo será supervisar la adecuada asignación de los guardias, los cuales deben ser responsables de:

- a) Permanecer en la zona asignada por el Investigador a Cargo durante todo el tiempo que dure la investigación de campo.
- b) Proteger la propiedad.
- c) Evitar el movimiento innecesario de los restos (incluyendo los cuerpos y el contenido de la aeronave).
- d) Admitir el paso en el área del accidente, sólo a aquellas personas que cuenten con la autorización correspondiente.
- e) Proteger y preservar, en todo lo posible, cualquier huella sobre el terreno hecha por la aeronave.
- f) Cuando se requiera, acompañar a los grupos investigadores en sus recorridos.
- g) Evitar la recolección de piezas hecha con buena voluntad, ya que solo puede originar la pérdida de evidencias, si no se sabe lo que se está haciendo.
- h) Los guardias podrán ser retirados, una vez que el Investigador a Cargo considere que la investigación ha alcanzado un punto en que todas las evidencias hayan sido registradas.

Reconocimiento general del área de los restos.

- a) Deberá realizarse tan pronto como sea posible.
- b) Hasta este momento no se requiere de un examen de tallado.
- c) Su objetivo es tener una idea de las circunstancias bajo las que ocurrió el accidente.
- d) Puede establecerse el punto del impacto inicial con el terreno u objetos, así como la trayectoria de la aeronave después del mismo.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- e) Observar el estado general de los restos, incluyendo la ubicación de objetos, contenido de la aeronave y de los sobrevivientes o cuerpos.
- f) No olvidar que los restos no deberán moverse.
- g) Las consideraciones primarias, en este momento, deberán ser el establecer la probable trayectoria de vuelo, el ángulo de impacto, las velocidades de impacto, si la aeronave venía o no bajo control y si ocurrió o no, alguna falla estructural antes del impacto.
- h) Las impresiones obtenidas durante el reconocimiento general de los restos ayudarán al Investigador a Cargo en la planeación de la investigación y asignación de prioridades en el trabajo por desarrollar.

Riesgos.

Puede existir una amplia gama de riesgos en los lugares de accidentes de aviación, algunos de los cuales no están directamente relacionados con los restos de las aeronaves, ya que hay riesgos de agentes patógenos (restos humanos), la carga que pudiera transportar, las características propias del lugar del accidente, etc. Por lo que los riesgos se han clasificado de la siguiente manera:

- a) Ambientales: lugar (geográfico y topográfico), fatiga (efectos de viajes y transportes), insectos/fauna, clima, seguridad y situación política.
- b) Físicos: fuego, energía almacenada, explosivos, estructuras.
- c) Biológicos: patógenos relacionados con restos humanos, de la carga y condición de la higiene local.
- d) Materiales: exposición y contacto con materiales y sustancias en el lugar.
- e) Psicológicos: estrés y presiones traumáticas impuestas por la exposición al accidente e interacción con quienes participan en las actividades.

Es importante tomar en cuenta la forma y duración de los riesgos a los que se está expuesto durante la investigación del accidente, ya que los hay inmediatos ó con síntomas posteriores.

Medidas de Precaución.

Existen diversas medidas de precaución que deben adoptarse antes, durante y después de la investigación de un accidente de aviación.

- a) Contar con el equipo y vestimenta adecuada para cada tipo de lugar/clima.
- b) Tener un plan de acción y seguridad a seguir durante la investigación.
- c) Coordinar con los inspectores de aeropuerto de la Comandancia más cercana al lugar del accidente la llegada de los grupos de rescate.
- d) Identificar los riesgos en el lugar del accidente.

Precauciones contra incendio.

- a) En la mayoría de los accidentes existe un gran riesgo de incendio.
- b) El cuerpo de bomberos deberá permanecer cerca de los restos, mientras haya evidencias de un riesgo de incendio.
- c) Si quedó intacto algún tanque de combustible, deberá de hacerse lo posible para vaciarlo de inmediato.
- d) Si existe la presencia de un gran derrame de combustible, el Investigador a Cargo deberá

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

ejercer un estricto control sobre cualquier actividad que pueda originar una fuente de incendio.

- e) La operación del radio o del equipo eléctrico de la aeronave, puede presentar un riesgo de incendio, por lo que no deberá utilizarse hasta que se esté seguro de que su operación no significará un problema.

Precauciones cuando existe Carga Peligrosa.

- a) La carga peligrosa puede incluir artículos tales como: materiales radioactivos, explosivos, municiones, líquidos o sólidos e incluso cultivos bacteriológicos.
- b) Deberá revisarse minuciosamente el manifiesto de carga por evidencias de artículos peligrosos.
- c) Debe intervenir personal especializado en el manejo de materiales como los antes mencionados.
- d) En el caso de incendio los isótopos radioactivos pueden cambiar al estado gaseoso con lo que la radiación se propagaría en la dirección del viento.
- e) En los casos en que se presenta un incendio en una aeronave que transportaba isótopos radioactivos, todo el personal que haya participado en las operaciones de rescate y extinción de incendios deberá ser
- f) examinado, descontaminado y puesto en observación médica, según se requiera.

Fotografía.

Deberán tomarse fotografías lo más rápidamente posible, a fin de evitar la pérdida de evidencias, teniendo una coordinación entre las diferentes personas que tomarán fotografías para evitar perder detalles, entre los que debe incluir algunas que muestren toda el área de los restos, la trayectoria de los mismos, los puntos de impacto inicial y de impacto final, así como de los cuerpos antes de que sean removidos, los lugares en que quedaron sobrevivientes, carga y restos de la aeronave.

Poner especial atención en los siguientes detalles:

- a) Instrumentos.
- b) Posición de los controles en la cabina.
- c) Frecuencias de radio.
- d) Ajuste del piloto automático.
- e) Posición de la válvula selectora de combustible.
- f) Posición de los interruptores.
- g) Posición de los actuadores de flaps, del tren de aterrizaje, etc.
- h) Posición de las superficies de control.
- i) Ajuste de los compensadores.
- j) Roturas o flexiones sospechosas.
- k) Palas de hélices mostrando la posición del peso.
- l) Posición de los controles de los motores tanto en la cabina como en el motor.
- m) Daños por incendio.
- n) Marcas de impacto en tierra.
- o) Asientos y cinturones de seguridad.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Diagrama de distribución de los restos.

Para hacer un diagrama de distribución de los restos, es recomendable que sea después del recorrido de observación y de la toma de fotografías, ya que no sólo es un documento de referencia durante la investigación, sino como uno de los documentos más importantes que complementarán el reporte final de accidente.

Algunas recomendaciones para hacer un buen diagrama, incluye:

- a) Hacer un dibujo a escala.
- b) Es recomendable utilizar papel cuadriculado para el diagrama en boceto.
- c) Partir de un punto de referencia para medir distancias y ángulos de las marcas de impacto identificando la parte que haya dado lugar a tales marcas y restos localizados.
- d) Dimensiones pertinentes, notas descriptivas y puntos de referencia para toma de fotografías.
- e) Incluir en la descripción del diagrama la posición de todos los componentes principales, partes y accesorios, carga, así como las posiciones en que se encontraban las víctimas o sobrevivientes y sus identidades (piloto, sobrecargo, pasajero).
- f) La configuración del terreno cuando exista la posibilidad de que haya intervenido en el accidente o en el tipo o extensión de los daños estructurales, debe de anotarse en el diagrama.
- g) Las marcas sobre el terreno utilizadas conjuntamente con la altura de los árboles o arbustos rotos ayudarán a establecer el ángulo y actitud en que la aeronave dio contra el terreno.
- h) El examen de las víctimas del accidente, su ropa y contenido del avión ayudará en la determinación del ángulo, actitud y velocidad del impacto.
- i) El estado general de distorsión y el "telescopiado" de la estructura permitirá que un investigador experimentado determine si la aeronave se estrelló a baja o alta velocidad.

Es conveniente contar con el auxilio de un especialista en topografía, cuando el levantamiento sea muy complicado.

Cuando los restos se encuentran concentrados en un área pequeña utilice el diagrama polar.

Cuando los restos estén muy diseminados, es recomendable trazar una "línea base", generalmente a lo largo de la trayectoria principal de los restos midiendo las distancias a lo largo de la "línea base" y perpendiculares hacia los restos diseminados que estén fuera de la trayectoria principal.

Cuando es excesivo el número de restos, se recomienda indicarlos con un número ó letra y por separado hacer un Índice con los nombres correspondientes.

Examen de las marcas de Impacto y de los Restos.

- a) Determinar las marcas del primer impacto de la aeronave con el terreno.
- b) A partir de éstas y de la distribución de los restos, se puede determinar qué parte del avión pegó primero.
- c) La trayectoria del avión se puede determinar a través de un cuidadoso examen de las marcas sobre el terreno y sobre árboles ó cualquier otro tipo de obstáculo.
- d) Las puntas de las alas, hélices ó el tren de aterrizaje dejan marcas significativas o restos en los puntos de contacto con objetos fijos.
- e) En un impacto a baja velocidad solo llegan a existir daños locales.
- f) En un impacto a alta velocidad llegan a doblarse y acortarse las alas y el empenaje.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- g) Han existido casos en los que la aeronave se ha quemado completamente en un "cráter" profundo, con solo unos cuantos fragmentos torcidos y dispersos cerca del lugar del impacto.
- h) Surcos en los costados del cráter, indicarán en donde habían pegado los bordes de ataque de las secciones exteriores de las alas, mientras se desplazan casi verticalmente a muy alta velocidad.
- i) Cuando los motores no han penetrado en el terreno, u velocidad vertical de descenso pudo probablemente ser pequeña, o bien la aeronave pudo haber estado desplazándose velozmente, con un pequeño ángulo de ataque en cuyas circunstancias, los restos quedarán diseminados a lo largo de una línea a partir de la marca del impacto inicial.
- j) Si los restos se encuentran muy diseminados a lo largo de la trayectoria de vuelo, esto puede indicar una posible desintegración estructural antes del impacto con el terreno.

Del estudio preliminar de los restos, casi siempre es posible formarse una idea de:

- a) La dirección, ángulo y velocidad de descenso.
- b) Si el descenso fue controlado o no.
- c) Si los motores estaban funcionando en el momento del impacto.
- d) Si la aeronave estaba estructuralmente intacta poco antes del primer impacto.
- e) El tipo de daño que tengan los restos dará una idea preliminar de las evidencias que se puedan obtener en el análisis posterior de los mismos.
- f) Cuando se sospeche de una desintegración en vuelo, es indispensable hacer un recorrido sobre la posible trayectoria de vuelo del avión para determinar la falla inicial.
- g) Deberá informarse sobre la localización de restos, pero éstos no deberán moverse hasta que se haya registrado su posición, se pinte un número de identificación en un área no dañada o en el caso de restos pequeños, ponerles una etiqueta, se hayan hecho notas de la forma en que golpeó la pieza con el terreno, qué tipo de terreno es y si golpeó con árboles o edificaciones, etc.
- h) En el caso de accidentes con el tren abajo, las marcas de las llantas deberán registrarse y examinarse cuidadosamente.
- i) Deberá anotarse el ancho del dibujo de cada llanta y la densidad del color de la marca.
- j) Las marcas de las llantas pueden mostrar evidencias de enfrenamiento, deslizamiento o patinadas, en particular puede mostrar evidencias de "acuaplaneo".
- k) Las llantas sometidas a "acuaplaneo" dejan una marca muy distintiva sobre la pista. Las marcas son el resultado de una acción de "restregadura" originada por las fuerzas que existen bajo la llanta durante el "acuaplaneo".
- l) Nunca deberá pasarse por alto que las víctimas de un accidente de aviación, si se examinan cuidadosamente, revelarán información importante relacionada con la velocidad del avión, actitud durante el impacto, secuencia de rotura de la estructura, etc.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 8.

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES GENERALIDADES.

El estudio del aspecto operacional tiene por objeto averiguar y comunicar todos los hechos relativos a los antecedentes del vuelo y a las actividades de la tripulación de vuelo antes, durante y después del vuelo en que ocurrió el accidente. Dentro de los aspectos principales que intervienen en el examen operacional son los siguientes:

- a) Historial de la tripulación.
- b) Plan de vuelo.
- c) Secuencia del vuelo.
- d) Reconstrucción de la última fase del vuelo accidentado.
- e) Navegación.
- f) Peso y balance.
- g) Performance de la aeronave.
- h) Condiciones meteorológicas.
- i) Servicios de Tránsito Aéreo.
- j) Comunicaciones.
- k) Cumplimiento de los reglamentos, instrucciones, etc., vigentes en el momento del accidente (manual de operaciones, NOTAM, etc.)
- l) Instalaciones y Servicios del Aeropuerto o Aeródromo.
- m) Declaraciones de los testigos.

Existe una estrecha relación entre las actividades inherentes al estudio del aspecto operacional y las de otros aspectos que deben averiguarse por ejemplo, la trayectoria de vuelo de una aeronave, reconstruida a base de la información del control de tránsito aéreo y de las declaraciones de los testigos, debe compararse con la trayectoria de vuelo obtenida del registro de los datos del vuelo. Esta corroboración constituye, cuando se logra uno de los principios de una investigación ejecutada adecuadamente, es decir, la verificación de la autenticidad de la información comparando la obtenida de una fuente con la proveniente de otra. Los ensayos en vuelo relacionados con algunos de los principales aspectos antes enumerados, por ejemplo, trayectoria de vuelo, performance, características de manejo, son a menudo, de considerable utilidad para aclarar o confirmar algunos pormenores que no sólo están relacionados con los asuntos que interesan directamente al grupo de Operaciones, sino también con cuestiones que guardan relación con la carga estructural, funcionamiento de sistemas, motores, etc.

Historial de la tripulación.

El estudio de todas las circunstancias pertinentes a la tripulación constituye una parte importante de la investigación de los aspectos operacionales y de los factores humanos. Como estos dos aspectos están íntimamente relacionados, se precisa un elevado grado de coordinación al reunir y evaluar los hechos pertinentes, a fin de que pueda hacerse el mejor uso posible de la información recopilada.

→ Antecedentes Personales

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Debe obtenerse la siguiente información respecto a cada miembro de la tripulación que se encontraba de servicio a bordo de la aeronave en cuestión:

- a) Cargo desempeñado a bordo (piloto al mando, copiloto, piloto de refuerzo, sobrecargo, mecánico de abordaje, etc.)
- b) Nombres completos, edad, estado civil.
- c) Antecedentes generales sobre su profesión aeronáutica (capacitación inicial y entrenamiento subsiguiente, instrucción especializada, cursos seguidos, condiciones en las que se obtuvieron las diversas licencias y habilitaciones, validez de las licencias de que sea titular, accidentes o incidentes anteriores y sus causas).
- d) Historial médico (enfermedad reciente o interrupción de las actividades de vuelo, reconocimiento médico más reciente, investigación del factor fatiga, incluso la evaluación del periodo de servicio y de descanso durante el mes inmediatamente anterior al accidente y especialmente, durante la última semana y las últimas 48 horas).
- e) Experiencia general y experiencia con el tipo de aeronave que tuvo el accidente (examen de la bitácora de vuelo, tiempo total de vuelo, tanto de día y de noche, capacidad por instrumentos)
- f) Tipo de instrucción en tierra (teórica, simulador de vuelo, etc.) y de instrucción en vuelo, verificaciones de competencia más recientes y verificaciones en tierra y en vuelo, incluso el conocimiento de los procedimientos de emergencia, ejercicios de evacuación de emergencia, evaluación efectuada por monitores, controladores de vuelo o explotadores).
- g) Experiencia respecto a la ruta o al aeródromo en que ocurrió el accidente (especialmente el estudio de la habilitación para la ruta, familiarización con la ruta, condiciones IMC o VMC encontradas previamente, número de aterrizajes y despegues, conocimiento práctico de los procedimientos).

Para reunir esta información, el investigador quizás tenga que conseguir muchas declaraciones (posiblemente de otros miembros de la tripulación de vuelo que hayan volado o con la persona en cuestión) y de manera especial, utilizar el registro de las comunicaciones intercambiadas durante vuelos anteriores, así como recurrir a la lectura de los datos de vuelo registrados a bordo durante las etapas de vuelo precedentes. El grado en que se necesite la información antes indicada dependerá de las circunstancias del accidente que se esté investigando.

→ Actividades de la tripulación.

La evaluación de las actividades de los miembros de la tripulación no sólo interesa a los que intervienen en la investigación; en muchos casos, dicha evaluación es pertinente a los que realizan actividades relativas a los factores humanos, evacuación, búsqueda, salvamento y prevención de incendios.

a) Antes del accidente:

El investigador debe examinar especialmente las actividades desplegadas durante las 24 ó 48 horas anteriores al accidente, prestando especial atención a los factores psicológicos que pudieran estar relacionados con la actuación de los miembros de la tripulación, su condición física en relación con el ciclo de trabajo/descanso e irregularidad en la alimentación, especialmente si hubiese habido un cambio considerable de longitud geográfica en algún vuelo reciente, así como la evaluación de las horas que han

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

pasado durmiendo antes de la salida.

Las circunstancias que han intervenido y la distancia recorrida en su traslado al aeropuerto antes de iniciar sus labores, así como las actividades de cada miembro de la tripulación al hacer los preparativos para el vuelo (cálculo del peso y balance de la aeronave, carga de combustible, plan de vuelo para la navegación, exposiciones verbales meteorológicas, verificaciones anteriores al vuelo, etc.)

Las actividades y turnos de guardia, de haberlos, durante el vuelo. Esta información se obtiene corrientemente de las declaraciones de los miembros de la tripulación supervivientes y de los registros o declaraciones relativos a las comunicaciones aeroterrestres.

b) Durante el accidente:

Teniendo en cuenta la información obtenida antes mencionada, el investigador debe tratar de reconstruir la función desempeñada y el comportamiento de cada uno de los miembros de la tripulación, así como también las omisiones que pudieron haber durante las fases sucesivas del accidente propiamente dicho.

Es importante examinar, en relación con el grupo de Factores Humanos, los factores causales tales como la disposición del puesto de pilotaje, tipos de interruptores de mando, etc. También tienen que tenerse presente consideraciones similares al examinar los aspectos de las lesiones y las posibilidades de supervivencia del accidente.

c) Después del Accidente:

Es necesario indicar que el papel desempeñado por el investigador y la información útil para realizarla no se limita a los antecedentes del vuelo y del accidente. También deben considerarse los siguientes puntos:

Las actividades de la tripulación inmediatamente después del accidente (condición física inmediatamente después del choque, condiciones en las que la tripulación evacuó la aeronave, participación de los miembros de la tripulación en la evacuación de los pasajeros y organización del salvamento, etc.). Las actividades subsiguientes (reconocimiento médico y verificaciones que se hayan llevado a cabo) ó previstas (ensayos de competencia en tierra y en vuelo, declaraciones diversas).

Plan de vuelo.

Todos los vuelos requieren de la preparación y presentación de un plan de vuelo a las Autoridades Aeronáuticas y dependencias de control de tránsito aéreo. Esto proporciona al investigador ciertos datos concretos que tienen que considerar en detalle. Además, en el caso de los servicios comerciales, la tripulación de vuelo corrientemente prepara, con la ayuda de los encargados de operaciones de vuelo un plan de vuelo técnico y registro en la bitácora de vuelo de la aeronave, normalmente una copia de este documento queda en poder del explotador. En el caso de accidentes en los que intervienen factores de navegación o cuestiones de consumo de combustible, será necesario verificar los planes de vuelo técnicos y las bitácoras de vuelo de las aeronaves para cerciorarse de que los datos gráficos o tabulados (o programa de computador) de los cuales se obtuvieron dichos datos, correspondían a las circunstancias particulares del vuelo previsto, tales como las condiciones meteorológicas, tipo y modelo de aeronave,

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

altura de crucero, etc., lo cual resulta de gran utilidad para el investigador.

Ocasionalmente, resulta muy complicado tratar de determinar cuáles eran las intenciones de la tripulación respecto al vuelo y a las diversas maniobras proyectadas en casos de vuelos de aeronaves ligeras que realizan servicios a petición y de los vuelos de instrucción, a diferencia de los vuelos de tipo comercial.

Peso y balance.

Puede que se haya preparado la hoja de peso y balance del vuelo proyectado, basado en las condiciones meteorológicas. En general, los vuelos comerciales utilizan un formulario normalizado para estos cálculos, pero esto raramente se hace respecto a las aeronaves ligeras. El investigador debe tener en cuenta lo siguiente para obtener y verificar este formulario o reconstruirlo; cuando no se disponga del formulario, el investigador tendrá que utilizar la información proporcionada por el explotador:

La última vez que se pesó la aeronave, la cantidad de combustible y aceite a bordo, verificación del nivel de combustible, gasto, testimonio de los encargados de las bombas de abastecimiento de combustible, pedidos de combustible en los vuelos anteriores, así como tomar una muestra del combustible y del aceite para analizarlas cuando se haga la investigación del grupo de mantenimiento.

Los tripulantes y pasajeros transportados (verificación del manifiesto, billetes expedidos, documentos de aduanas o de migración, declaraciones de testigos presenciales del embarque, personas embarcadas o desembarcadas en escalas anteriores, evaluación de los pesos normalmente transportados o averiguación de los pesos efectivamente transportados).

Las mercancías y operaciones de carga (verificación de manifiestos, documentos de aduanas, correo y documentos de agentes expedidores, equipaje embarcado procedente de otros vuelos, peso de los bultos rescatados, declaraciones de personas que han sido testigos o han efectuado la carga en el último aeropuerto de aterrizaje y en los aeropuertos anteriores, distribución de la carga entre los diversos compartimentos de a bordo, etc.)

El peso y el balance en el momento de ocurrir el accidente se deducirán de la información básica que se indica, de acuerdo con las circunstancias del vuelo y la distribución y peso de la carga según se determine del examen de los restos así como la ubicación y peso de los pasajeros y tripulantes según se determine del examen de los restos (incluyendo el examen patológico, en los casos en que sea necesario).

Debe verificarse, si procede, el reglaje en el puesto de pilotaje y la posición del plano de cola de incidencia variable, o las aletas de compensación respecto al reglaje y posición apropiados al peso y balance calculados de la aeronave en el momento del accidente.

Condiciones meteorológicas.

En cualquier investigación de un accidente, se deben investigar las condiciones meteorológicas para conocer si éstas son un factor causante o contribuyente para la génesis del accidente, por lo que será de utilidad la creación de un grupo independiente que incluya un meteorólogo competente (e imparcial). El cual, investigará las condiciones meteorológicas reinantes en el momento y lugar del accidente y de ser pertinente, también a lo largo de la ruta, pueden obtenerse a base de diversos datos, tales como:

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- a) Informes meteorológicos aeronáuticos, horarios y especiales.
- b) Informes radar meteorológico.
- c) Observaciones meteorológicas de superficie, cuadernos y registros.
- d) Registros de precipitaciones
- e) Registros barográficos.
- f) Registros del viento (gráficos).
- g) Cartas sinópticas.
- h) Cartas de presión, viento y temperatura en altura.
- i) Observaciones de radiosonda, radioviento.
- j) Informes de viento en altura.
- k) Registros de telémetro de nubes.
- l) Registro del alcance visual en la pista.
- m) Registros tele autográficos (teleimpresores, etc.)
- n) Fotografías de las nubes (tomadas por satélites).
- o) Condiciones de la luz natural (diurna, crepuscular, nocturna, luz de la luna, etc.)
- p) Salida y puesta del sol.
- q) Registros, radiodifusiones VOLMET (si las hay).
- r) Además, a menudo puede obtenerse información útil de las observaciones efectuadas por la estación meteorológica local, de testigos o de otras aeronaves en vuelo, declaraciones de testigos y examen de los restos del accidente (daños causados por el granizo, acumulación de hielo, etc.)
- s) La selección de los datos resultantes de observaciones que hayan de reunirse y examinarse dependerá de las circunstancias del accidente objeto de investigación. Es muy conveniente que el investigador examine los datos registrados de las observaciones originales en vez de copias de los mismos.
- t) En algunos países se exige al personal meteorológico aeronáutico que haga observaciones meteorológicas especiales siempre que se percate de que es probable que ocurra un accidente o de que haya ocurrido en el aeródromo o en su proximidad inmediata.
- u) Si se han hecho, el investigador debe prestarles particular atención.
- v) En relación con los pronósticos de las condiciones meteorológicas significativas, debe prestarse atención especial a los mensajes de información SIG-MET (información relativa al acaecimiento o probabilidad de que ocurran de terminados fenómenos meteorológicos peligrosos) que puedan haberse cursado y que hubieran afectado cualquier parte del vuelo en cuestión.

Deben obtenerse declaraciones del personal que suministró la información meteorológica a la tripulación antes de la salida y mientras se efectuaba el vuelo en ruta. Deberá averiguarse si se informó debidamente a la tripulación respecto a las condiciones meteorológicas peligrosas.

Debe obtenerse para su estudio, una copia de toda la documentación meteorológica referente al vuelo. Debe prestarse atención especial a toda la información meteorológica que solicitó la tripulación del vuelo, o que se proporcionó a la misma, al hacer los preparativos previos al vuelo y durante el mismo, así como los registros que se generen.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Pronósticos.

Los pronósticos de las condiciones meteorológicas pertinentes al accidente deben documentarse. Según la naturaleza del fenómeno, puede que tengan que examinarse todos o algunos de los siguientes tipos de pronósticos:

- a) Pronóstico de área o de ruta.
- b) Pronóstico terminal (TAFS y TAFS enmendado).
- c) Viento y temperatura en altura.
- d) Condiciones meteorológicas significativas (información SIGMET).
- e) Pronósticos de las condiciones meteorológicas en el lugar previsto para el aterrizaje.

Análisis de las condiciones meteorológicas.

Un meteorólogo especialista debe evaluar las condiciones meteorológicas reinantes durante el vuelo, a base de toda la información meteorológica disponibles durante la investigación. Debe considerarse cuidadosamente la posibilidad de que puedan haber ocurrido fenómenos peligrosos que no fuesen inmediatamente aparentes en los pronósticos y observaciones disponibles en el momento pertinente, especialmente en el caso de accidentes en ruta en los cuales se haya roto la estructura. Entre dichos fenómenos pueden figurar los efectos de las ondas orográficas, tormentas giratorias, fuerte turbulencia, lluvia helada, etc.

Idoneidad del Servicio.

Deben examinarse las instalaciones, servicios de instalación, pronósticos e instrucciones verbales utilizadas y los servicios suministrados, con objeto de determinar si:

- a) Eran apropiados y se observaron los reglamentos y procedimientos pertinentes.
- b) Había desproporción entre el volumen de trabajo y el personal disponible.
- c) En los pronósticos e instrucciones verbales se utilizó eficazmente toda la información disponible y pertinente
- d) La transmisión de información al personal aeronáutico apropiado se llevó a cabo sin demora y de conformidad con los procedimientos prescritos.

Servicios de Control de Tránsito Aéreo.

Según las circunstancias en que haya ocurrido el accidente, quizás sea conveniente formar por separado de Control de Tránsito Aéreo, para investigar todos los aspectos de este servicio relacionados con el accidente.

Si se procede de este modo, quizás sea conveniente y posible añadir como atribuciones de este grupo otros aspectos afines, tales como las comunicaciones, instalaciones de aeródromo y navegación (en la medida en que este último aspecto afecta al equipo terrestre).

Los Servicios de Tránsito Aéreo se proporcionan con la finalidad de prevenir colisiones entre aeronaves, entre aeronaves y obstáculos en el área de maniobras, para acelerar y regular el movimiento del tránsito aéreo, para facilitar información útil para la realización segura y eficaz de los vuelos y para notificar a los organismos pertinentes respecto a las aeronaves que necesiten ayuda de búsqueda y salvamento.

La investigación de los servicios de Tránsito Aéreo debiera determinar, recoger y verificar la exactitud de

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

toda la información pertinente a sus actividades en relación con el vuelo en cuestión. Esto puede comprender lo siguiente:

- a) PIA's Pertinente s NOTAM
- b) Circulares de Información Aeronáutica
- c) A.I.S. (Servicio de Información Aeronáutica)
- d) Plan de Vuelo.
- e) Mensaje de Pla n de Vuelo.
- f) Mensaje de Salida .
- g) Franja s de la marc ha del vu elo, del c ontr ol de Aer ódromo.
- h) Franja s de la marc ha del vu elo, del c ontr ol de Área.
- i) Franja s del Servicio de Información de Vuelo.
- j) Franja s de la Marc ha del Vu elo, del c ontr ol de Aproximación.
- k) Transcripciones (véanse Comunicaciones más adelante).
- l) Registro de Radar (véase Navegación más adelante).

La marcha del vuelo debe reconstruirse desde la fase de planificación, examinando las diversas funciones ejercidas por los Servicios de Tránsito Aéreo, por ejemplo, control de movimientos en tierra, control de salida, control de área (o de ruta aérea), control de aproximación y control de aeródromo hasta la fase en que ocurrió el accidente.

Puede que sea necesario investigar la suficiencia y eficacia de los Servicios de Control de Tránsito Aéreo, especial- mente si se trata de un accidente debido a colisión en vuelo o en el área de maniobras, En este caso, deben examinarse detenidamente los aspectos siguientes:

- a) Ubicación de la Torre de Control y visibilidad desde la misma.
- b) Suficiencia de alojamiento de los otros Servicios del Control de Tránsito Aéreo.
- c) Personal del Control de Tránsito Aéreo, número apropiado, capacitación (licencia) y supervisión del personal.
- d) Periodos de trabajo y de descanso del personal del Control de Tránsito Aéreo.
- e) Idoneidad de los procedimientos especificados.
- f) Suficiencia del equipo, incluso del radar.

Es importante determinar el momento preciso en que ocurrió el accidente. Es probable que el primer indicio de la hora aproximada del accidente se obtenga de las dependencias de los Servicios de Tránsito Aéreo que hayan estado en comunicación con el vuelo.

Cuando se disponga de las transcripciones del registro de las comunicaciones establecidas entre los servicios de tránsito aéreo y la aeronave, es posible determinar el momento del accidente con una aproximación de alrededor de un minuto, aunque en otras ocasiones es posible hacerlo con mayor precisión. Si la aeronave llevaba un registrador de voz que también registra las comunicaciones establecidas, resulta más fácil determinar la hora del accidente con solo una diferencia de uno o dos segundos.

Si fortuitamente se dispone del registro de algún sismógrafo, ubicado lo suficientemente próximo al lugar del accidente para detectar el impacto, puede determinarse con gran precisión el momento del

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

accidente.

Comunicaciones

Las comunicaciones con los servicios de Tránsito Aéreo que pueden variar según las características del sector en que penetre la aeronave, resultan de gran utilidad para la investigación del accidente, sin embargo, el investigador no debe pasar por alto la posibilidad de obtener información adicional comunicada de otras fuentes, tales como el registrador de voz (conversaciones) del puesto de pilotaje de la aeronave, de otras aeronaves, tanto en tierra como en vuelo y de otras estaciones terrestres que hubiesen estado escuchando en la misma frecuencia o frecuencias. Además, cuando proceda, deben también investigarse las comunicaciones de la red de comunicaciones del explotador.

En la mayoría de los aeropuertos y centros de Control de Tránsito Aéreo de todo el mundo se dispone de registradores de banda magnética.

Sin embargo, al hacer la investigación es conveniente que el investigador se cerciore de prevenir posibles dificultades de que las grabaciones relacionadas con el vuelo se trasladen del lugar en que habitualmente se almacenan y queden en custodia hasta que él imparta nuevas instrucciones. También es conveniente que la transcripción de las grabaciones pertinentes se ejecute bajo la supervisión de un miembro del grupo investigador. (En lo tocante a los aspectos de seguridad, estos comentarios son también aplicables a todos los documentos que estén relacionados con el vuelo en cuestión).

Cuando se dispone de grabaciones, éstas constituyen una fuente muy importante de información para el investigador. Las lecturas son, por lo general, bastante fáciles, pero es preciso adoptar precauciones esenciales.

Debe ejercerse sumo cuidado en la manipulación y almacenamiento de las cintas originales (debe siempre tenerse presente el riesgo de que sufra deterioro la grabación o de que se borre).

Una buena precaución es hacer, siempre que sea posible, una o más copias de la cinta original y trabajar con ellas cuando no sea esencial utilizar la grabación original.

Al reconstruir la secuencia de los hechos respecto a toda la documentación, debe utilizarse siempre la misma referencia y el investigador tendrá la obligación de fijar el punto de referencia y de determinar cualquier discrepancia entre las horas indicadas o utilizadas en los registros provenientes de varias fuentes.

Será necesario sincronizar la hora de referencia de las comunicaciones grabadas con la de los registradores de datos de vuelo y de voz de la aeronave.

Como es probable que muchas personas que no hayan escuchado las grabaciones que posiblemente emanan de diversas dependencias de Control de Tránsito Aéreo utilicen las transcripciones, cada una de éstas debe proporcionar ciertos datos y tener una presentación uniforme.

En una página de introducción debe indicarse la dependencia que hizo la grabación, la frecuencia o las frecuencias utilizadas, el lapso de tiempo abarcado por la transcripción. Motivo que indujo a hacer dicha

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

transcripción, personas que intervinieron en la misma y donde y cuando se hizo (posiblemente el lugar donde se registraron las cintas originales).

Cada una de las páginas que siguen puede contener por lo menos las siguientes columnas:

- a) Indicaciones Horarias.
- b) Estaciones Transmisoras.
- c) Estaciones Receptoras.
- d) Datos cuya lectura no presentó dificultades
- e) Datos dudosos o ininteligibles.
- f) Observaciones de la persona o personas que efectuaron la transcripción.
- g) Para facilidad de referencia, puede que el investigador considere útil subrayar en el texto del mensaje la palabra o palabras pronunciadas en el momento de cada señal horaria.

Navegación.

En los casos pertinentes, los aspectos de navegación de una investigación afectan al estudio del aspecto operacional (o a la investigación del Control de Tránsito Aéreo si procede). El equipo de navegación de a bordo debe cotejarse con los registros de la aeronave y los restos del equipo de navegación que se hayan recuperado. Las instalaciones terrestres para la radionavegación pueden comprender desde el NDB hasta el DECCA de frecuencia media, VOR, DME, ILS y el equipo de Radar.

Deben considerarse las siguientes características respecto a cada una de las instalaciones terrestres de radio examinadas, emplazamiento (Coordenadas Geográficas), señal de identificación, potencia de salida y fuente de energía, equipo de emergencia como sistemas de alarma-alarma, de funcionamiento defectuoso, diagrama de Radiación, programas de operación y mantenimiento y su notificación (AIP, NOTAM), nivel normal de performance, interferencias, así como de las quejas formuladas anteriormente (tripulación, funcionamiento, etc.), declaraciones de los tripulantes que utilizaron estas ayudas más o menos al momento del accidente, la fraseología y lenguaje utilizados en las comunicaciones (dificultades de comprensión debido a ello) y los procedimientos.

Verificación en Tierra y en Vuelo.

Cuando haya algún motivo para sospechar que la causa del accidente pudo ser la falla de una "ayuda para la navegación", el investigador debe solicitar, sin demora, que se hagan verificaciones especiales en tierra y en vuelo. Siempre deben efectuarse verificaciones normales de las ayudas para la navegación, si éstas se utilizaron o si existe alguna posibilidad de que las utilizara la aeronave que sufrió el accidente en el momento de ocurrir éste.

Además de examinar los resultados de las verificaciones especiales en tierra y en vuelo, el investigador debe estudiar los resultados de las verificaciones normales ordinarias (evaluación de su emplazamiento, puesta en servicio y verificaciones periódicas recientes).

Debe señalarse la utilidad de estas verificaciones en cuanto a posibles diferencias entre el estado del equipo utilizado en el momento de ocurrir el accidente y el momento de la verificación en tierra o en vuelo.

Registro de las Imágenes del Radar.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Las imágenes del radar panorámico brindan información vital para reconstruir la marcha progresiva de un vuelo. Algunos Estados han elaborado sistemas para registrar estos datos. Por ejemplo, un sistema consiste en fotografiar en secuencia (una imagen por barrido el desplazamiento de los puntos que representan las aeronaves en movimiento en las pantallas del radar panorámico de los centros de Control de Área (ATC) y de los aeropuertos importantes. Cada imagen lleva la fecha y la hora (posiblemente un número de serie) y los puntos de notificación importantes o los puntos significativos del sector abarcado, así como las indicaciones de distancia, identificación de la aeronave y los puntos que representan las aeronaves.

Se ha ideado un sistema para proyectar las películas resultantes a la velocidad que se desee, en imágenes aisladas y para hacer diapositivas. Estas películas se conservan por lo menos un mes y sólo se revelan en el caso de que ocurra un accidente o un incidente.

Mapas y Cartas.

Quizás sea necesario averiguar qué mapas y cartas traía a bordo el piloto para navegar y examinar su idoneidad y precisión en relación con las actividades de navegación que requería el vuelo. Esto podría también exigir la consulta de las cartas para determinar si difieren en algún aspecto importante de las "Normas" del Anexo 4, puesto que la "uniformidad" es fundamental para utilizar con discernimiento las cartas.

Las limitaciones inherentes a los mapas de carácter especializado por ejemplo, los producidos especialmente para utilizar dispositivos automáticos de radionavegación deben considerarse críticamente. Puede que sea también pertinente examinar la interrelación funcional de las diversas cartas concebidas para las diferentes fases del vuelo, cuando sea evidente que pueden haber desorientado al personal de a bordo.

Es posible también que sea oportuno considerar la aptitud de la tripulación de vuelo para utilizar, en el medio limitado de sus puestos de trabajo, los mapas y cartas que llevaba y también ver si disponía de suficiente luz para apreciar los detalles cartográficos.

Según corresponda a la fase del vuelo en que haya ocurrido el accidente, el investigador debe verificar:

- a) Cartas de posición.
- b) Cartas de radionavegación.
- c) Cartas de área terminal.
- d) Cartas de aproximación por instrumentos.
- e) Cartas aeronáuticas (topográficas).
- f) Cartas de aproximación visual.
- g) Cartas de aterrizaje.
- h) Planos de aeródromo.
- i) Cartas de navegación aeronáutica

Instalaciones y servicios de aeródromo.

Según lo exijan las circunstancias, el investigador puede que tenga que examinar y verificar el estado de muchas instalaciones y servicios de aeródromo utilizado por la aeronave que sufrió el accidente o

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

disponible para su utilización. Entre los por menores que quizás tenga que verificar figuran los siguientes:

→ Pista en Uso.

Dimensiones (longitud y anchura) de las pistas, zonas de parada, zonas libres de obstáculos, emplazamiento del umbral en el momento del accidente, señalamiento de pistas, márgenes laterales (anchura y clase de obra), elevación o pendientes, tipo de superficie, estado de la superficie (seca, mojada, con hielo, nieve, agua nieve, etc.), resistencia de las pistas, dispositivo de parada de las aeronaves, obstáculos, ejecución de obras (NOTAM correspondiente). Véase reglamento de Aeródromos y Aeropuertos Civiles de la ley de Vías Generales de Comunicación y Anexo 14 de la OACI.

→ Plataforma y Calles de Rodaje.

En lo relativo a las plataformas del aeropuerto, calles de rodaje, etc., es necesario realizar ciertas verificaciones de las condiciones de éstas, para identificar factores contribuyentes o causales cuando el accidente se da dentro de un aeropuerto, entre las características a verificar, está la resistencia, suficiencia dimensional, señalamientos, obstáculos, remoción de la nieve o de agua nieve, tipo de superficie y cualidades de la misma y la ejecución de obras publicadas en un NOTAM correspondiente.

→ Iluminación.

Dentro del aspecto de iluminación en un aeropuerto, se deben verificar la existencia y funcionamiento de las luces de aproximación (tipo, dimensiones, color, intensidad), realizar la VASIS (verificación de la alineación) y revisar las luces de borde, umbral y de extremo de pista (color, intensidad).

→ Documentación.

Hay que verificar el cumplimiento de las disposiciones del reglamento de Aeródromos y Aeropuertos Civiles de la ley de vías Generales de Comunicaciones y del Departamento de Aeródromos y Aeropuertos Civiles de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

PÍA, NOTAM, Plano de obstáculos de aeródromos (OACI Tipo A), Idoneidad de la difusión de información pertinente y Manual de vuelo, en este caso, el Manual de Vuelo constituye la fuente básica de información sobre las performances de la aeronave. Su existencia constituye un requisito previo previsto con categoría de norma en el Reglamento de Operación de Aeronaves Civiles de la Ley de Vías Generales de Comunicación y en el Anexo 8 de la OACI.

Aun cuando en la mayoría de los casos su contenido es adecuado para los fines corrientes de la investigación, en cambio, en determinados casos, puede que sea necesario examinar los datos a base de los cuales el manual de vuelo determina las performances con objeto de verificar su validez en las circunstancias particulares del vuelo malogrado. En ese caso, puede que sean necesarios estudiar detalladamente los documentos apropiados de la dependencia oficial de aeronavegabilidad competente y del constructor de la aeronave. El manual de vuelo contiene las secciones siguientes:

Sección No. 1.- Generalidades: Registro de enmiendas, dibujo de tres vistas del avión, otros datos de dimensiones, particularidades sobre la matrícula, tablas o gráficas de conversión y definiciones.

Sección No. 2.- Limitaciones: Contiene limitaciones de pesos, carga de combustible, carga sobre el piso, centro de gravedad, condiciones atmosféricas (presión y temperatura del aire ambiente), funcionamiento

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

del sistema moto propulsor, velocidad y número de Mach, viento de costado (valor máximo y dirección), maniobras, tripulación mínima, número máximo de ocupantes, limitaciones de la instalación eléctrica y del piloto automático, etc.

Sección No. 3.- Procedimientos de Emergencia: Contiene procedimientos de operación esenciales para casos de emergencia previsible pero inusual que exigen la adopción de medidas inmediatas y precisas.

Sección No. 4.- Procedimientos Normales: Incluye procedimientos apropiados relativos a casos de mal funcionamiento no incluidos en la Sección No. 3 y también debe incluir normalmente los siguientes puntos: Sistemas moto propulsores (motores y hélices), Instalación de combustible, Instalación de lubricación de los motores, Instalación contra incendios, Instalaciones eléctricas, Instalaciones hidráulicas, Instalación neumática, Instalación anti hielo, Dispositivo de dirección del vuelo, Dispositivo de mandos de vuelo, Piloto automático, procedimientos en caso de fuerte turbulencia, Sistema de presión de cabina y de acondicionamiento de aire, Suministro de oxígeno, Curvas WAT (Peso, altitud, temperatura) de despegue y aterrizaje, Pendientes ascensionales en el despegue, Longitudes de pista de despegue, Datos sobre la trayectoria neta del vuelo de despegue, Datos en ruta, Procedimientos y velocidades de aterrizaje, Pendientes ascensionales en el aterrizaje, Normalmente no se incluyen aquellos procedimientos que se considera que corresponden a los conocimientos aeronáuticos básicos.

Sección No. 5.- Performances: Contiene datos cuantitativos referentes a las preformaciones de la aeronave, los cuales se presentan normalmente en subsecciones en el orden siguiente: Generalidades, Procedimientos y velocidad de despegue, Curvas WAT (peso, altitud, temperatura) de despegue y aterrizaje, Longitudes de pista de aterrizaje, Otros datos especiales de performances, Análisis Matemático.

Cuando se haya determinado toda la información pertinente a las performances de la aeronave, debe hacerse un análisis matemático de sus performances teóricas. Dicho análisis, si se hace al principio de la investigación, puede ayudar al investigador a determinar aspectos que requieren estudio particular, por ejemplo, cuando los datos del registrador de vuelo o la información proporcionada por los testigos revele que existe una amplia divergencia respecto a las performances teóricas. A medida que prosiga la investigación, puede que sea conveniente hacer otros análisis matemáticos que abarquen toda la información proveniente de varias fuentes. Este estudio puede comprender desde la interpretación directa de los datos contenidos en el manual de vuelo hasta el análisis complejo efectuado por especialistas en aerodinámica, utilizando datos tratados con calculadores electrónicos obtenidos de la investigación y de los constructores de la aeronave y del sistema moto propulsor.

Cuando se calculen preliminarmente las trayectorias de vuelo, puede utilizarse ventajosamente el "trazado de energía total", es decir, la variación en función del tiempo o de la distancia, según proceda, de la suma de la energía cinética y de la energía potencial de la aeronave. Esto se basa en una "teoría de energía, total" simplificada. Sin embargo, su aplicación directa debe examinarse cuidadosamente según las particularidades del caso que se investigue. Es esencial conocer las características básicas aerodinámicas y del sistema moto propulsor de la aeronave cuando se aplique la "teoría de energía total" a problemas que no sean de carácter elemental.

Características del Performance y de Manejo.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Los ensayos en vuelo son útiles cuando se consideran las características de performances y de manejo del tipo de aeronave que ha tenido el accidente. Por ejemplo, pueden utilizarse los datos del registrador de vuelo, cuando se disponga de ellos y la información facilitada por los testigos, para preparar una envolvente de configuraciones posibles de la aeronave, es decir, las diversas combinaciones de reglaje de empuje, aletas de ala, tren de aterrizaje, aletas sustentadoras (spoilers) y técnicas de pilotaje que sean compatibles con la traza del registrador de vuelo en determinados momentos.

La comparación de cada una de las combinaciones indicará a menudo un determinado juego de combinaciones que se adapte mejor a los datos del registrador de vuelo y demás información operacional conocida. Una vez que se haya elaborado la envolvente de las posibles configuraciones de la aeronave, a base de los datos del registrador y de otra información operacional, pueden hacerse ensayos en vuelo para verificar las características del performance y de manejo relacionadas con los perfiles de vuelo contenidos en dicha envolvente.

Además de las características de vuelo generales, puede que tengan que documentarse, según determinen las necesidades de los diversos grupos que intervienen en la investigación, aspectos específicos, tales como la susceptibilidad a la estabilidad en la aproximación, mando longitudinal, pérdida y características de actuación de los motores.

Ensayos en Túneles Aerodinámicos.

En muchas investigaciones de accidentes, el empleo de túneles aerodinámicos y de modelos dinámicos a escala ha desempeñado un papel importante. En particular, los túneles aerodinámicos se han utilizado eficazmente para el examen minucioso de aspectos de performance y estructurales relacionados con las investigaciones de accidentes. Con esta técnica ha sido posible solucionar varios problemas que, de otro modo, hubiesen sido virtualmente insolubles.

En la construcción de modelos dinámicos, hay que determinar cuáles son las interacciones más importantes en lo tocante al fenómeno que interese averiguar y cerciorarse de que los parámetros pertinentes son representativos.

Las dimensiones o escala del modelo dependen en gran parte del tamaño de la instalación utilizada para el ensayo, de la facilidad y costo de construcción y de los detalles del modelo.

Cuando se haya tomado la decisión de construir un modelo, debe decidirse claramente el objeto principal perseguido con el mismo y también el tamaño necesario para lograrlo. Sin embargo, siempre se corre el riesgo de que si se supone tener un conocimiento excesivo del asunto, es posible que el modelo se simplifique exageradamente y falsee los resultados apetecidos.

Cuando se construye un modelo para obtener información respecto a determinado problema, frecuentemente se obtienen así mismo, otros resultados inesperados y beneficiosos que quizás tengan alguna relación directa con el accidente o puede que se trate de aspectos que pueden estudiar más a fondo otros especialistas con objeto de incrementar la eficiencia y seguridad de vuelo.

CUMPLIMIENTO DE LOS REGLAMENTOS, INSTRUCCIONES, ETC.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Aun cuando el investigador de accidentes de aviación no tiene porqué intervenir en los aspectos disciplinarios del cumplimiento de los reglamentos e instrucciones pertinentes, el averiguar si se cumplieron constituye una parte necesaria de la investigación. También debe examinarse lo preceptuado para determinar si, según las circunstancias del accidente, era apropiado y adecuado para garantizar la seguridad de vuelo y saber si era fácilmente comprensible. Al examinar estos puntos es importante hacer una distinción entre lo obligatorio y lo facultativo.

Lo preceptuado puede adoptar formas distintas, a saber: Legislación Nacional, Anexos de la OACI, Procedimientos de la OACI para los servicios de Navegación Aérea, Manual de Operaciones, Manual de Vuelo, NOTAM, Publicaciones de Información Aeronáutica (PIA), Instrucciones de los explotadores a la tripulación de vuelo, Circulares de Información, Avisos de los Constructores de Aeronaves, Directrices de Aeronavegabilidad.

RECONSTRUCCIÓN DE LA ÚLTIMA FASE DEL VUELO.

La reconstrucción de la última fase del vuelo, es decir, de la fase "accidente", requiere coordinar muchos aspectos de la investigación; no obstante, este aspecto corresponde primordialmente al estudio del aspecto operacional. Su finalidad es preparar una descripción completa de los últimos acontecimientos en el orden cronológico en que se produjeron y evaluar su relación mutua. El periodo de tiempo que ello ha de abarcar dependerá de las circunstancias.

En términos generales, debe empezar en el momento en que el vuelo deja de ser normal y seguro y terminar cuando sea irrefutablemente evidente que el accidente se hace inevitable. Este momento no es preciso que coincida forzosamente con el del choque. Por ejemplo, en el caso de falla estructural en vuelo de crucero, el accidente es inevitable cuando las alas se hayan desprendido de la aeronave; análogamente, en una situación de "jet-up set" (pérdida del mando), cuando no es posible el restablecimiento por volar la aeronave demasiado baja para retornar a su actitud normal sin exceder considerablemente muchas limitaciones, seguramente ocurrirá el accidente. Sin embargo, en los accidentes que ocurren al despegar y aterrizar, el acontecimiento final será el choque violento y puede que sea necesario utilizarlo como punto de partida de la reconstrucción del accidente y estudiarlo retrospectivamente con el fin de sincronizar las diversas fuentes de información que puedan haber determinado otros grupos de investigación, siguiendo un orden sucesivo.

El registrador de vuelo proporcionará la base de la reconstrucción y las grabaciones radiotelefónicas suministrarán el enlace necesario con las actividades conexas en tierra, mediante la investigación de las estructuras se debe poder determinar la configuración de la aeronave y con el estudio de los factores humanos, complementar dicha información y también probar ciertas consideraciones importantes respecto a las condiciones o eficiencia de la tripulación de vuelo.

Con el examen de los sistemas moto propulsores se debe poder deducir la potencia que desarrollaban los motores al chocar y el examen de las instalaciones de a bordo debe contribuir a determinar con algún detalle la configuración de la aeronave. Por último, la reconstrucción del accidente debe considerarse en el medio ambiente que revele la evaluación de todas las declaraciones de los testigos y en las condiciones meteorológicas que se determinaron del estudio.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Secuencia del vuelo.

La enumeración de la información que antecede (párrafos anteriores) debe poner de relieve los aspectos importantes del estudio del elemento operacional en relación con los otros aspectos de la investigación del accidente. Verdaderamente, la síntesis de todos los datos obtenidos con el estudio del aspecto operacional es lo que mayormente puede contribuir a la reconstrucción del vuelo. Puede igualmente ocurrir que determinadas características del accidente requieran no sólo la reconstrucción del vuelo en cuestión sino también de otros anteriores.

Aunque la investigación tiene que prestar atención particular a la fase en que ocurrió el accidente, corrientemente conviene examinar la forma en que se desarrollaron todas las fases del vuelo. En muchos casos, será ventajoso que el investigador efectúe un examen global de cada faceta importante del estudio del aspecto operacional, abarcando cada parte del vuelo.

Por ejemplo, durante la fase en ruta, la tripulación de vuelo, el control de tránsito aéreo, las condiciones meteorológicas, la planificación del vuelo, la performance de la aeronave y las declaraciones de los testigos proporcionarán información concreta de la fase en ruta, que puede que haya que indagar más a fondo, según la

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 9

INVESTIGACIÓN DE MOTOPROPULSORES GENERALIDADES

La investigación del sistema moto propulsor normalmente incluye el motor, el combustible, la instalación de lubricación y de enfriamiento, la hélice y su "regulador", la tobera propulsora y el conducto de salida del chorro, el inversor de empuje (cuando lo haya), la bancada del motor y cuando el motor constituye una sola unidad la unión de ésta a la estructura del avión, tapa fuego y cubierta, caja de engranes auxiliar, transmisión de velocidad constante, dispositivo anti hielo del motor y hélice, detector y extintor de incendios de motor, y los mandos del sistema moto propulsor.

Las fallas o funcionamiento defectuoso del sistema moto propulsor son factores causales frecuentes en los accidentes de aviación. Por ese motivo es esencial hacer un examen detenido del sistema moto propulsor y de sus correspondientes componentes para determinar si fueron factores causales. Es especialmente importante incluir en el informe una declaración respecto al sistema moto propulsor, si se determina que la falla o funcionamiento defectuoso no fueron factores causales.

En la mayoría de los casos en el lugar del accidente no será posible desmontar parcial o totalmente un motor alternativo ni tampoco uno de turbo reacción. Ciertamente, dada la complejidad de los motores modernos, no es aconsejable el hacerlo. Únicamente debe intentarse hacer esto en el caso de motores pequeños y simples y sólo cuando sea absolutamente necesario.

En el lugar del accidente solamente se debe hacer un examen superficial, prestando atención particular a aquellos elementos de mando o de alimentación de combustible que conectan el motor a la estructura del avión. Se deben sacar las fotografías que se juzgue oportuno, teniendo en cuenta que las de colores son de utilidad cuando se sospecha que hayan ocurrido pérdidas de aceite o incendio en vuelo.

Dada la complejidad de los motores modernos, es de gran ayuda y desde luego necesario, que el grupo que examine el sistema moto propulsor cuente con algún representante competente del fabricante de los motores, preferentemente alguien que tenga experiencia en el procedimiento y técnicas aplicables a los accidentes de aviación.

Previo estudio preliminar en el lugar del accidente, deben hacerse los arreglos necesarios para transportar el sistema moto propulsor a algún lugar apropiado y autorizado para examinar y ensayar con más detalle el material en cuestión. Antes de desmontar o quitar cualquier accesorio, considérese siempre si es posible probar el motor en un banco de pruebas, si tal medida se juzga apropiada o necesaria teniendo en cuenta las circunstancias del accidente.

Daño Externo.

Es obvio que lo primero que hay que hacer en el lugar del accidente es averiguar si han ocurrido daños y ver si éstos guardan relación con la intensidad del choque.

Generalmente, a primera vista el investigador puede apreciar la presencia de daños producidos por el

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

impacto. El impacto de una aeronave que se ha estrellado contra terrenos duros o edificios causará deformaciones hacia dentro del cárter del motor o el desgarramiento de los accesorios, mientras que la falla en vuelo, tal como el funcionamiento defectuoso de un compresor o turbina, puede causar deformaciones hacia afuera, es decir, es posible que pedazos del compresor o de la turbina se desprendan del motor y salgan disparados produciendo deformaciones en el propio motor o en las estructuras adyacentes. Como estas indicaciones son de carácter interino y general, no deben sacarse conclusiones en esta fase de la investigación.

Funcionamiento del Motor al Chocar.

Casi siempre es necesario saber inmediatamente si un motor, ya sea alternativo o de turbina, estaba funcionando cuando chocó contra el suelo. Esto no es siempre fácil de averiguar y no hay manera simple ni rápida de hacerlo en el lugar del accidente.

Motores a Turbo reacción.

En algunos casos es fácil determinar si el motor a turbo reacción funcionaba al chocar. En la mayoría de los casos, particularmente si han fallecido los tripulantes o los registradores de vuelo no dan indicación del funcionamiento de los motores, antes de hacer una evaluación deben tenerse en cuenta y considerarse diversos factores.

Las evaluaciones pueden ser solamente aproximadas ya que no existe técnica cierta que permita determinar la potencia exacta o las RPM de un motor porque, en ausencia del registrador de vuelo, hay tantos factores variables y desconocidos que hay que tener en consideración.

Por ejemplo, si una aeronave de reacción sufre una pérdida de potencia al despegar y choca inmediatamente contra el terreno, el efecto de molinete o las RPM de la turbina y del compresor se habrán reducido sólo ligeramente, por lo que el hecho de suponer que el motor giraba a gran velocidad al chocar puede llevar a grave error. Por supuesto, hay ocasiones en las que el cárter del motor queda intacto, por lo cual el investigador no puede basar su evaluación en alabes deformados o en el rozamiento de compresores. La carencia de daños visibles producidos por rotación no significa a primera vista, que el motor giraba abajo régimen. Deben examinarse las circunstancias del choque, las medidas tomadas previamente por el piloto, las posiciones relativas de las llaves de paso de combustible y de aceite, la velocidad de choque, la naturaleza de la superficie de choque (terreno, agua, etc.) Si se trata de motores de turbina, antes de llegar a una conclusión firme, es siempre necesario desmontarlos enteramente para examinar todas sus piezas.

Motores Alternativos y Turbohélice.

Para determinar si un motor alternativo o turbohélice funcionaba al chocar, se requiere otra técnica. En este caso, a primera vista puede dar la impresión de que el motor estaba parado, la hélice puede hasta estar en banderar pero esto no es prueba concluyente de que el motor estaba parado. Ya que han ocurrido accidentes en donde la tripulación, por error había puesto en bandera el motor "bueno" en lugar del defectuoso, la hélice debe examinarse conjuntamente con el motor. No es recomendable tratar de sacar conclusiones acerca del funcionamiento de un motor, alternativo o de turbohélice, en el lugar del accidente. Las hélices deben llevarse siempre a un taller o laboratorio autorizado para que las examinen los expertos.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

PRUEBAS QUE SE OBTIENEN DEL EXAMEN DE LA HÉLICE.

Cuando se relaciona en forma apropiada con las pruebas obtenidas del motor, el examen de las hélices puede proporcionar pruebas valiosas, tales como:

- Revelar si los motores funcionaban en el momento del choque.
- Las RPM del motor (en algunos casos).
- El ángulo de las palas de la hélice.
- La velocidad de la aeronave respecto al suelo (en algunos casos).

Examen de las Palas.

Lo primero que hay que hacer es examinar la hélice para ver si tiene todas las palas. Si falta alguna parte de las palas deben examinarse con una lupa las roturas de los pedazos recobrados para determinar si la rotura ocurrió durante el vuelo o al chocar. Las pruebas relativas a las roturas por fatiga o tensión deben anotarse cuidadosamente.

Determinación de la Potencia Desarrollada al Chocar.

El próximo paso consiste en averiguar si el motor funcionaba al chocar. Las indicaciones más típicas son las palas dobladas hacia adelante cerca del extremo indican que, al chocar, el motor giraba a alta velocidad. Normalmente, el paso de las palas estará en la posición de régimen constante. Las palas dobladas ligeramente hacia atrás indican que la hélice giraba en el momento del choque pero a un régimen bajo o nulo. Esto usualmente va asociado al efecto de molinete. El ángulo de paso de la pala estará normalmente al tope del paso "bajo".

En todo caso un consejo, el investigador que se halle en el lugar del accidente debe considerar con gran reserva los daños y deformaciones que pueda ver en las palas de la hélice una vez hayan golpeado en el suelo. No hay que precipitarse en llegar demasiado pronto a conclusiones de que un motor estaba funcionando cuando ocurrió el accidente debido a que la hélice estaba muy doblada o dañada. Los resultados del examen de las palas de la hélice normalmente se correlacionan con otros resultados antes de que sea posible sacar alguna conclusión definitiva.

Como precaución contra la pérdida de pruebas importantes es bueno marcar la posición del vástago de la pala con respecto al núcleo de la hélice, pero cuando la transmisión entre la pala y el mecanismo de cambio de peso se haya roto al chocar, la significación de estas marcas se tendrá que evaluar haciendo una inspección detallada. Son muchos los factores que hay que tener en cuenta y en cada accidente hay que formarse un juicio de acuerdo con las circunstancias. El ángulo del impacto, la naturaleza del terreno, la velocidad del choque, el material con que está construida la hélice, ya sea de aleación de aluminio, acero o madera, todo ello influye en la evaluación. En pocas palabras, no es suficiente examinar una hélice por sí sola y luego determinar si el motor estaba o no funcionando.

Las palas de la hélice constituyen solamente un eslabón de la cadena de pruebas, que cuando se combinan con otras características, tales como el ángulo del paso de las palas en relación con la fase conocida de la operación en el momento del accidente, la torsión del eje de la hélice, en caso de haberse producido y el estado de los mandos del motor y del combustible, etc., pueden llevar a conclusiones más exactas en cuanto a la potencia que desarrollaba el motor en el momento del choque. La determinación del reglaje del paso de la hélice puede averiguarse desmontando la cabeza del gobernador de la hélice y

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

verificando la posición del mecanismo de cambio de paso en combinación con las marcas del impacto o las impresiones que aparecen frecuentemente a lo largo de la base de la pala, en las arandelas de separación de cobre maleable o en los empaques. Estas marcas o huellas pueden proporcionar indicios valiosos y seguros del ángulo de paso de las palas en el momento que éstas golpearon el terreno. Este trabajo debe hacerse con cuidado con la colaboración de algún especialista de los fabricantes de la hélice o de alguien capacitado en la materia.

Las hélices que están en bandera al chocar pueden, según la naturaleza del accidente, dejar marcas distintivas sobre el terreno alineado con la trayectoria que seguía la aeronave. Las hélices que giran dejan marcas de cortes característicos a intervalos o espaciados poco distantes uno del otro, a base de los cuales se puede llegar a ciertas deducciones. En el caso de las hélices de algunas aeronaves ligeras, cuyo paso se regula por presión de aceite contra un resorte o aire comprimido, si la hélice se encuentra en bandera no significa necesariamente que ésta se hallaba en esa posición antes del choque. En algunas circunstancias, estas hélices pueden pasar a la posición "en bandera" a raíz del choque.

Siempre debe recordarse que, a base del paso de la hélice, las pruebas de falta de potencia del motor en el impacto no indican forzosamente fallas de motor, puesto que el piloto puede cerrar el acelerador de un motor antes del impacto si está en condiciones de hacerlo.

Determinación de la velocidad respecto al suelo al chocar.

El espaciado de los cortes o rasguños iniciales de las palas de una hélice en el suelo puede proporcionar pruebas especialmente útiles si se conoce la velocidad de la aeronave respecto al suelo en el momento del impacto (o puede calcularse). Pueden usarse las fórmulas siguientes para determinar aproximadamente la velocidad de la hélice, en revoluciones por minuto, en el momento del impacto contra el suelo:

a) $V^{\wedge} z$ Velocidad de la hélice en RPM.

V^{\wedge} . - Velocidad de la aeronave con respecto al suelo (en NUDOS).

D - Distancia entre cortes en (metros) ó (pies).

K = Número de palas de la hélice.

$$D \times K 101 \times Vt$$

FORMULA:

$v^h 5 3$

$\times K$

$$\frac{31 \times Vt}{\text{h} \times D \times K} \sim \sim (D \text{ en metros})$$

$$(D \text{ en pies})$$

$$h \times D \times K 31$$

La velocidad del cigüeñal del motor puede obtenerse aplicando inversamente la relación de reducción de la velocidad del cigüeñal a la de la hélice. Como alternativa, si se conoce la velocidad de la hélice (o la velocidad del motor) puede obtenerse la velocidad respecto al suelo en el momento del impacto.

b) $v t$

V (D en metros)

V (D en pies)

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

h x D x K 101

Falla de la Hélice Durante el Vuelo.

Han ocurrido accidentes a causa de la falla de las palas en vuelo, generalmente como resultado de grietas de fatiga. Tales fallas producen vibraciones violentas y frecuentemente el motor se desprende de su bancada o el cárter del reductor se desprende de la hélice. La falla de la hélice en vuelo puede no tener su origen en la propia hélice, por lo que es esencial examinar cuidadosamente el gobernador, el circuito de aceite, el motor y el reductor.

Hélices con Velocidad Excedida (Sobre revolucionadas).

Las hélices con velocidad excedida, que han frustrado todos los intentos de la tripulación de vuelo para ponerlas en bandera, también han sido una causa bastante común de accidente. La falla del reductor puede, en algunas instalaciones, desacoplar la hélice y ésta, girando loca, puede adquirir una velocidad excedida debido al efecto de molinete que se produce a alta velocidad, en forma tal que las palas se desprendan del núcleo de la hélice en virtud de la enorme fuerza centrífuga generada. Frecuentemente, la única posibilidad que tiene la tripulación de vuelo de dominar una hélice que gira sin control es cerrar el acelerador y elevar la proa de la aeronave para reducir la velocidad aerodinámica.

POSIBILIDADES DE QUE EL MOTOR HAYA ESTADO FUNCIONANDO EN EL MOMENTO DEL IMPACTO.

Antes de trasladar un motor del lugar del accidente a otro lugar, el investigador debe percatarse de si el motor podía funcionar, claro está, siempre que la condición en que se hallen los restos de la aeronave permita averiguarlo. Hecho este examen, es asimismo importante observar si el motor recibe debidamente combustible y aceite y si las llaves de paso apropiadas están en la posición de apertura debida; si las tuberías y conductos no están obstruidos y si los depósitos de combustible y aceite están limpios y no contienen materias extrañas que obstaculicen el paso de los líquidos; no se trata solo de los orificios de salida sino también de las tomas de aire.

Hay que examinar los acoplamientos del acelerador para ver si están bien unidos y verificar el encendido (si se trata de un motor de émbolo) desde los interruptores hasta el distribuidor de la chispa. Muchos accidentes se han debido a la pérdida de potencia, por estar los filtros de combustible, sucios y obstruidos. En esos casos, el examen de las piezas de un motor desmontado no dará indicio alguno de fallas o defectos mecánicos.

Investigación de la Falla o Funcionamiento Defectuoso de los Motores de Émbolo.

Al averiguar la falla o funcionamiento defectuoso de un motor de émbolo, debe considerarse en primer lugar, toda prueba obtenida de testigos oculares con el fin de determinar el tipo de falla. Para que sirva de información, se enumeran los síntomas más comunes de funcionamiento defectuoso del motor y sus causas. La circunstancia de que varios de estos síntomas sean similares debe prevenir al investigador contra la posibilidad de asignar factores causales erróneos si no se hace un examen detenido.

→ Formación de Hielo en el Carburador.

Esto sucede con más frecuencia en los motores de émbolo pequeños que en los grandes y se acusa

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

generalmente por una disminución gradual de la potencia, falsas explosiones, variaciones de coordenadas del régimen, irregularidades intermitentes de funcionamiento y por la emisión de humo negro (mezcla rica) por el tubo de escape de gases. En algunos motores, la formación de hielo ocurre cuando la humedad relativa es bastante alta (más del 60 por ciento) en días buenos, soleados y frecuentemente templados (15° a 20°C, 60° a 70°F).

Conviene recordar que las condiciones en las cuales se forma hielo en las alas, no suponen necesariamente que se tenga que formar hielo en el carburador. El investigador debe estudiar las condiciones meteorológicas y evaluarlas en reacción con la opinión que se ha formado al examinar los restos; es decir, la posición relativa de las válvulas u obturadores de admisión de aire caliente y frío, tanto del motor como de la cabina de mandos. Hay que verificar el funcionamiento de los obturadores y las conexiones del mando de estos, para averiguar si podían haber funcionado mal.

→ Fallas de Encendido.

Estas fallas se manifiestan frecuentemente por irregularidades intermitentes de funcionamiento del motor. Vale la pena examinar los cables del encendido, los que van de los magnetos a los interruptores de la cabina, la transmisión que actúa al magneto y la sincronización de éste. El estado de los electrodos de las bujías puede revelar información útil y puede también acusar otros defectos, como la mezcla o depósitos anormales de plomo. El investigador debe averiguar si las bujías utilizadas son del tipo apropiado y si están bien apretadas en los cilindros del motor. También debe averiguar si el combustible de a bordo era del número de octano recomendado para el motor de la aeronave accidentada.

→ Agotamiento o Alimentación Insuficiente de Combustible.

Esta situación se manifiesta frecuentemente por falsas explosiones y por disminuciones y aumentos esporádicos de potencia, pero a veces, según el tipo de carburador o inyector utilizado no se percibe ningún síntoma audible ni apreciable, excepto un desvanecimiento silencioso del motor. Si se trata de aeronaves multimotoras, particularmente si están volando por instrumentos o es de noche y cuando llevan hélices de velocidad constante, es difícil detectar inmediatamente lo que está ocurriendo.

Los indicadores de presión del combustible y los medidores de gasto proporcionan la indicación más efectiva de la insuficiencia de la alimentación, que lleva consigo la pérdida de potencia. El empleo incorrecto de las válvulas reguladoras de la alimentación o del sistema de combustible, particularmente en el caso de los multimotores, ha ocasionado más accidentes que el simple agotamiento del combustible. El investigador debe anotar las calibraciones de todas las válvulas de paso del combustible que ha descubierto en la aeronave accidentada, tanto si las considera o no pertinentes o fidedignas. Las válvulas que se regulan eléctricamente dan por lo general una indicación correcta de la última posición relativa, previa al accidente, de las válvulas reguladoras del paso de combustible accionadas por cable o varillas pueden desplazarse al chocar o al intentar la recuperación del material averiado, por lo que conviene aceptar con reservas su posición relativa previa inmediata al accidente.

Es esencial inspeccionar los depósitos, conductos y respiraderos de combustible para convencerse de que no había obturaciones, pérdidas, escoriaciones, agujeros ni corrosión en los depósitos. El investigador debe verificar retrospectivamente hasta el último reabastecimiento de combustible y verificar los registros y anotaciones correspondientes. Como existe la posibilidad de que en los depósitos y carburadores haya condensación de agua, es muy probable que sea necesario examinar los métodos de

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

almacenamiento y de utilización de la aeronave y así mismo la forma habitual de hacer el reabastecimiento. La inspección de cada pieza de los inyectores y carburadores debe hacerla un especialista, en algún lugar o laboratorio apropiado. Al inspeccionar estos elementos, conviene recordar lo siguiente: si el surtidor es del calibre apropiado, si el flotador se pega o está perforado, si cada pieza está bien limpia, si las paredes de los pozos de los surtidores están corroídas, si hay materias extrañas en la cámara de combustible, si hay agua presente y si el reglaje de los mandos de mezcla y de aceleración es el apropiado. Si se trata de inyectores, hay que examinar detenidamente las válvulas reguladoras, el cierre del paso y la bomba de alimentación. Tanto si se trata de inyectores como de carburadores, es con frecuencia preferible probarlos en el banco de pruebas (si esto es posible) antes de desmontarlos; lo mismo hay que hacer con las bombas de alimentación.

De todos modos, hay que tener la precaución de preservar los residuos contaminantes, ya que pueden desaparecer involuntariamente al iniciar las pruebas de funcionamiento.

→ Lubricación.

Con frecuencia es posible determinar visualmente si la falta de lubricación ha contribuido a la falla, pero algunos motores utilizan la presión de aceite del sistema normal de lubricación del motor para otros fines, como para accionar los servos, calentar con aceite los carburadores, alimentar los gobernadores de las hélices, etc. Por ello, es preciso examinar la instalación de aceite desde el depósito de éste hasta el motor propiamente dicho para averiguar si hay depósitos de impurezas que obstaculicen el paso del fluido, tuberías mal conectadas, mal instaladas o defectuosas, pérdidas, etc., sin olvidar si el aceite utilizado y la cantidad del mismo se ajustan a lo indicado en el manual de la aeronave en cuestión.

Hay que examinar con suma atención todos los filtros de aceite y si es necesario, analizarlos químicamente. El análisis químico es una técnica moderna que se utiliza para descubrir fallas y detectar divergencias respecto a las especificaciones apropiadas y las fallas inminentes. Muchas empresas aéreas utilizan el análisis químico como procedimiento normal de mantenimiento.

→ Integridad Mecánica.

Exceptuando los motores muy pequeños y sencillos, la inspección de las piezas de un motor debe hacerse únicamente en un taller o lugar autorizado por su fabricante para hacer la revisión de motores. Conviene siempre consultar cuanto antes al fabricante porque la experiencia y conocimiento que él tiene de los defectos y fallas de sus productos son factores inestimables para el buen éxito de la investigación. Por lo general el investigador es bastante competente para supervisar la investigación del motor desarmado en sus piezas.

Siempre deben examinarse todas las roturas y fallas sospechosas; para ello habrá que confiar esa labor a algún perito en análisis de roturas o a algún especialista en metalurgia. A la fatiga se deben usualmente las fallas de las bielas, de los engranes, balancines, levas, birlos de fijación de los cilindros, pistones, muelles o resortes y cigüeñales, cosa que, por lo general, se puede observar inspeccionando la superficie defectuosa.

Averiguación de la falla o funcionamiento defectuoso de los Motores a Turbo reacción.

El motor a turbo reacción moderno es generalmente tan complejo y de construcción tan particular, con ajustes y tolerancias tan críticas, que apenas se puede inspeccionar desmontado en el lugar del accidente.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Cuando es absolutamente indispensable o cuando se considera que es casi imposible transportarlo debido a la distancia o a las dificultades que presenta el terreno, etc., se puede hacer una inspección ocular limitada desmontando los filtros de presión del aceite o tratando de inspeccionar internamente la turbina o el compresor.

No obstante, para que la investigación tenga éxito, es esencial que el fabricante del motor tome parte en ella desde el inicio y forme parte del grupo encargado de investigar los motores. Es también esencial que quien encabece dicho grupo o el encargado de la investigación en general, supervise y dirija los trabajos. Es generalmente necesario trasladar el motor a algún lugar o taller debidamente equipado y reconocido, normalmente a la fábrica del motor, donde hay todas las instalaciones, aparatos, heria mientas especiales y bancos de montaje necesarios. De ser posible, el investigador debe determinar en el lugar del accidente si el motor está en condiciones que permitan probarlo en el banco de pruebas o si solo está en condiciones que aconsejan desmontarlo enteramente para inspeccionarlo. A pesar de ello, hay algunos detalles obvios que pueden ayudar al investigador en el lugar del accidente.

Primeramente, estará interesado en saber si, al chocar, la turbina giraba a gran velocidad, a baja velocidad (abanicando) o estaba parada. A este respecto, debe recordar que frecuentemente no es posible determinar realmente esas condiciones, por lo que, dejando el inicio de sus trabajos, debe obrar con prudencia al tratar de sacar conclusiones firmes, a pesar de la tentación que tenga de hacerlo a base de las apariencias, ya que la prueba de que el motor giraba constituye sólo una faceta de sus actividades; el investigador debe averiguar sin duda alguna si el motor "quemaba el combustible y al propio tiempo giraba".

Si los tubos de flama del motor están muy deformados es conveniente hacer un examen metalúrgico del material para descubrir si se deformaron cuando el metal en cuestión estaba recalentado o frío. Algunas fábricas de motores han perfeccionado esa técnica ensayando ejemplares bien conocidos, de modo que es factible determinar con bastante precisión la temperatura de combustión al chocar.

En cuanto al grupo moto propulsor de las turbinas modernas de gran empuje, la falla mecánica es usualmente obvia y frecuentemente catastrófica. La desintegración de una turbina de gran velocidad causa daños y destrucción similar a una "explosión" contenida. En estos casos es de suponer que la estructura y el motor sufren daños. Es posible que las piezas del motor se encuentren esparcidas por muchos kilómetros a lo largo de la ruta volada y hay que recuperarlas todas, representar su presencia en un mapa de gran escala y transportarlas al lugar donde se hace la investigación. Con frecuencia, esas piezas desprendidas proporcionan los primeros indicios de la falla.

→ Falla del Compresor.

La falla en vuelo del compresor de flujo axial y frecuentemente del centrífugo, puede averiguarse mediante varios indicios positivos que pueden observarse dentro del motor. El indicio más positivo de la falla en vuelo del compresor son los abundantes depósitos de aleación de aluminio o de titanio acumulados en las diferentes superficies calientes internas de salida del motor. Estos depósitos se deben generalmente a las partículas de metal desprendidas de las aletas del compresor que arañan o cizallan internamente la caja del compresor. En casos graves, a veces se rompe la caja y los fragmentos desprendidos del compresor pueden ocasionar otras fallas, como el desprendimiento o desplazamiento de tuberías de combustible o de aceite con el riesgo consiguiente de incendio por inflamarse el combustible o aceite en libertad.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

La inspección de las "secciones calientes" de la turbina o de las cámaras de combustión revela, a veces, la acumulación de una aleación de aluminio semifundido que se ha desplazado con el flujo de aire del compresor roto y que se adhiere en las superficies calientes. La magnitud de la acumulación proporcionará con frecuencia un indicio en cuanto al periodo de tiempo o de duración de la falla. El análisis del material acumulado dará una indicación, si no es obvio por otras razones, de su origen. Raramente es difícil establecer la diferencia entre la falla del compresor y la falla que ocurre al chocar contra el suelo; cuando la falla del compresor ocurre al chocar contra el suelo, habrá principalmente sólo pequeños depósitos de aleación de aluminio en las secciones calientes del motor. Los surcos y muescas de los anillos separadores del rotor del compresor, aunque profundos, serán poco numerosos e intermitentes cerca de la periferia de dichos anillos.

Muchos alabes del compresor y rotor, pueden separarse de sus ranuras de montaje pero quedarán casi siempre en la caja del compresor. Raramente también, la rotura del compresor dará lugar a que sus alabes salgan por la tobera de admisión del motor, aunque la falla de un compresor en tierra puede causar que los alabes se lancen hasta unos 30 metros frente a la tobera de admisión del motor. En raras ocasiones, cuando se acelera bruscamente el motor, también es posible que esto ocurra en vuelo, con el riesgo consiguiente de que los fragmentos lanzados penetren en el motor adyacente averiándolo.

→ Ingestión.

La ingestión de materias extrañas ha causado y sigue ocasionando, muchas roturas mecánicas de los compresores. Los compresores modernos están proyectados de modo que pueden ingerir muchos pajaritos a la vez sin sufrir daño, pero, cuando se trata de aves mayores, estas sí pueden ocasionar serias fallas.

Las parvadas de pájaros migratorios pueden chocar con la aeronave en vuelo, pudiendo afectar algunos o a todos los motores. Con frecuencia, si se trata de un pájaro aislado, al examinar inicialmente el motor que lo ha ingerido no se ven trazas visibles del mismo, si bien el compresor acusa su efecto. Frecuentemente los diminutos y tenues depósitos de los restos del pájaro obstaculizan la toma de aire del compresor y por eso es necesario con frecuencia hacer un examen microscópico de los restos para determinar que, de hecho, se trata de algún pájaro. Es menester preservar cuidadosamente las manchas que aparecen en los alabes del compresor, ya que pueden dar indicios, cuando se analizan química y microscópicamente, que se trata de algún pájaro, es decir, de su sangre.

Aparte de los pájaros, la ingestión de otros objetos, tales como los remaches, tuercas, tornillos, trozos de trapos y guijarros de las pistas o de las calles de rodaje, también puede estropear los compresores, especialmente los de flujo axial. A menudo, el objeto ingerido deja una marca o señal en la primera etapa del compresor. Normalmente, si los alabes de la primera etapa están limpios e intactos se puede deducir que el motor no ha ingerido ningún objeto sólido. Si las etapas intermedia y posterior del compresor están dañadas pero la primera etapa no lo está esto puede indicar que ha ocurrido alguna falla primaria del compresor, que nada tiene que ver con la ingestión de cuerpos extraños.

El momento, lugar y causa del daño sufrido por el compresor se pueden determinar con frecuencia a base de la clase de daño. A título de ejemplo, si el daño se produjo por la ingestión de guijarros, puede deducirse que ocurrió inicialmente al despegar o carretear por un campo de aviación sin barrer o mal construido. Si el daño se debe a la ingestión de remaches, es probable que se produjera por

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

mantenimiento deficiente o por negligencia en cuanto a la inspección o a la limpieza, en la fábrica, del motor. Si se debe a la ingestión de pájaros, ramas de árbol o de granizo (caso poco común), se puede deducir que el daño ocurrió en vuelo.

La falla en vuelo de los compresores centrífugos es rara y los compresores de esta variedad pueden a menudo ingerir sin el menor daño varias especies de aves y otros objetos extraños. No obstante, tanto en los compresores axiales como en los centrífugos, la fatiga de los alabes, de los discos o del eje puede causar fallas graves, por lo que hay que examinar cada rotura teniendo esto bien presente.

→ Falla de la Turbina.

La falla en vuelo del disco de la turbina puede ocasionar daños importantes y con frecuencia un incendio. A menudo, la falla de los alabes y de los discos de la turbina se debe a la fatiga del material.

Las fallas por termo fluencia son hoy raras, gracias al empleo más extenso de reguladores automáticos del combustible y de la temperatura. La falla de los discos en sí, no es hoy tampoco frecuente o común, pero sí puede ser catastrófica si ocurre. La fatiga debida a pequeños defectos mecánicos o del acabado, al abuso del material, seguido de recalentamiento o de desgaste mecánico por rozamiento atribuible al desgaste anormal o al montaje deficiente que hace que las tolerancias de las piezas que giran no sean apropiadas motiva la rotura de los alabes de la turbina.

La separación de partes de los alabes puede deberse:

- a) A que el compresor térmico se para y se reduce el paso de aire a través del compresor, a veces porque el motor ha ingerido materias extrañas o pájaros.
- b) A que se congelan las tomas de aire (cosa rara).
- c) A que se producen condiciones de combustión inestables o anormales, o a que los tubos de combustión se rompen.

Al igual que el compresor, la turbina a menudo de varias etapas es la pieza más crítica y que tiene que trabajar más del motor de turbina. Su fabricación, montaje y condiciones de funcionamiento son complejos e intrincados, por lo que es esencial contar con la colaboración directa del constructor del motor en todas las fases de la investigación que se haga de toda rotura sospechosa.

→ Paro de Motor.

El motivo primordial por el cual los motores de turbina modernos se paran en vuelo es el funcionamiento defectuoso o la falla de alimentación de combustible o del regulador. Si se sospecha del regulador o de las bombas de combustible y las condiciones lo permiten, para determinar la causa del funcionamiento defectuoso lo mejor es probar el accesorio, del que haya fundada sospecha, en un banco de prueba y en condiciones apropiadas.

Conviene examinar también el dispositivo de arranque del encendido. El investigador no debe olvidar nunca que el paro de la turbina puede depender del empleo inapropiado de la instalación de combustible, por haber cerrado la válvula de paso de combustible incorrecta, por haber dejado abierta una válvula de paso de combustible conectada a un depósito vacío o simplemente por agotamiento del combustible. Hay que considerar todas esas posibilidades y eliminarlas antes de pensar que falló el equipo del motor.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

→ Tipo y calidad del combustible.

Normalmente, los motores de reacción no son demasiado sensibles al tipo o a la calidad del combustible utilizado y la mayor parte de ellos pueden funcionar con combustibles de varios tipos y características: petróleo y mezclas de gasolina y aún, en casos de urgencia, con solo gasolina. Normalmente, la calidad de los combustibles se verifica en los lugares de abastecimiento antes de cargar los depósitos de la aeronave. Por eso es raro que las fallas y accidentes ocurran por la calidad deficiente del combustible utilizado en los motores de turbina.

Sin embargo, el exceso de agua en el combustible puede congelar u obstaculizar los filtros, a pesar de que los motores turborreactores modernos llevan generalmente un dispositivo automático de calefacción. El investigador debe anotar siempre el tipo y calidad del combustible utilizado (si lo considera necesario, debe conseguir el correspondiente análisis químico). Esto tiene importancia particular si se produjo incendio en tierra y hubo que evacuar a los pasajeros. Hay que anotar también la evaluación, extensión y origen del incendio, etc.

EFICACIA DEL EQUIPO EXTINTOR DE INCENDIOS.

Respecto a muchos accidentes de aviación, los testigos insisten en que vieron volar la aeronave envuelta en llamas antes de que chocase. En realidad, el incendio en vuelo es relativamente raro. La mayoría de los incendios en vuelo se deben a roturas mecánicas o a las fallas de motor y al escape del combustible que inunda el compartimiento de éste.

Siempre y cuando puedan tomarse sin dilación las medidas apropiadas, es posible dominar la mayoría de los incendios de a bordo y extinguirlos en vuelo. El aspecto más importante del ejercicio contra incendios es cerrar la válvula de paso del combustible y aceite que va a los motores, ordinariamente se trata del abastecimiento a baja presión del combustible procedente de los depósitos. Si se hace esto con rapidez y debidamente, el fuego se sofoca generalmente por sí mismo. El equipo extintor de incendios depende, en gran parte, de que las operaciones concomitantes se efectúen rápidamente y en la secuencia prescrita; por ejemplo, en los motores de émbolo, para que el extintor de incendios pueda actuar con eficacia, hay que poner la hélice en bandera. En el caso de los motores de turbina, hay que cerrar el paso de baja presión del combustible y dejarlo cerrado, para que el extintor pueda actuar eficazmente.

A raíz de un accidente acompañado de un gran incendio, quizás sea necesario emplear determinados métodos para averiguar si la tripulación activó eléctricamente el disparador del extintor de incendios o éste se activó a causa del incendio subsiguiente, si esto ocurrió en vuelo o en tierra, es decir, por ignición espontánea, procurada por el fuego, de la carga del disparador instalado en la cabeza de la botella o depósito del extintor. El método empleado depende habitualmente de la marca y tipo de botella, pero requiere, en todo caso, la inspección cuidadosa del filamento del detonador eléctrico, de la forma en que se desprendió la tapa de la descarga de la manera en que detonó o se quemó el agente explosivo (por completo o en parte) y varias otras particularidades inherentes al modelo de que se trate.

Las botellas modernas de los extintores, con válvula de seguridad son muy difíciles de inspeccionar. El tipo antiguo sin válvula de seguridad explotaría de manera característica si entrara en contacto externo con llamas, lo que indicaría inmediatamente al investigador que la botella no se habría descargado en

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

vuelo por la detonación eléctrica ordinaria. Las aeronaves equipadas con circuitos activadores conectados a la botella del extintor pueden complicar aún más la investigación si se produce un incendio a bordo en vuelo, porque si la botella no se descarga en vuelo es posible que eso suceda al chocar, es decir, al ocurrir el accidente. Las instalaciones extintoras que utilizan dos equipos conectados entre sí, requieren dos extintores para los motores, por lo que es esencial verificar ambos equipos para averiguar si se han descargado las cabezas apropiadas de ambos.

Si las circunstancias lo permiten, existe otro método que consiste en analizar electroquímicamente el interior del descargador o los tubos surtidores y pulverizadores para indagar si el agente químico ha recorrido las distintas partes de la instalación extintora. Esta y la señal de alarma de fuego son cada día más complejas, por lo que es esencial contar sin dilación con la cooperación especializada de su fabricante para poder investigar con éxito la instalación extintora.

PRESERVACIÓN DE MUESTRAS.

La finalidad primordial de preservar muestras es individualizar las sustancias halladas en las piezas o componentes de la aeronave y evaluar el suministro principal de combustible y aceite en relación con las especificaciones técnicas previstas. Por ello, conviene preservar muestras suficientes o una muestra media representativa. A veces, esto no es siempre posible y con frecuencia se presentan dificultades para conseguir las muestras.

En todos los casos hay que tratar de conseguir aceite del motor y combustible de los depósitos principales o del motor. Hay que emplear recipientes limpios que no estén contaminados, es decir, poner las muestras de combustible en envases cerrados herméticamente (los envases de vidrio y de plástico dejan pasar la luz y pueden alterar las muestras; el combustible puede absorber algunos productos que intervienen en la fabricación de los materiales de plástico). Si hay que evaluar debidamente el combustible en algún laboratorio, se necesitan, por lo menos, unos dos litros (aproximadamente medio galón). Hay que poner etiquetas en los recipientes indicando claramente el número de la aeronave, la fecha y la posición o lugar en que se hallaba la muestra recogida. No hay que demorar el envío de las muestras al laboratorio.

A veces se justifica el conseguir muestras de otras sustancias, como del humo y de las manchas de hollín. Los contaminantes y las manchas que aparecen en los alabes del compresor hay que analizarlos químicamente en un laboratorio para determinar su origen probable, así como los restos de pájaros u otras materias extrañas ingeridas.

DICTAMEN DE ESPECIALISTAS.

Los especialistas en la materia tienen que examinar las muestras de combustible y de aceite para ver si concuerdan con las especificaciones técnicas de esos productos. Algunas de las sustancias contaminantes que pueden individualizarse en la instalación de aceite son las partículas metálicas o de carbón, fluidos extraños y sedimentos. Las partículas metálicas pueden ser ferrosas o no. Si se descubren partículas ferrosas esto prueba que alguna o algunas piezas de acero del motor fallaron; su tamaño y forma pueden proporcionar una indicación de lo que se trata. Generalmente, las rebabas de acero provienen de la pared interna de los cilindros, de los anillos de los pistones y de los engranes.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Las partículas que no son ferrosas indican, por lo general, que provienen de los cojinetes, bujes, pistones o de alguna pieza del motor hecha de aluminio, magnesio o bronce.

La presencia excesiva de sedimentos o de carbón puede obstruir el paso de combustible y, por ende, causar la falla del motor. Los líquidos extraños, como el agua y el combustible, no se harían generalmente en la instalación de aceite, pero su presencia, si es excesiva altera las cualidades lubricantes del aceite y causa dificultades en el motor. El motor también puede fallar porque el aceite utilizado no es del tipo apropiado.

Esto puede ocasionar el recalentamiento y el funcionamiento defectuoso del motor, hasta el punto de que éste se detenga por completo. En consecuencia, es muy útil hacer un análisis detallado, físico y químico del combustible y del aceite, así como también de los agentes contaminantes que pueda haber en las instalaciones correspondientes.

De ser posible, antes de proceder a la inspección inicial de un motor desmontado, es preferible probar los motores, accesorios e instrumentos. Al inicio de la investigación es factible decidir lo que hay que hacer; en todo caso habrá que rotular claramente todos los componentes. Con frecuencia, es imposible probar en banco todo el grupo moto propulsor, pero sí se pueden probar muchos de sus accesorios. Para ello es preciso desmontarlos del motor y probarlos en un banco de prueba. Algunas veces es posible montar el motor en otra aeronave similar, sin tener que probarlo en un banco, lo que permite acelerar la investigación.

Solo hay que considerar la posibilidad de hacer pruebas en vuelo cuando este procedimiento sea absolutamente necesario. Esto se hace en raras ocasiones, ya que es común el probar, en condiciones de vuelo simuladas, los motores y sus accesorios en sus bancos de prueba respectivos. No obstante, cuando se trata de incendios ocurridos en vuelo, cuando se sospecha de pérdidas de combustible o de aceite, puede ser conveniente hacer un vuelo de prueba con una aeronave debidamente "acondicionada" y equipada con cámaras fotográficas, etc., para estudiar el flujo del combustible y del aire, etc.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 10.

INVESTIGACIÓN DE ESTRUCTURAS INTRODUCCIÓN.

En materia de aviación civil, los accidentes en que ha habido falla de la estructura en vuelo han sido afortunadamente raros en el pasado, siendo los aviones ligeros en los que se ha dado este tipo de accidente con mucha más frecuencia que en las aeronaves de transporte público. La mayoría de dichos accidentes se han atribuido a la aplicación de cargas superiores a los límites de diseño. En la actualidad, las aeronaves de transporte están más sujetas a este tipo de accidente, puesto que sus características de velocidad y la adopción de ser tomados aumentan la posibilidad de que se excedan los límites de diseño. Las mayores velocidades de crucero y la falta de tiempo para reducir la velocidad cuando se encuentra turbulencia fuerte aumenta todavía más este riesgo.

Constantemente se están perfeccionando y utilizando nuevos diseños, materiales y procesos de fabricación en la construcción de aeronaves. El uso de aleaciones de aluminio de mayor resistencia y la fatiga.

En general, la falla de la estructura de una aeronave puede atribuirse a un mal cálculo de la resistencia, a la imposición de una carga excesiva ó a la disminución de la resistencia estática del material debida a la fatiga. Cuando ocurre una falla crítica de la estructura en una aeronave en vuelo, generalmente va seguida de la desintegración de la estructura. Debe tenerse en cuenta que la falla crítica de la estructura, en vuelo, se relaciona casi invariablemente con la pérdida del mando ya sea como causa ó como efecto. En algunos casos, la pérdida de mando debida, por ejemplo, a falla de los instrumentos de vuelo, puede dar como resultado que se excedan los límites de diseño, lo cual a su vez puede ser la causa de la falla estructural.

En otros casos, en que la falla principal es consecuencia, por ejemplo, de la fatiga del metal en condiciones normales de carga, la pérdida de mando seguir la indudablemente al inicio de toda desintegración grave de la aeronave que se traduciría en mayor imposición de esfuerzos. Cuando la falla de la estructura sea la causa o el efecto de la pérdida de mando, el problema que se plantea al investigador es el mismo, o sea la separación de la falla principal del conjunto de fallas secundarias.

Es necesaria la comprensión básica de la carga a que está sujeta una aeronave antes de poder tomar en consideración los diferentes tipos de fracturas que pueden resultar de dicha carga. Además, es necesario conocer las características de los tipos comunes de fracturas de los materiales utilizados en la construcción de aeronaves antes de empezar a trabajar en el análisis de los restos.

En cualquier caso, tal condición puede ser causa de toda una serie de fallas, puesto que la primera puede dar lugar a la imposición de esfuerzos excesivos en este capítulo se tratan inicialmente las técnicas y procedimientos más específicos de la investigación de los restos del avión, que facilitarán el examen de los datos superficiales y el análisis de las fracturas a fin de determinar qué y cómo se produjo la falla; para luego tratar la teoría básica de las fallas por fatiga; analizando con un breve estudio de ciertos conceptos de trigonometría aplicables a la investigación de accidentes.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN DE ESTRUCTURAS.

La labor que debe realizar un investigador al llegar al lugar de los hechos, es a menudo desconcertante; aunque la experiencia ha demostrado que si el investigador sigue un procedimiento organizado durante la investigación, la causa del accidente en la mayoría de los casos se puede determinar dentro de un período razonable de tiempo. Para esto, cada fase en particular se debe desarrollar en una forma sistemática.

En toda investigación es necesario que inicialmente el investigador considere todos los hechos que puedan tener relación alguna con el suceso (accidente o incidente) a fin de que posteriormente decida cuales le serán de mayor utilidad para determinar la causa probable. La minuciosidad es un factor importante en este tipo de trabajo y todas las evidencias deben analizarse al máximo con el fin de no pasar por alto ningún detalle que pudiera contribuir a la determinación de la causa del accidente.

Es importante que el investigador tenga presente que de la información que contenga su reporte, dependerá el éxito o el fracaso de la valoración que de él hagan las personas responsables de iniciar la acción correctiva, que evitará que se repitan tales accidentes. Es por esto, que el investigador se debe sentir satisfecho al desarrollar aún el trabajo más extenuante, ya que será él quien cimiente las bases de la seguridad aérea.

Técnicas por eliminación.

Cuando una aeronave se destruye, puede existir un sinnúmero de razones que hayan ocasionado el suceso. A esto se debe, que la principal tarea con la que se enfrenta el investigador, es la iniciación de un programa que ayudará específicamente a eliminar aquellas posibilidades que no se pueden concebir como factores causales, en el accidente en particular. Por ejemplo, si los reportes meteorológicos indicaban en el momento del accidente condiciones ideales para el vuelo, puede ser posible eliminar como factor causal a las condiciones meteorológicas. En la misma forma, si el accidente ocurrió durante una aproximación lógicamente se deberá desechar todas las posibilidades que se asocien con las configuraciones o circunstancias de despegue. O si todos los principales componentes estructurales se encuentran en la escena del accidente, es posible en algunos casos establecer que no ocurrió en el aire falla estructural de las alas, empenaje, fuselaje, etc. Dado que, de ocurrir una falla de este tipo, los restos se encontrarían diseminados en una extensa área.

De acuerdo con lo anterior, se sugiere la conveniencia de eliminar gradualmente las posibilidades más incompatibles, hasta llegar a tener solo un mínimo de datos lógicos. Esta condición facilitará enormemente el desarrollo de la investigación, después de esto y mediante el estudio cuidadoso se podrán llegar a determinar los factores contribuyentes y la causa probable del accidente.

TIPOS DE FALLA DE LA ESTRUCTURA

La clasificación por categorías de los accidentes de aviones es sumamente difícil y puede a menudo dar lugar a confusiones, puesto que en casi cada accidente se producen variaciones suficientes de detalles para que parezca distinto y ligeramente diferente de los demás. Sin embargo, si la discusión se limita a los accidentes en los que intervienen roturas de algún elemento de la estructura, es posible clasificarlos

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

en dos amplias categorías, a saber: falla de elementos principales y falla parcial o mal funcionamiento.

Falla de elementos principales.

Como el título indica, esta categoría está relacionada con la falla o desprendimiento en vuelo de algún elemento principal tal como el ala, superficies de cola, alerones, sistema de controles o fuselaje. La relativa frecuencia con que ocurren sigue aproximadamente el orden enumerado, siendo poco frecuente la falla de elementos principales tales como el fuselaje o sistema de controles.

En general, las roturas de elementos principales son el resultado ya sea de:

- a) Resistencia de diseño inadecuada.
- b) Cargas excesivas impuestas al elemento.
- c) Reducción de la resistencia estática como consecuencia de la fatiga.

Todas las aeronaves civiles se diseñan y se someten a prueba por lo menos en relación con los requisitos mínimos de las normas de aeronavegabilidad, es imposible que ocurran fallas atribuibles directamente a la resistencia de diseño inadecuada si la aeronave se opera dentro de los límites especificados. No obstante, a veces, especialmente cuando se pone por primera vez en servicio un nuevo tipo de avión, se imponen cargas diferentes a las previstas y ocurren fallas de carácter estático dentro de los límites de utilización. Esto ocurre muy raramente, pero conviene sospechar hasta cierto punto de que las roturas estén relacionadas con los nuevos diseños.

La mayoría de fallas de componentes, atribuibles a resistencia inadecuada de diseño se relacionan con trabajos deficientes de reparación o de modificación o con una pieza o elemento de fabricación deficiente. Como las normas y procedimientos del fabricante están generalmente controladas estrechamente, la mayoría de ese defecto de fabricación se mantienen en un mínimo. El trabajo defectuoso de reparación o de modificación es la causa de un gran número de fallas clasificadas en este grupo. Las dimensiones inadecuadas de remaches o del espaciado entre ellos, las reparaciones deficientes de las telas y el trabajo manual deficiente, son causas frecuentes de roturas.

Se producen cargas excesivas cuando una aeronave vuela fuera de sus límites de factor de carga o de velocidad, o de ambas cosas. Muy a menudo se imponen estas grandes cargas inadvertidamente, como por ejemplo, cuando se pierde el control de la aeronave entre turbulencia. En algunos casos el piloto quizás realice deliberadamente alguna maniobra brusca para la cual el avión no fue diseñado. En cualquier caso, la carga impuesta al ala, al empenaje, al fuselaje, etc., llega a un valor que excede un límite de proyecto y como resultado se produce la falla estática. Si las circunstancias que preceden inmediatamente a la rotura pueden determinar sea base de las declaraciones de los testigos serán muy útiles para determinar que las cargas excesivas han sido la causa directa.

Las fallas de fatiga siguen siendo una de las causas principales de falla de elementos de la estructura, de piezas y componentes de la aeronave. Siempre deberá sospecharse mucho de esta causa básica hasta que se revelen otros hechos o circunstancias que permitan descartarla. Este tipo de falla puede ser el resultado de varias causas.

En general, las roturas de fatiga se deben a:

- a) Diseño inadecuado.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- b) Mantenimiento deficiente.
- c) Fabricación defectuosa.
- d) Cargas alternativas no previstas por el diseñador.

La mayoría de fallas por fatiga son la consecuencia de imperfecciones en los detalles de proyecto y que la pieza se instala o utiliza en forma incorrecta. Como la fatiga está generalmente asociada con gran número de ciclos de repetición de carga, este tipo de falla rara vez se presenta en nuevas aeronaves que tengan poco tiempo de servicio.

Además de las tres causas básicas de falla de algún elemento de la estructura en vuelo, antes mencionadas, hay un tipo especial de falla por vibraciones. Este es un fenómeno de tipo inestable en el que interviene un sistema oscilatorio que se excita por sí mismo y el que tenga lugar dependen de la relación entre las fuerzas aerodinámicas, las fuerzas de inercia y las fuerzas elásticas del sistema. Cuando se produce vibración, la amplitud de la oscilación va aumentando y se imponen cargas sumamente elevadas que dan lugar generalmente a la falla de algún elemento de la estructura de la aeronave o de uno de sus componentes. Por este motivo, la vibración puede considerarse como una variación especial de la carga excesiva y el Investigador puede enfocar este asunto en la misma forma general que la adopta para esa categoría de falla.

La posibilidad de vibración se considera en el diseño en las pruebas de aeronaves modernas y generalmente se exige a los fabricantes que demuestren que la aeronave está libre de vibración cuando se opera dentro de sus límites de proyecto. Sin embargo la vibración puede ocurrir en servicio si la configuración original o rigidez del componente se altera en los trabajos de reparación o modificación o si se deja un excesivo juego como consecuencia de mantenimiento deficiente. Por ejemplo, puede darse el caso que al volver a pintar la superficie de la cola (sin eliminar antes la pintura original) se modifica el equilibrio estático y se produce vibración incipiente. Sin embargo, en general es remota la posibilidad de vibración.

No obstante, al principio su atención se concentra en la determinación de lo que se rompió primero. Oportunamente las fallas de esta categoría (rotura de elementos principales) son relativamente fáciles de descubrir después de un accidente puesto que, en casi todos los casos, el componente se desprende de la aeronave después de la falla. Como generalmente se producen desprendimientos, el elemento roto se encuentra a cierta distancia de los restos principales. Cuando el elemento o elementos se desprenden a baja altitud, las piezas se esparcen a lo largo de la trayectoria de vuelo aproximadamente en el orden en que se han desprendido. Cuando éstos se separaran a gran altitud, la relación entre la masa de elementos, la forma aerodinámica, la velocidad al producirse el desprendimiento y los vientos en altura afectan a la trayectoria de la pieza y se requiere un estudio minucioso de estos factores para determinar el orden en que se desprendieron los restos diseminados en el suelo.

En la mayoría de accidentes de esta categoría general, cuando falla más de un elemento y se desprende, el investigador tiene que hacer frente a la difícil labor de decidir cuál fue el primer elemento que se rompió. El estudio de la distribución de restos descrito en el párrafo anterior es una ayuda poderosa para lograr este fin. Se cuenta con otras técnicas para hacer determinaciones de este tipo, las cuales se tratará posteriormente.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Falla parcial o mal funcionamiento.

Los accidentes en esta categoría, son mucho más difíciles de investigar, puesto que generalmente no se dispone de pruebas bien definidas tal como un ala que se halla a dos millas del grupo principal de restos, que permitan una rápida determinación. La falla parcial o funcionamiento deficiente de un elemento importante da como resultado la modificación de las características de vuelo y éstas a su vez son la causa del accidente. Algunas de las causas generales de los accidentes en esta categoría son los agarrotamientos de los controles de vuelo, la distribución inadecuada de la carga a bordo, superficies de control no regladas apropiadamente, instalación incorrecta de piezas, reacción excesiva del piloto automático, etc.

Como los accidentes de este tipo están relacionados frecuentemente con trabajos deficientes de reparación o de modificaciones, el investigador puede descubrir a menudo indicios valiosos si estudia los antecedentes de la aeronave reflejados en las anotaciones de la bitácora de vuelo o por otras fuentes.

El procedimiento general utilizado en accidentes de esta categoría es seguir los métodos ordinarios de verificación comprobando sistemáticamente los distintos indicios y señales hasta que se determine la causa. Se dispone de ciertas técnicas para reducir el trabajo necesario para completar la investigación y de éstas la técnica de eliminación es una de las más útiles. La técnica de reconstrucción, que se explica posteriormente, es la más útil en esta etapa de la investigación.

EXAMEN INICIAL DEL ÁREA DE LOS RESTOS.

Cuando llega el investigador al lugar de los hechos, en donde se considera que ocurrió un accidente debido a la falla estructural de la aeronave, debe inicialmente caminar alrededor de la zona, con el fin de tener una visión general de lo ocurrido e ir pensando en el tipo de plan a desarrollar durante la investigación.

En este examen inicial se deben de buscar indicios obvios, tales como la falta de algún componente principal, el patrón general de fallas de ala, fuselaje, empenaje, etc., daños por incendio o marcas de posible colisión.

En esta etapa de la investigación es muy conveniente que se determine la actitud y velocidad relativa de la aeronave, antes del impacto. La cantidad de teles copiado de la estructura y de la dimensión y número de los restos, generalmente se usan para determinar la velocidad de impacto. Por otro lado, la extensión de los daños del tablero de un ala con respecto a la otra, las áreas dañadas del fuselaje, empenaje, etc., conjuntamente con las marcas sobre el terreno, se usan para determinar la actitud de la aeronave en el momento del impacto. Es recomendable que durante esta fase, los restos no se muevan.

Después de terminar la inspección alrededor de los restos, el investigador puede proceder a desarrollar su plan general de investigación, tomando inicialmente el mayor número de fotografías que sea posible, para a continuación recabar todos los datos necesarios para trazar su carta de distribución de restos.

Cuando lo anterior se ha realizado, se puede iniciar el estudio minucioso de cada resto, poniendo especial atención en las ralladuras, escoriaciones y toda marca significativa tanto en los restos como en el terreno.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Fotografías.

Al llegar al lugar del accidente el investigador debe empezar sin demora a tomar fotografías con el fin de obtener una buena documentación gráfica de los restos, en la condición en que se encontraron.

Se recomienda que las fotografías muestren principalmente lo siguiente:

- a) Vista general de la zona del accidente (aérea y desde tierra).
- b) Vista general de los restos (antes de ser movidos).
- c) Vistas parciales de los restos.
- d) Vistas de acercamiento, de las fallas estructurales de mayor significado.
- e) Empotres de las vigas de alas estabilizadores.
- f) Largueros.
- g) Juntas de deslizamiento.
- h) Empotres del tren, etc.
- i) Huellas en el terreno.
- j) Fotografías de la cabina mostrando
 - Instrumentos.
 - Controles.
 - Posiciones de los mandos del equipo de radio.
 - Piloto automático.
 - Selectoras del combustible.
 - Interruptores.
 - Palancas para hacer funcionar las aletas de ala.
 - Reglaje de las aletas de tren de aterrizaje, etc.
- k) Superficies de mando.
- l) Compensación.
- m) Alas.
- n) Roturas o flexiones sospechosas.
- o) Documentos de la aeronave.
- p) Palas de las hélices.
- q) Motores.

Las fotografías del terreno, deberán mostrar fundamentalmente lo siguiente:

- a) Irregularidades de la superficie.
- b) Daños en construcciones, árboles u otros objetos que se encuentren próximos o dentro de la zona del suceso.
- c) Punto del contacto inicial.
- d) Huellas de impacto, etc.

En caso de encontrar indicaciones de fuego, deberá hacerse todo lo posible por registrarlas con el fin de que se utilicen posteriormente para determinar si el fuego existió en vuelo o después del impacto.

Después de todo lo anterior, los resultados pueden examinarse y entonces montarse y anotarse las fotografías más adecuadas a los fines de la investigación; una fotografía sin explicación es posible que carezca de utilidad. Todos los negativos deben cortarse en tiras, meterse en sobres transparentes

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

confeccionados con este fin e incluirse en el expediente del investigador.

En resumen, el registro fotográfico debe ser lo suficientemente completo para permitir que las personas que revisarán y valorizarán el reporte del accidente, tengan una clara idea de lo que significan los hallazgos del investigador. En otra forma, una fotografía llega a explicar lo que algunas veces no se puede conseguir con un sinnúmero de palabras.

ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Durante el desarrollo de la investigación, el investigador debe decidir que estudios o pruebas adicionales pueden ser necesarios realizar en una parte u objeto específico.

En México se cuenta con dos grandes laboratorios en los que se tienen todas las facilidades para realizar los análisis de fallas estructurales. Dichos laboratorios son los pertenecientes al Patronato de Talleres y Laboratorios del IPN y el de Proyectos de la S. O. P. en la Ciudad de México. Todos los análisis se desarrollan bajo la supervisión de los investigadores.

Los diferentes tipos de pruebas que pueden realizar son tan variados, que es casi imposible de enlistarlos, sin embargo, los más frecuentes son:

En piezas metálicas por:

- Evidencia en grietas por fatiga.
- Soldaduras defectuosas.
- Propiedades de los materiales abajo de las especificadas.
- Tratamiento térmico incorrecto.
- Grietas debidas a corrosión.
- Propiedades dimensionales inadecuadas, etc.

En piezas de madera por:

- Evidencias de pegamento inadecuado.
- Propiedades del material abajo de las especificadas.
- Contenido de humedad.
- Pendiente incorrecta de las fibras, etc.

Pruebas en ralladuras, escoriaciones, cortaduras, etc.; para determinar la naturaleza y dirección de las fuerzas aplicadas, etc.

Pruebas en gasolinas y aceite con el fin de determinar la presencia de sustancias extrañas o incompatibilidad con las especificaciones establecidas.

Información que se deberá enviar a los laboratorios junto con las piezas por someter a la prueba.

Con el fin de obtener los máximos beneficios de las piezas por analizar, es necesario que el investigador envíe al laboratorio la más completa información relativa a las circunstancias que rodean la falla del miembro estructural. Solo que esto se realice se podrá contar con una determinación positiva de la causa de dicha falla.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Es decir, el investigador deberá explicar exactamente qué es lo que sospecha y qué espera establecer por medio de las pruebas; ya que enviar las piezas sin instrucciones, provoca que el analista no tenga la información necesaria para el desarrollo de un programa organizado de pruebas.

A continuación se sugiere alguna información que en relación a la parte deberá enviarse en adición a las circunstancias de la falla:

- En qué parte de la aeronave estaba instalada.
- Número total de horas en servicio.
- Tiempo de última reparación mayor de inspección.
- Reportes anteriores de mal funcionamiento.
- Otros datos importantes que puedan orientar hacia la determinación de cómo y/o porqué falló.

Normalmente el analista intenta establecer el tipo de falla, así como la forma de evitar que esta vuelva a presentarse en aeronaves de tipo similar a la accidentada. En otras palabras, no es suficiente determinar que una parte falló por fatiga, sino que el propósito de la investigación es determinar porqué se produjo la fatiga y evitar con esto cualquier peligro a las otras aeronaves.

Es importante puntualizar que el investigador de campo en casi todas las ocasiones será la única persona capaz de desarrollar y analizar todos los hechos pertinentes que contribuirán al esclarecimiento de la causa probable de un accidente.

BREVE ESTUDIO DE LA TEORÍA BÁSICA DE FATIGA.

Cuando una pieza metálica o miembro estructural se somete a una carga estática constante, menor a la del límite de resistencia del material, teóricamente la estructura deberá soportar dicha carga indefinidamente, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para evitar la formación de concentradores de esfuerzos tales como corrosión y ralladuras, sobre éste. Si por el contrario la pieza se somete al efecto de cargas repetidas con intensidad y/o dirección variable, se ocasionará la falla de la pieza a un nivel de esfuerzos inferior al que se necesita para causar la falla bajo condiciones estáticas.

Este fenómeno se conoce como fatiga, siendo ésta la causa más común de fallas primarias en los miembros estructurales de una aeronave. Las pruebas de laboratorio demuestran que una fractura por fatiga es de naturaleza progresiva; después de un número (algunas veces millones) de ciclos de esfuerzos, se forma una pequeña grieta en la región en donde la intensidad de los esfuerzos es mayor. Si se continúa aplicando el ciclaje de esfuerzos, la grieta progresa en una dirección generalmente perpendicular al esfuerzo de tensión hasta que se reduce la sección transversal que soporta la carga, lo suficiente para ocasionar la falla total.

Las fracturas por fatiga se clasifican en simples y compuestas. Una fractura simple es el resultado de una grieta que progresa a través de la sección transversal, causando la falla total del material; mientras que una fractura compuesta es el resultado de dos o más grietas que progresan desde diferentes puntos de la periferia de la sección. Es importante considerar que la información de mayor importancia, es la que proporciona la superficie de la fractura.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

La apariencia suave y aterciopelada de la zona de fatiga se debe al frotamiento entre las superficies a medida que la grieta se abre y cierra debido a las cargas que se ejercen rápida y consecutivamente. Por otro lado la apariencia áspera de la zona instantánea se debe a que la falla es inmediata.

La primera tarea por lo tanto en la identificación de una fractura por fatiga consiste en buscar los dos tipos de zonas. En cada zona el origen de la grieta puede localizarse en el centro de irradiación de las zonas de fatiga. Debe notarse a este respecto que en muchos casos, especialmente cuando se trata de ciertas aleaciones de aluminio, la fatiga progresa sin dejar marcas de ondas distintas, aunque en estos el área de fatiga puede identificarse por su aspecto aterciopelado de suave frotamiento.

En algunos casos es necesario utilizar técnicas secundarias, tales como ver si existen señales de ductilidad y planos cerrados de rotura aproximadamente perpendiculares a la carga, o de concentración de esfuerzos, para aislar la falla. Toda fractura sospechosa o dudosa debe examinarse por un especialista para su confirmación.

Las muchas líneas o enlaces de ondas en una fractura típica de superficie, se producen por varios grados de frotamiento cuando la grieta no aumenta durante ciertos períodos o a medida que progresa a un régimen variable bajo diferentes niveles de esfuerzos. Por ese motivo, la expresión "marcas de parada" según se aplica a las ondas de fatiga es quizás más descriptiva que las otras utilizadas comúnmente, puesto que indica falta de continuidad en el progreso de la grieta. Las roturas por fatiga de las probetas en el laboratorio muy rara vez muestran marcas de parada, debido a que la carga se aplica a un nivel constante.

Factores que afectan la resistencia a la fatiga.

→ Muecas.

Una muesca puede definirse en general como un cambio de sección que modifica la distribución local de esfuerzos. En este sentido, la definición comprendería chavetazos, ranuras, circulares, agujeros, cambios de contorno, roscas, rasguños, etc.

Casi todos los materiales de la estructura son sensibles a las melladuras y la vida de resistencia a la fatiga de una pieza con una entalladura es menor que la de otra sin ella. En términos generales, las aleaciones más duras o de mayor resistencia a la tracción son más sensibles a las muescas que las aleaciones más blandas.

Muchas roturas graves de fatiga se ha visto que se debían a los efectos de las muescas. Por este motivo, al examinar los restos después de un accidente de rotura estructural, el investigador debe prestar atención especial a las fracturas que se originen en cambios de sección, tanto en los agujeros de los pernos como en todo punto que tenga el efecto de muesca. Las roturas de tipo estático pueden ocurrir también en dichos puntos, pero si hay una rotura de fatiga es más probable que ocurra en uno de estos lugares. Las características de la fractura, indicarán si es de tipo estático o de fatiga.

→ Descarburación.

La descarburación es la pérdida de carbono de la superficie de una aleación ferrosa como resultado del calentamiento en un medio que reacciona con el carbono. El resultado final es un revestimiento blando o "costra" de la superficie de la pieza que reduce considerablemente las propiedades de la

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

descarburación, ocurre generalmente en una entalladura y el efecto general es que ésta se hace más crítica.

→ Corrosión.

Cuando una pieza corroída se sujeta a una carga cíclica, la duración de su vida de resistencia a la fatiga, en comparación con una pieza similar sin corroer, se reduce en forma apreciable. Esto es consecuencia de las cavidades en la superficie corroída que actúan como si fueran muescas y producen el mismo efecto debilitador que éstas. Si el esfuerzo cíclico se aplica al mismo tiempo en que tiene lugar la corrosión, se produce un tipo especial de fatiga llamado "fatiga por corrosión".

Esta imposición simultánea de corrosión y de esfuerzos cíclicos es mucho más perjudicial que cuando el esfuerzo cíclico es impuesto una vez que la pieza ya está corroída. Una explicación de este efecto es que la cavidad o muesca formada por la corrosión está abierta cuando se impone la tracción a la pieza y se llena de óxido u otros productos corrosivos. Cuando cesa la tracción y se cierra la cavidad aprisionando el producto corrosivo que contiene, éstos actúan como cuñas que producen grietas. Bajo el efecto simultáneo de la corrosión y las cargas de fatiga, el acero no tiene ningún límite definido de duración.

Cuando se produce corrosión fatiga en combinación con una concentración de esfuerzos debidos a una muesca geométrica (agujero perforado, rasguño, cambio de sección, etc.) la resistencia a la fatiga puede reducirse a la décima parte de su valor normal.

El desgaste por corrosión puede considerarse como un tipo especial de corrosión fatiga. El desgaste por corrosión ocurre cuando dos piezas están empalmadas, ajustadas a presión o embutidas y se someten a cargas de vibración. En el acero es visible un polvo de óxido rojo en la superficie afectada mientras que en el aluminio o magnesio el polvo es blanco. La corrosión por vibración hace áspera la superficie, dando lugar a la concentración de esfuerzos locales y a que se llegue pronto a resultados de rotura por fatiga.

→ Inclusiones.

Todos los metales tienen algunas inclusiones pero antes de que puedan afectar apreciablemente la vida de resistencia a la fatiga de una pieza, deben ser relativamente grandes y hallarse en la superficie de la pieza o cerca de ella. En general, el efecto de las inclusiones, como concentradores inherentes de esfuerzos constituidos por rebordes defectuosos, orificios para el aceite y defectos de ese carácter. Desde el punto de vista del investigador de accidentes, la presencia de inclusiones que produzcan una rotura de fatiga es la última causa que tendrá que sospechar.

→ Esfuerzos internos.

Los esfuerzos internos o residuales pueden combinarse con un esfuerzo impuesto externamente para aumentar o disminuir el verdadero esfuerzo local. Pueden obtenerse ciertos efectos favorables de dichos esfuerzos, pero solamente trataremos aquí del efecto perjudicial. Cierta tratamiento térmico o métodos industriales pueden dar lugar a esfuerzos de tracción en la superficie de una pieza.

Cuando la pieza está sometida a una carga cíclica de tracción, se añade el esfuerzo residual de tracción, en la superficie al esfuerzo de tracción de cálculo y puede producir una concentración local de esfuerzos superior a la prevista por el proyectista pudiendo producirse una grieta de fatiga en dicho punto.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

No obstante, al examinar una fractura es posible que haya pocas pruebas que revelen la existencia de un esfuerzo residual. Si se sospecha la existencia de tal concentrador de esfuerzos será necesario estudiar los antecedentes de la pieza que se rompió, desde la fase en que era un lingote hasta aquella en que la pieza quedó terminada. El tratamiento térmico (temple), estirado o laminado, trabajado en frío, enderezado en frío y otros procesos de fabricación pueden dar lugar todos ellos a esfuerzos residuales. Todo conjunto soldado que no se haya normalizado o tratado térmicamente después de la soldadura, es un proceso típico que muy a menudo puede dar lugar a excesivos esfuerzos residuales.

→ Empalmado y ajuste a presión.

Aunque el efecto perjudicial de un codo de ángulo muy pronunciado se reconoce casi universalmente, los proyectistas algunas veces no se dan cuenta de que se crea una condición similar cuando una flecha lleva un collar empalmado cuando un conjunto se ajusta al mismo a presión sin haber proyectado la distribución de esfuerzos locales. Se ha demostrado experimentalmente que el límite de duración de un eje liso se reduce casi a la mitad cuando se le empalma un collar. Las piezas del motor, las palas de la hélice, la transmisión del helicóptero y algunas piezas del sistema de mandos son especialmente sensibles a los efectos adversos de los esfuerzos producidos por las bridas. En muchos casos, la grieta inicial se forma en el ajuste y no llega a detectarse sino hasta que se produce la falla.

Reconocimiento de las fracturas por fatiga.

Como se explicó anteriormente, el término falla por fatiga se aplica normalmente a las fracturas causadas por la aplicación de una carga repetida a un esfuerzo considerablemente menor que el necesario para causar la falla bajo la aplicación de una carga simple. La historia completa de este tipo de falla en la mayoría de los casos se encuentra sobre la cara de fractura. Es decir, la información relativa a la magnitud y dirección de la carga así como la presencia o ausencia de concentraciones de esfuerzos pueden encontrarse al realizar un estudio cuidadoso de las superficies fracturadas.

La interpretación de la fractura no siempre es una labor sencilla, debido a que cada caso puede estar influenciado por gran cantidad de variables. Algunos de los factores variables son los anteriormente tratados tales como la descarburización, corrosión, inclusiones, etc. Las fallas por fatiga ocurren sin ductilidad notoria, lo que contrasta con las fallas estáticas en las cuales una gran ductilidad o reducción del área transversal de la pieza tiene lugar. Esta diferencia entre fallas es de gran ayuda cuando se sospecha la fatiga de un material.

Fallas por fatiga a la flexión.

Las fallas por fatiga que son causa de las cargas de flexión tienen algunas características que resultan fácilmente detectables, ya que la cara de fractura está compuesta de dos zonas, una suave y aterciopelada (zona de fatiga) y otra áspera y brillante y cristalina (zona instantánea).

Las dimensiones, formas y localizaciones de éstas dos zonas se determinan por la magnitud y dirección de las cargas aplicadas, así como por la presencia o ausencia de concentradores de esfuerzos. Por la apariencia de la fractura, es posible determinar el tipo de carga causante de la falla, dentro de las cuales se encuentran:

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- Carga flexionante de un sentido.
- Carga flexionante de dos sentidos.
- Carga de rotación y flexión inversa.

El esfuerzo máximo tiene lugar en la superficie o para una barra redonda, en los radios extremos. Bajo este esfuerzo se inicia una grieta por fatiga de forma elíptica. Debido a la disminución de la distancia a partir del eje neutro, el esfuerzo en la orilla de esta grieta es menor, pero a medida que la grieta progresa su radio de curvatura aumenta.

Las proporciones relativas de las áreas aterciopeladas y áspera respectivamente dependerá del grado de sobre esfuerzo al cual está sujeto el miembro. Una zona instantánea relativamente mayor, indica la existencia de grandes sobreesfuerzos, una zona instantánea pequeña resulta de bajos sobreesfuerzos y a menudo un gran número de ciclos antes de provocarse la falla.

Es muy frecuente que se inicie una segunda grieta en el área de compresión, debida probablemente a los esfuerzos de tensión que son causa de las fuerzas existentes que tienden a restaurar la forma original de la pieza durante el lapso en que no se encuentra sometida a esfuerzos en el ciclo de fatiga.

→ Con una media concentración de esfuerzos.

Si un miembro estructural tiene una melladura, las fuerzas que se encuentran aplicadas alrededor de la base de la melladura son de un alto valor debido a la concentración de esfuerzos en esa área. Esto causa que el contorno de la grieta sea ligeramente más plano que en el caso anteriormente descrito, esto se debe a que la grieta progresa, alrededor de la circunferencia, casi tan rápidamente como progresa hacia el centro de ésta. La dimensión de la zona instantánea nuevamente se determina por medio de la cantidad relativa de sobreesfuerzos.

La presencia de una concentración media de esfuerzo ocasiona la tendencia recta que tiene la curvatura de la zona instantánea debido al mayor progreso de la grieta alrededor de la periferia, ya que la cantidad de sobre esfuerzo determina la dimensión y simetría de la zona instantánea.

→ Con alta concentración de esfuerzos.

Si la concentración de esfuerzos es muy alta, la curvatura de la zona de fractura viene a tener una forma cóncava, debido a que la razón de propagación de la grieta a lo largo de la periferia es mayor que la que existe en la dirección radial.

Una alta concentración de esfuerzos provoca que la grietase propague, alrededor de la periferia a tan gran velocidad que la curvatura de la zona, de fractura puede cambiar su forma cóncava a convexa. El que una grieta por fatiga adquiera una curvatura cóncava o convexa, no sólo depende del grado de concentración de esfuerzos y del grado de sobre esfuerzos, sino que además depende de la fragilidad del material.

La concavidad de la grieta por fatiga se debe a la gran propagación de la grieta alrededor de la periferia debido a la concentración de esfuerzos. En general la concavidad de la grieta por fatiga aumenta en proporción directa con la concentración de esfuerzos y/o sensibilidad del material a la melladura.

→ Sin concentración de esfuerzo.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Para un miembro estructural con grandes pero uniformes sobreesfuerzos, las grietas se inician casi simultáneamente en las fibras del extremo opuesto, progresando hacia el centro aproximadamente con una misma velocidad, con lo que se produce una fractura simétrica.

Para un miembro estructural ligeramente sobre esforzado, las condiciones de la superficie con influencias accidentales juegan un papel más importante. La fractura se inicia en una concentración local de esfuerzos y progresa antes de que se inicie la grieta del lado contrario. Esto trae como consecuencia la formación de una fractura asimétrica, la cantidad de sobreesfuerzo determina la dimensión de la zona instantánea.

El esfuerzo máximo ocurre en las fibras exteriores. Si por ejemplo un miembro estructural es más débil de un lado que de otro, la fractura se inicia en el primero en forma elíptica. Cada grieta sucesiva avanza radialmente y será de un radio mayor, hasta llegar a tener una grieta en línea recta antes de que se llegue al centro de la sección transversal.

Fracturas por fatiga a la tensión.

Debido a los descentramientos iniciales de una pieza, ó como consecuencia de una carga excéntrica, raramente se produce en servicio la carga de tensión pura. Generalmente, acompaña a la tensión cierta cantidad de flexión en carga axial. Sin embargo, ocurren en servicio fracturas de fatiga bajo cargas predominantemente axiales que justifican que se aprendan la forma de distinguir estas fracturas de las causadas por flexión y torsión.

Las fracturas de fatiga por torsión pueden generalmente reconocerse por la forma en que la grieta se ha ido extendiendo en la pieza. Las "marcas de parada" paralelas o de curvatura constante son características de las fracturas de fatiga resultantes de cargas de tensión directa. Al igual que en las fracturas por flexión, las dimensiones relativas de las zonas de fatiga y de la zona instantánea pueden utilizarse como medida del nivel de esfuerzos que produjo la fractura.

Fracturas por fatiga a la torsión.

Las fallas por fatiga a la torsión suceden básicamente en dos formas: a lo largo de los planos de corte máximo o a lo largo del plano de tensión máxima. Se determina que las dos formas básicas de falla por torsión son: Longitudinal o transversal (a lo largo de los planos de máximo corte) y Helicoidal (a 45° con respecto al eje de la flecha).

Cuando las fracturas muestran grandes diferencias con respecto a las formas básicas descritas, pueden tener explicación, tomando en cuenta la distribución local de esfuerzo y las propiedades de los materiales.

Flexión y torsión combinadas.

Gran cantidad de los miembros estructurales de una aeronave, se encuentran sujetos simultáneamente a una combinación de esfuerzos de torsión y de flexión. El efecto de los esfuerzos que resultan de tal sistema de carga, se refleja en la superficie de la fractura. Probablemente los cigüeñales de los motores de émbolo, bombas y compresores, representan los ejemplos más comunes de este tipo de carga. Las fracturas en los cigüeñales, se ven afectadas por los orificios de lubricación, dimensiones de las esquinas agudas, la rigidez inherente del material y el número, localización y dimensiones de los apoyos.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Tipos de falla que pueden ocurrir.

De acuerdo con las estadísticas se ha encontrado que durante las fallas estructurales, es mayor el número de fracturas transversales que las ocurridas longitudinalmente. La razón es que, las marcas ocasionadas en el material debidas a los procesos de esmerilado y/o maquinado y que acentúan la probabilidad de falla, normalmente se orientan en la dirección transversal. Cuando se presenta una concentración de esfuerzos, por ejemplo, un orificio transversal en una flecha, tiende a causar una fractura por tensión, es decir, una grieta a 45° con respecto al eje de la flecha. Este cambio en la característica de la falla se debe a que la distribución de esfuerzos en el material, varía como consecuencia de la concentración de esfuerzos, que equivale a un factor de 4 en los casos de orificios transversales. El efecto de esta concentración de esfuerzos ocasiona que el esfuerzo de tensión, alcance un valor 4 veces superior al normal, mientras que el valor del esfuerzo de corte permanece constante. Debido a esto, el esfuerzo de tensión alcanzará el valor de la resistencia a la tensión, antes que el esfuerzo de corte alcance el valor de la resistencia correspondiente; ocasionándose por lo tanto una fractura (a 45°) del tipo de tensión.

→ Flechas estriadas.

Este tipo de flechas, casi siempre dan lugar a fracturas con características compuestas, las grietas por fatiga se originan casi simultáneamente en la raíz de todas las estrías y progresan aproximadamente con la misma razón, hasta que falla en forma simultánea el material remanente del centro de la flecha. El resultado es una fractura transversal, cuya configuración, en algunos casos, es aproximadamente cónica.

→ Flechas huecas.

La iniciación de las fracturas por fatiga en las flechas huecas, no sometidas a concentradores geométricos de esfuerzos, siguen las mismas leyes que las flechas sólidas, aunque el progreso de grieta es diferente en ambos casos.

En una flecha hueca el gradiente de esfuerzo es pequeño, lo que causa que la fractura casi sea transversal o en la mayoría de los casos, tenga un curso ligeramente helicoidal.

RECONSTRUCCIÓN DE LA AERONAVE O SUS PARTES PRINCIPALES CON LOS RESTOS.

La técnica de la "reconstrucción" es uno de los procedimientos más útiles de que dispone el investigador para localizar la causa de una rotura estructural. Por "reconstrucción", se entiende la colocación de las diversas piezas de los restos en sus posiciones relativas antes de la falla. Generalmente, esta técnica sólo se emplea para elementos determinados, tales como una sección de ala, una superficie de cola o la instalación de mandos, si bien, en raras circunstancias, se han tenido que reconstruir casi todos los elementos de los componentes principales.

El procedimiento de reconstrucción implica una doble tarea. Primero, hay que identificar las diversas piezas y disponerlas en sus posiciones relativas, luego se hace un examen detallado del daño que presenta cada pieza y se establece la relación entre este daño y el experimentado por otras piezas adyacentes o asociadas. Este último aspecto es en definitiva el propósito principal de la reconstrucción.

Cuando se examinen los restos de un accidente, téngase bien presente que las leyes físicas a que está

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

sujeta una aeronave, tanto en vuelo normal como en caso de desintegración en el aire, son exactamente las mismas.

Identificación de las piezas.

La principal dificultad al reconstruir un elemento componente, tal como un ala, radica en la identificación de las diversas piezas de los restos. Si el ala se ha roto en pocos trozos relativamente grandes, la tarea se simplifica mucho. Si se ha roto en infinidad de pequeñas piezas (como ocurrirá si la velocidad del choque es grande), el trabajo de reconstrucción puede resultar sumamente difícil.

El medio más eficaz de identificación es mediante los números que están estampados en la mayoría de las piezas que componen una aeronave. Estos números pueden confrontarse fácilmente con el catálogo de piezas de la aeronave. Cuando los números son ilegibles o no se encuentran, habrá que recurrir a métodos indirectos para la identificación. La coloración (ya sea de la pintura propiamente dicha o de la capa de pintura básica anticorrosiva, el tipo de material y construcción, marcas externas, tamaño y separación de remaches o tornillos, todo puede ayudar a la identificación de diferentes partes. Para grandes secciones, tales como cordones de largueros, con frecuencia es posible emparejar las dos mitades de la fractura.

El proceso de identificación es a veces un acertijo, ya que piezas normalmente planas frecuentemente se encuentran curvadas, y piezas normalmente curvadas a menudo aparecen aplanadas. El investigador pronto aprende a no desorientarse por la condición en que encuentre una pieza (desgarrada, retorcida, alabeada) de los restos y a descubrir los rasgos identificables que se han señalado.

Examen de las piezas.

El propósito principal de la reconstrucción de la aeronave o de uno de sus principales componentes es permitir un examen detallado de las diversas piezas de los restos.

Cuando las distintas partes se colocan en sus posiciones relativas correctas, es posible estudiar la continuidad o la falta de continuidad, de daños en piezas adyacentes. La continuidad de roces y ralladuras a través de roturas son puntos adicionales que deben tenerse en cuenta durante el examen detallado. De esta misma manera, se puede distinguir entre incendio en vuelo e incendio en tierra. La configuración general de las roturas, incluyendo indicaciones direccionales de las fuerzas que han intervenido, puede, en casi todos los casos, determinarse relacionando el daño de las piezas individuales.

Una indicación de utilidad en ese trabajo es la manera y dirección en que están cizallados los remaches, tornillos y pernos. Durante este examen detallado se deben tomar notas y dibujar croquis. Deben tomarse fotografías de la reconstrucción efectuada, incluyendo primeros planos de detalles importantes, cuando esto contribuya a aclarar el informe sobre el accidente.

RECONSTRUCCIÓN EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE.

La técnica de la "reconstrucción", sobre todo con respecto a determinados componentes, se emplea frecuentemente en el lugar del accidente. Esto es especialmente cierto si el accidente ha ocurrido en una zona relativamente despejada y el estado del tiempo no es excepcionalmente inclemente. Antes de iniciar el trabajo de reconstrucción, se deben seguir los procedimientos descritos anteriormente; es decir, deben haberse tomado fotografías del conjunto, completado el croquis de distribución de los restos,

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

efectuado una inspección de los alrededores y tomado notas adecuadas acerca de la disposición en que inicialmente se encontraban las diversas piezas.

Las partes del área sospechosa se reúnen, identifican y disponen en tierra en sus posiciones relativas. Los componentes principales, tales como alas, cola y fuselaje, generalmente se disponen en forma separada uno de otro para facilitar un examen posterior. Si el área sospechosa está en la unión de componentes importantes, tales áreas a veces se reconstruyen separadamente. Los distintos cables con sus correspondientes palancas acodadas, poleas, guías y cuadrantes, en general también se disponen separadamente, para facilitar más el examen. Si se encuentran marcas significativas en cualquiera de estos últimos elementos, pueden buscarse las marcas correspondientes, en la posición relativa, en el ala, fuselaje, etc. El trabajo de reconstrucción en el lugar del accidente es bastante directo y normalmente no se encuentran grandes dificultades a menos que el accidente haya sido muy grave y los restos estén formados por gran número de pequeñas piezas. En este caso la identificación es difícil y consume tiempo, pero los resultados son, en la mayoría de los casos, sumamente valiosos.

RECONSTRUCCIÓN FUERA DEL LUGAR DEL ACCIDENTE.

Ocurre con frecuencia que las características del terreno o el tiempo reinante no se prestan a la reconstrucción de componentes dudosos en el lugar del accidente. En este caso, el investigador debe decidir si se justifica, o es necesario, el transporte de los restos o parte de ellos a otro lugar para proseguir el examen. Esta decisión debe basarse en una consideración del tipo de accidente, de la evolución de los acontecimientos hasta ese momento y del tipo de información que podría obtenerse de la reconstrucción.

Como podrían causarse más desperfectos a las diversas piezas de los restos durante el transporte, el investigador debe cerciorarse de que tiene un juego completo de anotaciones acerca de todas las rayas, manchas, desgarraduras, etc., de importancia. Todas las piezas principales deben ser convenientemente rotuladas, identificadas y referidas al croquis de distribución de los restos. El desmontaje debe reducirse al mínimo. Si se considerara necesario desarmar conjuntos sujetos con tornillos, debe hacerse el registro de la secuencia de las diversas arandelas, espaciadores, tuercas, etc.

En muchos casos habrá que cortar los cables de mando para separar porciones de los restos. Cuando haya que hacerlo, debe tomarse la precaución de identificar y rotular todos los cortes. A menos que se tomen estas simples precauciones, se puede perder alguna prueba valiosa, o la tarea del investigador puede verse considerablemente aumentada. En ésta como en otras fases de la investigación, se debe desconfiar de todo método simplificado mientras no se establezca que realmente abrevia la tarea.

Cuando la reconstrucción se lleva a cabo fuera del lugar del accidente, en un hangar, por ejemplo, generalmente es posible hacer un trabajo de reconstrucción más completo. Las diversas partes se pueden colocar sobre maquetas o armazones, o suspenderse para obtener una disposición tridimensional que se aproxime lo más posible al aspecto de la aeronave antes del accidente. Resulta de gran ayuda disponer de una aeronave del mismo tipo para fines de comparación.

Si las partes se montan en bastidores separados del suelo, es posible examinar los restos por encima y por debajo sin arreglos adicionales. Aparte del posible uso de maquetas, armazones, etc., la reconstrucción fuera del lugar del accidente es la misma que la reconstrucción en dicho lugar. En todo

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

este trabajo, la meta es permitir el examen y análisis más detallado de las diversas piezas de los restos.

CONCLUSIÓN

Toda tentativa para determinar correctamente la forma en que se produce una rotura en la estructura de una aeronave y las causas que lo originan, deberá ir precedida de una minuciosa observación de detalles y de la compilación de todos los hechos relativos al caso.



ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 11

INVESTIGACIÓN DE TESTIGOS

OBJETIVO.

Familiarizar al investigador con los problemas más comunes durante la investigación de testigos y cómo solucionarlo.

GENERALIDADES.

Las declaraciones de testigos y la presentación de pruebas materiales se combinan para ayudar a determinar los factores causantes del accidente, complementándose unas con otras.

Las pruebas que deban obtenerse, tienen que ser tan completas y detalladas como sea posible. No deben limitarse únicamente al momento del accidente y los sucesos subsiguientes. Deben comprender todo lo que ha ya sucedido o se haya hecho antes y que pueda tener alguna relación, aunque sea remota, con el accidente. Por ejemplo, puede ser prudente investigar sobre la matrícula y certificado de aeronavegabilidad del avión, detalles del historial de la aeronave, de las reparaciones, reposiciones, modificaciones, etc., de que haya sido objeto.

ESTUDIO DE LAS DECLARACIONES DE TESTIGOS.

El término " testigos", cuando se aplica en las investigaciones de accidentes, se refiere generalmente a las personas que están vinculadas con el accidente aéreo, aunque sea desde lugares distantes al lugar del hecho. Hay casos en que puede ser el mismo piloto sobreviviente, un miembro de la tripulación o alguno de los encargados del mantenimiento, servicio, operaciones y control de la aeronave, ya sea en tierra o en vuelo.

Puede ser testigo, también alguien que ocupaba el lugar de pasajero, o bien, persona s que no estén relacionadas directa mente con la fase operativa de la aeronave o que hay te nido algún tipo de contacto o acercamiento, ya que puede ser cualquier persona que haya observado o escuchado una serie de hechos en forma parcial o total, que culminaron en el accidente.

CLASIFICACIÓN DE LOS TESTIGOS.

Los testigos pueden clasificarse en tres categorías:

Testigos Oculares. Persona s que realmente vieron el accidente o algo relacionado con el asunto objeto de la investigación.

Otros Testigos. Personas que hablan de algún hecho del cual tienen conocimiento y que tienen alguna relación con el accidente o con la investigación.

Testigos Periciales. Persona s capacitadas técnica mente a quienes puede citar se para que den sus opiniones sobre alguna cuestión técnica que resulte del accidente y de la investigación.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

REUNIÓN DE TESTIGOS.

Se debe reunir a los testigos para interrogarlos a la brevedad posible. No es necesario entrevistarlos en el lugar del accidente. Ocurre, a veces, que una persona puede aportar algún dato útil, aun estando a muchos kilómetros de distancia. Estos casos son principalmente aplicables cuando se sospecha la posibilidad del mal funcionamiento de los motores o fallas estructurales, mal tiempo, o incendios en vuelo, e n especial cuando hay evidencia que la aeronave despedía humo o fuego, que volaba bajo, que no realizaba maniobras en forma normal que hubo pérdida de control. Todos estos datos se obtienen a lo largo de la ruta, aunque los testigos no hayan estado presentes en el lugar del hecho.

Con un poco de empeño es posible localizar testigos de hechos, en el transcurso del vuelo, hasta el lugar aproximado en que se produjo la falla inicial. Las declaraciones de los tripulantes de otras aeronaves en lugares cercanos al accidente que se investiga, pueden ser especialmente útiles cuando se trata de establecer el estado meteorológico de la zona a la hora del accidente. Los pilotos de otras aeronaves y operadores de radio, a lo largo de la ruta, pueden colaborar en relacionar mensajes vitales transmitidos.

En el aeropuerto y entre los periodistas es posible también contar con ayuda para la localización de posibles testigos, ya que es muy común que las personas que han presenciado algo extraordinario o que consideren de importancia, lo comuniquen a esos lugares y a la prensa.

EVALUACIÓN DE LAS DECLARACIONES.

No se debe subestimar la importancia de lo que declaran los testigos, considerando que lo que ellos exponen y la evidencia positiva donde se hallan los restos son de vital importancia para la determinación de los factores causales del accidente. Uno puede ser complemento o esclarecimiento del otro.

Los investigadores deben tener presente que las declaraciones que se obtienen pocas horas después del accidente pueden ser difíciles o imposibles de obtener después de transcurrir varios días. En consecuencia, es importante obtener, cuanto antes, de estas personas, toda la información y datos que sea posible reunir.

Lo que declara un testigo debe compararse y analizarse con lo expuesto por otro para determinar dónde recae el peso de la evidencia sobre todo cuando se han obtenido muchas declaraciones entre las que existe discrepancia.

CORROBORACIÓN DE LAS DECLARACIONES.

Es especialmente importante verificar lo que han visto los testigos, pues ellos mismos pueden cometer errores, aun siendo sinceros, en cuanto a lo que creen haber observado. Es muy útil poseer la evidencia de testigos ubicados en diferentes puntos estratégicos, con el objeto de enfocar mejor el panorama de los hechos.

Entonces será posible relacionar la evidencia, eliminando las partes donde hay discrepancias, para ser analizadas posteriormente. Con frecuencia es muy valiosa la evidencia que aportan los testigos menores de edad; debiendo solamente tener especial cuidado de verificar lo que dicen.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

SELECCIÓN DE TESTIGOS.

Es tan importante saber elegir correctamente los testigos como tomarles declaración. Se deberá solicitar si procede, que el testigo marque sus puntos de observación sobre un mapa o croquis después de tomar declaraciones y que hayan sido firmadas, es conveniente que el investigador agregue su propia opinión acerca de la validez de lo expuesto por cada declarante y sus razones para creer o descartar el contenido de las declaraciones.

TOMA DE DECLARACIONES.

Generalmente no es difícil obtener declaraciones de testigos si previamente se les explica claramente la finalidad que se persigue. El investigador debe convencer al testigo que el propósito de tomarle declaración es para reunir la evidencia posible, referente al accidente con el fin de tratar de evitar que ocurran accidentes similares en el futuro.

Los siguientes procedimientos son útiles, cuando se toma la declaración a un testigo:

- Recabar datos del testigo, entre los que se encuentran su nombre, domicilio, estado civil, ocupación, sus conocimientos en aeronáutica en caso de poseerlos y su edad, no importa si el declarante es menor de edad.
- Inicialmente, anime al testigo a decir su historia en su propia manera, sin preguntas, comentarios o interrupciones del entrevistador.
- Los períodos de silencio en esta fase, mientras el testigo ordena sus pensamientos, lo ayudan a explicarse más ampliamente y evitar omisiones.
- La habilidad del investigador para poder escuchar y mantener al entrevistado hablando, es esencial en esta fase.
- Se debe recalcar la importancia de hablar solamente de lo que cree saber referente al accidente, o sea lo que él mismo observó y escuchó y evitar guiarse por lo que otros le contaron.
- Cuando un testigo ha terminado de narrar los hechos, se le interrogará para aclarar puntos dudosos que pueden surgir de sus declaraciones.

Es de vital importancia evitar formular las preguntas en forma que las respuestas estén sugeridas en las mismas, como por ejemplo:

Pregunta Poco Adecuada	Pregunta Adecuada
¿Estaban las 3 ruedas de aterrizaje abajo?	¿En qué posición estaba el tren de aterrizaje?
¿Vio caer del avión el estabilizador?	¿Vio caer algún objeto del avión?

La declaración del testigo se tomará por escrito, en su presencia. También es correcto, salvo disposición contraria, que el declarante entregue al investigador su narración escrita y cuando el declarante haya terminado su declaración, la firmará.

Se puede tomar la declaración por el método de preguntas y respuestas, pero esto tiende a restringir el valor de la evidencia, por lo que debe evitarse siempre que sea posible. Así mismo, debe evitarse el empleo de términos demasiado técnicos al interrogar a una persona que carezca de conocimientos de aviación.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Es muy recomendable tratar al testigo con toda la cortesía en todo momento, evitando siempre todo intento de forzar su declaración. Puede darse el caso que el testigo pueda expresar mejor lo que tiene que declarar por medio de un croquis, que con palabras. Estos serán aceptables para aclarar la evidencia y deben quedar firmados por el declarante. Otra forma de tener evidencia de la declaración de los testigos, es solicitar su autorización para realizar una grabación en audio de su testimonio, firmando previamente un documento con dicha autorización.

Cuando un testigo hace referencia a mapas o fotografías se identificará a cada uno con su respectivo número y los puntos en los mismos se marcarán ya sea en el mapa o en la fotografía y se anotarán en la declaración o elementos de prueba.

Cuando los accidentes son choques aéreos en aproximaciones o en despegues, es sumamente importante poder determinar la altura exacta y los rumbos de las aeronaves afectadas. Para esto, la técnica suele ser, llevar nuevamente a los testigos al preciso lugar desde donde observaron las aeronaves, haciéndoles describir las trayectorias en relación con las montañas, árboles, edificios, etc., que puedan servir de puntos de referencia. Luego midiendo los ángulos relacionados y las distancias, muchas veces se puede determinar con bastante precisión las alturas y los rumbos que llevaban las aeronaves. A veces conviene realizar otro vuelo en aeronaves de tipo similar a las que se accidentaron, y que sean observados por los testigos en tierra, en distintas trayectorias hasta poder determinar la trayectoria original del choque.

En algunos casos habrá testigos que escucharon los ruidos de una aeronave en peligro, sin haberla observado por falta de visibilidad o la presencia de otras obstrucciones. Puesto que muchos ruidos suelen ser difíciles de describir, esto puede solucionarse grabando diferentes clases de ruido identificándolos por números.

Solamente el investigador conoce el origen y el número correspondiente del ruido. Generalmente colaborarán en obtener todas las grabaciones que sean necesarias los fabricantes de aviones y motores. Se pasarán entonces las cintas magnéticas ante el testigo, quien seleccionará el ruido que cree haber escuchado.

DATOS QUE DEBEN DOCUMENTARSE.

A continuación y como guías, se enumeran los datos que deben poder suministrar los testigos:

- Hora del accidente (exacta o aproximada).
- Estado meteorológico de la zona, especialmente dirección e intensidad del viento, visibilidad, precipitación, llovizna, nieve o hielo, terreno y temperatura. (Todo lo anterior aproximado).
- Todo lo que pudo escucharse u observarse referente a la aeronave afectada y demás aeronaves en las cercanías, a la misma hora, así como la altura, rumbo, posición, maniobras irregulares o circunstancias, etc.
- Si observó la posición de restos humanos, con respecto a los restos de la aeronave.
- Si hubo algún lanzamiento de bengalas o transmisión de señales luminosas.
- Incendio en el aire o después del impacto, debiendo tener en cuenta el factor tiempo.
- Descripción de los objetos que se desprendieron de la aeronave.

INTERROGATORIO DE PASAJEROS.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Cuando se procede a interrogar a los pasajeros de una aeronave accidentada, deben tratarse los siguientes puntos:

- a) Ubicación del asiento que ocupó en el momento del accidente.
- b) ¿Estaba asegurada la hebilla del cinturón? y en caso afirmativo, ¿ésta se desprendió?
- c) ¿Qué sujetó el asiento en su posición sobre el piso?
- d) ¿La evacuación por las salidas de emergencia de la aeronave fue realizada de forma rápida y adecuada ó impedida por algo? En caso afirmativo señale por que se impidió,
 - ¿Obstáculos en el pasillo?
 - ¿Roturas en el piso?
 - ¿Falta de indicaciones adecuadas sobre las salidas de emergencia (de día)?
 - ¿Falta de iluminación adecuada (de noche)?
- e) ¿Sufrió daños personales?, en caso afirmativo ¿cuáles fueron las causas de las heridas?
- f) ¿Se impartieron las instrucciones para casos de emergencia?

De acuerdo a las circunstancias, se podrán hacer preguntas relacionadas con las posibles causas del accidente.

CONCLUSIONES:

Las declaraciones de los testigos son de los factores vitales para la determinación de la causa probable de todo accidente. De la amabilidad que se tenga para los testigos dependerá la colaboración que éstos puedan prestar para el esclarecimiento de un accidente. Las declaraciones hechas inmediata mente después de un accidente tienden a ser más exactas que las que se obtienen posteriormente.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 12

INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS ELECTRICOS GENERADORES, ALTERNADORES E INVERSORES

Es de vital importancia que se examinen estos componentes para determinar si hay indicios de formación de arco, quemaduras, escobillas defectuosas, alambres o cables conectados incorrectamente y recalentamiento. El examen visual de los generadores puede detectar signos externos de corriente de salida excesiva. Cuando un generador está sujeto a una carga excesiva por más tiempo de un período relativamente corto, el aumento del calor hará que se decoloren las delgas del colector o que se derrita la soldadura.

En casos extremos, las delgas pueden levantarse hasta el punto de estropear las escobillas, arrancándolas y escupiéndolas. En este caso, es evidente que la corriente de salida del generador estaba pasando por un camino de menos resistencia que el previsto y que probablemente se produjo un corto circuito en alguna parte de la instalación de energía eléctrica.

Ocasionalmente se presenta un peligroso defecto de funcionamiento conocido como estado de sobretensión, el cual se produce cuando la corriente de salida del generador pasa sin control por el circuito de campo de éste. Tal situación se debe generalmente a un corto circuito directo en el generador, desde la salida del inducido hasta la terminal de campo. A consecuencia de ello se producen una salida de alta tensión incontrolable y exceso de corriente, seguidos de la quemadura casi instantánea de los filamentos de las bombillas eléctricas y de los bulbos de radio. El conmutador del generador deficiente se cierra para interrumpir la corriente, lo que causa la apertura del relevador de corriente; inversa de dicho generador. Sin embargo, cuando la salida del generador es excesiva, puede suceder que el relevador no logre interrumpir el flujo de la corriente y que ésta siga circulando en forma de un arco a través de los contactos del relevador. Como consecuencia, se funden las puntas de contacto y hasta puede resultar completamente destruido el relevador. Si esta condición subsiste por algún tiempo, se pueden inflamar otros materiales que se encuentren cerca.

Los cojinetes deben examinarse para verificar su estado de lubricación, desgaste, juego y aspereza. Los cojinetes gastados o con juego pueden hacer que el inducido o rotor haga contacto con los devanados del inductor o estator, causando más daño interno. La fuerte ranuración o escoriación de un dispositivo rotatorio es generalmente suficiente para indicar que ha estado funcionando, pero no constituye de por sí una prueba de que hubo salida de energía eléctrica. Una vez examinado todo el sistema, se pueden analizar los hechos y evaluarlos. De ser posible, estas unidades deben probarse.

ACUMULADORES.

Se debe probar todo acumulador de plomo intacto, primero mediante un voltímetro en paralelo con cada elemento y luego por medio de un hidrómetro para determinar la gravedad específica del electrólito. Estas lecturas indicarán el estado de carga. Si el electrólito se ha escurrido del acumulador o las placas están rotas, existen medios que permiten examinar y probar estas últimas para determinar su aptitud para aceptar y retener una carga, como también el estado de la carga en el momento del choque. El acumulador de níquel cadmio (acumulador alcalino) es diferente en el sentido de que no se mide la

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

gravedad específica; el estado de cada uno de los elementos se verifica con un voltímetro.

UNIDADES TRANSFORMADORAS RECTIFICADORAS.

Estas unidades convierten la corriente alterna en continua y se utilizan cuando la instalación eléctrica básica se alimenta con alternadores. Sus componentes son de estado sólido y su estado e idoneidad sólo pueden determinarse probándolos. Con instalaciones de esa clase, las señales de funcionamiento de los componentes alimentados por corriente continua no indican solamente que había energía eléctrica sino también que funcionaba el sistema de corriente alterna.

REGULADORES DE GENERADORES, ALTERNADORES E INVERSORES.

Este punto incluye los reguladores de tensión, reguladores de frecuencia, relevadores de corriente inversa y los tableros de control o protección de generadores, de estado sólido. Las unidades intactas se deben probar para determinar las posiciones de sus mandos al ocurrir el accidente y las posibilidades de funcionamiento previstas por el fabricante. Se pueden examinar los contactos y las bobinas de los relevadores para ver si presentan indicios de funcionamiento defectuoso y se deben probar los circuitos internos para determinar su integridad, si se notan discrepancias o funcionamiento deficiente, se deben someter las unidades a un examen detallado.

CENTROS DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las barras colectoras, regletas de terminal y cajas de conexiones deben examinarse para verificar la condición de las conexiones de los cables e hilos. El investigador también debe fijarse si hay indicios de espárragos flojos, de formación de arco entre terminales contiguos, de recalentamiento y de quemaduras. Las conexiones incorrectas pueden producir suficiente calor para fundir las barras colectoras y las regletas de terminal situadas alrededor de las bases de los espárragos, con la siguiente posibilidad de que falle parte del sistema eléctrico o incluso todo el suministro de energía.

Tales condiciones también han ocasionado incendios de origen eléctrico, tanto en vuelo como en tierra. Asimismo, debe examinarse la posibilidad de que hayan caído objetos extraños sobre las terminales, produciendo corto circuito directo o incendios.

PROTECTORES DE CIRCUITO.

Estos consisten en fusibles, ruptores de circuito y limitadores de corriente. Dichos dispositivos se instalan para proteger sólo los cables. Los componentes accionados por electricidad contarán generalmente con protección integral, si el constructor la considera necesaria.

Todos los protectores de circuito deben examinarse para ver si se han desconectado o si tienen fundidos los fusibles. Los ruptores pueden abrirse por el calor externo, como en el caso de incendio al estrellarse la aeronave, o también a consecuencia del choque violento. Un investigador incauto podría inferir que se trata del funcionamiento defectuoso del circuito; por eso es necesario examinarlo más a fondo antes de hacer el diagnóstico.

Si la falla eléctrica es momentánea, los fusibles y limitadores de corriente pueden permanecer intactos aún en presencia de un defecto de funcionamiento del circuito. Por ejemplo, es posible que un conductor de energía eléctrica haga un corto circuito con la masa de la estructura del avión y que se quemé antes de que el protector tenga la oportunidad de reaccionar. Los ruptores tienden a deteriorarse

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

con el tiempo y sus características nominales pueden variar. Algunas veces se han descubierto ruptores corroidos internamente que no se abrían en absoluto. En esas condiciones, una falla eléctrica podría degenerar en un problema grave.

RELEVADORES Y SOLENOIDES.

Los contactos de los relevadores deben examinarse para ver si están quemados o picados. Se puede incluso encontrar los pegados unos a otros por fusión. Verifíquese también si los relevadores tienen resortes gastados o quebrados y si las bobinas están abiertas, en corto circuito o quemadas. Los solenoides deben inspeccionarse para ver si se han recalentado o si tienen interruptores en el devanado. Estas conclusiones permiten, a veces, descubrir el malfuncionamiento de los circuitos correspondientes.

MOTORES ELÉCTRICOS.

Estos motores deben examinarse para comprobar si presentan indicios de falla eléctrica y de haber funcionado en el momento del choque. Inspecciónense los cables, las escobillas, los colectores o anillos colectores y los devanados del estator y rotor; véase si hay señales de recalentamiento, quemaduras, formación de arco, conexiones defectuosas y devanados abiertos o en corto circuito.

Hay que examinar el componente accionado por el motor para determinar su estado, observando especialmente si hay señal de alguna deficiencia de índole funcional que pueda haber dificultado el funcionamiento normal del motor. Verificar si el acoplamiento o conexión de mando está roto o intacto. Los motores pueden haber accionado ventiladores u otros componentes rotatorios que permitan reconocer el estado del material por la presencia de ralladuras, o deformación de las aspas del ventilador o de raspaduras producidas en un componente giratorio al salirse éste de su lugar. Puede haber marcas en tales componentes, lo que significaría que la unidad se encontraba en reposo o inactiva cuando se produjo el daño físico. Se deben examinar los cojinetes de los motores para ver si están gastados o tienen juego, caso en el cual el rotor puede haber estado tocando las piezas polares del devanado inductor o frotado en ellas. Se deben inspeccionar el colector y las escobillas para verificar si no hay puente entre los segmentos de cobre, escobillas quebradas o las conexiones de las escobillas flojas.

CABLES E HILOS ELÉCTRICOS.

Se deben examinar los cables e hilos eléctricos para comprobar si hay indicios de recalentamiento, escoriación de los haces de hilos contra soportes o contra la estructura adyacente, formación de arco o quemaduras. La decoloración del aislamiento no es necesariamente un indicio de recalentamiento, ya que puede deberse simplemente al envejecimiento del material. El calentamiento excesivo quiebra el aislamiento y le resta flexibilidad. Conviene separar los hilos que forman el haz para poder examinarlos más fácilmente. A veces uno de ellos se calienta demasiado y afecta a los hilos contiguos.

Todo indicio de quemadura debe investigarse más a fondo para determinar si su origen es externo o eléctrico. La quemadura externa de los cables produce una superficie oscura y los hilos del trenzado se pelan y aparecen brillantes; la quemadura eléctrica, en cambio, produce la decoloración de toda la sección transversal o diámetro del cable. Examínense los extremos de los hilos metálicos rotos o cortados para ver si dejaban pasar la corriente en el momento en que se produjo su separación. Esto se descubre generalmente por la presencia de glóbulos o protuberancias en las puntas, debidos a metal fundido, de hilos unidos por fusión o de puntas romas y lisas.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

COMPONENTES ELÉCTRICOS: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

El método más sencillo consiste en hacer funcionar los generadores, alternadores e inversores en un banco de pruebas para determinar si pueden suministrar energía eléctrica adecuada, tanto a plena carga como sin carga alguna. Durante estas pruebas deben usarse los reguladores de tensión y de frecuencia simultáneamente, si su estado lo permite.

Se deben examinar los motores eléctricos para comprobar si tienen devanados en corto circuito o abiertos en el estator y rotor, escobillas y colectores en mal estado o indicios de funcionamiento defectuoso que pueda haber causado excesivo consumo de corriente. Verifíquese si la energía eléctrica utilizada para estas pruebas tiene la tensión y fase apropiadas. Los relevadores y reguladores como también los componentes de control del sistema eléctrico montados en forma de equipo unitario (conjunto) exigirán pruebas más detalladas. Por lo general, los relevadores trabajan a determinados valores de ajuste, que deben obtenerse de los manuales del sistema de que se trate o del fabricante. Antes de tratar de conseguir esos datos, es necesario determinar el tipo del relevador y el número del modelo.

En cuanto a los reguladores de tensión y frecuencia del tipo de placas de carbón, se debe examinar el estado de la pila de placas después de haber probado dichos dispositivos, a fin de determinar la capacidad reguladora de éstos.

Si la pila de placas está deteriorada, los reguladores funcionarán defectuosamente. Los tableros de protección y control de los generadores y alternadores son, en su mayoría, electrónicos, por lo que requerirán equipo de pruebas especial. Procúrense diagramas del circuito y especificaciones detalladas para probar estos componentes y localizar las fallas. En muchos casos, las fallas de los relevadores reguladores no solo ocasionaron la pérdida de corriente esencial, a causa del recalentamiento del equipo, de la sobretensión y del consumo excesivo de corriente, sino también incendios destructivos originados por la electricidad.

FOCOS Y BULBOS DE RADIO.

Los focos, especialmente los de advertencia, constituyen una buena fuente de información. Sería muy útil saber si al ocurrir el accidente determinado foco de advertencia estaba o no encendido. También sería importante saber si había o no luz en el puesto de pilotaje. Otros focos, como los de la cabina y de las luces exteriores, pueden ser útiles para determinar si había o no energía eléctrica en el momento del choque. No se deben escatimar esfuerzos por recuperar los focos de los faros de aterrizaje, de las luces de navegación o posición, de las luces del ala o para observar la formación de hielo y de las rotatorias de anticolición. Cada foco y bulbo debe identificarse minuciosa y correctamente por medio de una etiqueta.

Examínense los filamentos de los focos por medio de una lente de aumento. Cuando un foco apagado sufre una sacudida violenta, el filamento no se estira apreciablemente, aunque la carga ejercida sea suficiente para quebrarlo. Por otra parte, cuando el foco está encendido, el filamento, por estar caliente, se estira a cargas muy inferiores a las que normalmente causarían la rotura. En la mayoría de los focos, los filamentos consisten en espirales arrollados muy apretadamente, las cuales se abren debido al efecto del estiramiento, como las espiras de un muelle cuando se fuerza más allá de su límite de elasticidad. A consecuencia del alargamiento también se deforma el bucle normal formado por el filamento.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

La magnitud del estiramiento depende de la carga aplicada por la sacudida. Su efecto puede ser general o localizado y se presenta normalmente cerca de los polos de sujeción de los extremos del filamento o en las inflexiones que se forman en éste en los puntos en que se apoya. En los focos fríos, las espiras se separan muy poco, el alargamiento es pequeño y la deformación consiguiente del bucle es ínfima. Si la ampolla de vidrio se rompió al chocar y faltan partes del filamento un examen minucioso puede aportar pruebas de que el foco estaba encendido, hecho que se manifiesta por un alargamiento del resto del filamento cerca de sus puntos de sujeción. En tales casos, también puede observarse fácilmente el decoloramiento del filamento debido a la oxidación del hilo de tungsteno, cosa que no sucede cuando éste está frío.

Si el filamento está roto, pero tiene un aspecto limpio y brillante y la espiral no presenta estiramiento, es evidente que la falla se produjo mientras estaba frío, por lo que resulta importante revisar minuciosamente los extremos rotos; una rotura con superficie limpia, como si se hubiera rajado muy bruscamente, también es indicio de que el filamento estaba frío. Por otra parte, si se nota un glóbulo o protuberancia producido por la fusión del material en el extremo roto y la ampolla de vidrio está algo decolorada, es obvio que el filamento se quemó, probablemente antes de producirse el accidente.

Los bulbos electrónicos presentan indicaciones algo parecidas. Un bulbo rajado y con la ampolla ahumada en la superficie interior es indicio de que estaba caliente en el momento de romperse. Si el bulbo está rajado o roto y la ampolla tiene aspecto normal, quiere decir que en el momento de producirse la rotura el filamento no estaba recibiendo la corriente.

EJEMPLOS TÍPICOS DE INVESTIGACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

La finalidad principal al examinar las instalaciones eléctricas consiste en determinar sus condiciones de funcionamiento en el momento del accidente. A continuación se exponen algunos ejemplos típicos de las conclusiones a que se llegó en investigaciones reales.

Lockheed Electra, bulbos del receptor VHF de navegación.

En el curso del examen de las instalaciones de a bordo de un Lockheed Electra que se estrelló en el agua se observó cierta peculiaridad. Concretamente, todos los bulbos electrónicos del receptor VHF de navegación presentaban un aspecto blanco lechoso y una serie de grietas capilares. En vista de la semejanza y del carácter anormal de las grietas citadas, se llevaron a cabo ciertas pruebas.

La finalidad de estas pruebas era determinar si las grietas se debían a la repentina inmersión en el agua de un bulbo que estuviese a la temperatura de funcionamiento. Los medios utilizados en esta prueba consistieron en un receptor de comunicaciones (provisto de bulbos idénticos) funcionando a la potencia normal y un recipiente de agua a la temperatura de 55° Fahrenheit.

Los bulbos del receptor se mantuvieron a la temperatura de trabajo permitiendo que el receptor funcionase durante 30 minutos. En la primera parte de la prueba, se desmontaron los bulbos sumergiéndolos inmediatamente en el agua. En la segunda parte, se permitió que los bulbos se enfriaran durante 5 segundos antes de sumergirlos en el agua.

Los resultados de la prueba mostraron que en los bulbos que se sumergieron inmediatamente en el agua

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

se producían grietas finas muy parecidas a las de los bulbos recuperados de la aeronave que se estrelló. En los bulbos que se habían dejado enfriar 5 segundos no se produjeron roturas ni grietas.

Convair 340, cables eléctricos.

Esta aeronave se estrelló a raíz de una rotura en vuelo de la hélice del motor derecho. Una pala de la hélice penetró en el fuselaje por el costado inferior derecho, rompiendo, entre otras cosas, dos manojos de cables eléctricos que pasaban por debajo del piso.

Uno de los manojos de cables contenía los conductores para el registrador de la voz montado en la cabina de pilotos y los cables del registrador de datos de vuelo. El otro, un conducto de aluminio contenía tres cables de alimentación de las barras de corriente continua, los cuales tenían energía eléctrica en los conductores en el momento en que fueron cortados por la pala de la hélice.

Filamentos de los focos de alumbrado

Se examinaron tres figuras dos relativas al sistema de alarma "STALL IDENT FAIL" y una correspondiente al sistema de alarma "AIR SYSTEM FAIL". Los dos focos correspondientes al sistema de falla de identificación de desplome se compararon con las luces de alarma STALL IDENT, montadas al lado en los mismos tableros. La comparación descubrió que ambos focos FAIL estaban iluminados, o al menos los filamentos estaban calientes, en el momento que fueron sometidos a choque físico, mientras que los focos IDENT evidentemente estaban fríos.

Ello indicaba que había energía eléctrica en corriente continua en el momento en que la aeronave chocó contra el suelo, e indicaba además que los generadores de corriente alterna estaban proporcionando energía y que los transformadores/rectificadores proporcionaban energía en corriente continua. Por lo demás, estos resultados hacían ver que el sistema de distribución de energía eléctrica y el sistema de alarma estaban intactos. El estado del filamento del foco de alarma de falla de la instalación de aire corroboró estos resultados.

Boeing 377, barra distribuidora del generador.

Se recuperó una barra distribuidora de aluminio, en donde se determinó que el daño, de origen eléctrico, que se observó en la barra fue una coincidencia con el accidente y que no se relacionaba con su causa. Sin embargo, del estudio metalúrgico se dedujo cierta información que permitió determinar la razón del daño sufrido. El estudio puso de manifiesto que en la fabricación del conjunto de la barra distribuidora se habían empleado metales diferentes, a saber, aluminio en la barra, acero en los bordes terminales y latón en las tuercas. Un apriete excesivo de la tuerca terminal debió causar presión indebida en el aluminio bajo la base terminal, con lo cual el aluminio experimentaría plasticidad en frío. Esta condición produciría huelgo en el apriete y un aumento de resistencia eléctrica. El calor producido puede luego fundir el aluminio separado de la base de los bornes con nuevo aflojamiento de la unión.

Así pues, parece evidente que este daño ocurrió durante un período de tiempo considerable y debería haber sido descubierto mucho antes por el proceso normal de inspecciones de mantenimiento.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 13

INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS AUXILIARES INSTALACIONES DE AIRE A PRESIÓN (PRESURIZACIÓN) AIRE ACONDICIONADO.

Sobrealimentadores y compresores.

Estas unidades, que son accionadas por las transmisiones o cajas de engranes previstas para los accesorios de los motores, suministran la carga de aire para el acondicionador del aire y la presurización. En caso de funcionamiento defectuoso se pueden desacoplar en vuelo; para volver a acoplarlas es necesario que los motores estén completamente detenidos. Ambas unidades se deben examinar para ver si presentan señales de desacoplamiento o de falla de la transmisión, si están lubricadas debidamente y si existen indicios que sugieran la falla o el recalentamiento de los cojinetes. También deben inspeccionarse los impulsores para determinar si están dañados sus alabes, lo cual indicaría que estaban funcionando al ocurrir el accidente.

Instalación de aire extraído de los motores a turborreacción.

Del compresor de los motores de turbina se extrae aire en cantidades apropiadas para el aire acondicionado y para la presurización y también para los dispositivos anti hielo y anti lluvia. Los grupos motores auxiliares accionados por turbinas suministran, básicamente. El aire para poner en marcha los motores, pero también se pueden utilizar para complementar el sistema del acondicionamiento de aire, particularmente mientras la aeronave está en tierra.

Se deben examinar las válvulas neumáticas de regulación del paso (como, por ejemplo, las de cierre o aislamiento, de impulsión de aire, de reducción o modulación de la presión, de alimentación cruzada de control de temperatura y de retención) para verificar las posiciones de los diafragmas y la integridad de las uniones de la canalización. Las posiciones de los diafragmas deben relacionarse con las de los mandos del puesto de pilotaje. Se deben localizar las válvulas de seguridad de la presión del aire extraído o los tableros relacionados con éstas para comprobar su integridad. Lo mismo debe hacerse con los componentes reguladores (tales como los interruptores y termostatos de sobre temperatura y sobrepresión), los cuales deben preservarse para estudios ulteriores en caso de que fueran necesarios.

Si se sospecha que la presencia de vapores o monóxido de carbono en la cabina puede haber contribuido al accidente, habrá que examinar los conductos de aire (particularmente los que se encuentran más cerca de las válvulas por las que se extrae el aire del motor) para ver si tienen depósitos de humo o de aceite. También se debe alertar a los encargados de la investigación del sistema moto propulsor sobre la necesidad de examinar las juntas del sistema de aceite de los motores.

Instalación del sistema de aire acondicionado.

Esta instalación comprende todas las válvulas reguladoras de paso, tales como la válvula mezcladora de cabina y las válvulas de salida de aire, de empaquetadura y de regulación de la temperatura. También se hallan incluidos los compresores, condensadores y evaporadores de presión; las máquinas de circulación de aire o turbinas de enfriamiento; los turbocompresores; los separadores de agua y los permutadores térmicos. Se debe anotar las posiciones de todas las válvulas y el estado de éstas y relacionarlas con las

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

posiciones correspondientes de los mandos de la cabina de pilotos. Se deben examinar las máquinas de ciclo de aire y los turbocompresores para ver si hay indicios de funcionamiento, ya sea normal o defectuoso. También corresponde examinar el estado y lubricación de los cojinetes e impulsores, así como las uniones de las canalizaciones de estas unidades.

Las válvulas reguladoras de paso suelen ser de dos tipos: las que son accionadas por motores eléctricos y las que se regulan eléctricamente pero que se accionan por medios neumáticos. Estas últimas generalmente se cierran si se desconecta la corriente. Será importante identificar cada una de estas válvulas a fin de relacionar sus posiciones con las de los respectivos mandos de la cabina de pilotos. Los diversos componentes eléctricos de los circuitos reguladores y de advertencia, tales como los termopares, los interruptores de mercurio y los accionados por presión deben recuperarse, identificarse, rotularse y conservarse para prueba o examen detallado, en el caso de que sea necesario.

Sistema de aire a presión a la cabina (presurización).

El corazón de este sistema son las válvulas de regulación y seguridad de presión y los componentes reguladores mecánicos y eléctricos. Estos últimos se encuentran generalmente en la cabina de pilotos y en los bastidores del equipo eléctrico. Las primeras consisten en las válvulas reguladoras de presión, de descarga y de descompresión de emergencia. Estas válvulas deben examinarse respecto a su estado y posición, integridad de las articulaciones mecánicas, conexiones eléctricas y guarniciones de los tubos del sistema sensitivo de presión. Hay que buscar indicios de funcionamiento defectuoso, tales como válvulas trabadas y diafragmas defectuosos. Algunas válvulas reguladoras de presión pueden cerrarse durante situaciones de emergencia, como por ejemplo, al tratar de extinguir un incendio en algún compartimiento situado bajo el piso. La posición de las varillas de mando de estas válvulas puede dar una indicación de que así ha ocurrido.

Ductos de aire.

Se deben recuperar y examinar todos los ductos para verificar si están rotos por presión excesiva o por defectos de material; las abrazaderas de las uniones deben inspeccionarse para apreciar en qué condición está. El aire caliente que emana de una unión con fugas o desprendida puede afectar adversamente al equipo eléctrico contiguo, a los cables eléctricos y a las tuberías conductoras de fluido. El efecto del calor sobre los cables puede influir en el funcionamiento, errático, de los componentes accionar. Dos por electricidad. Se deben examinar las paredes interiores de los ductos para ver si contienen indicios de humo o depósitos extraños. También debe verificarse si el aislamiento de los ductos está decolorado, lo que podría ser indicio de recalentamiento y también si está saturado de combustible o fluido hidráulico procedente de fugas en tubos próximos a los ductos. En este último caso, podría producirse un incendio.

Instalaciones anti hielo y anti lluvia.

Estas consisten en los equipos descongeladores neumáticos y térmicos, en los limpiaparabrisas y en el agente pluvio repelente.

→ Equipo descongelador neumático.

En las instalaciones más viejas de descongelación de los planos aerodinámicos se utiliza aire comprimido producido por bombas neumáticas. Examínese el estado del dispositivo descongelador propiamente dicho, de sus tubos de abastecimiento y de las posiciones de sus válvulas reguladoras. Inspecciónese el acoplamiento impulsor de la bomba neumática y el tapón fusible para determinar si

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

están en buenas condiciones y véase si hay indicios de funcionamiento de la bomba en el momento del accidente.

→ Equipo descongelador térmico.

La descongelación térmica de los planos aerodinámicos se logra por medio de aire suministrado por calefactores de gasolina o aire extraído de los motores de turbina. En el caso de los calefactores de combustión debe determinarse si están quemados y si hay vestigios de incendio debido a la fuga del combustible. La instalación de descongelación que utiliza aire extraído de los motores tendrá válvulas reguladoras de paso para las alas y la cola, válvulas cuyas posiciones deben documentarse y relacionarse con las correspondientes de los mandos de la cabina de pilotos. Se deben examinar los conductos del dispositivo de descongelación de los planos aerodinámicos para ver si hay indicios de falla o uniones flojas que hubiesen podido permitir el acceso de aire caliente a los haces de cables eléctricos, a las tuberías conductoras de fluidos y a otros componentes, haciendo que funcionasen defectuosamente a consecuencia del calor excesivo. En algunos casos, el aislamiento de los conductores eléctricos estaba carbonizado a consecuencia del aire caliente.

→ Limpiaparabrisas y agentes pluvio repelentes.

Los limpiaparabrisas pueden ser hidráulicos o eléctricos. Es necesario verificar las posiciones de los brazos barredores y de sus reguladores. Ha habido casos en los que motores hidráulicos defectuosos agotaban la presión hasta el punto de que no era posible en situaciones de emergencia bajar y trabar el tren de aterrizaje. El agente pluvio repelente puede consistir en aire extraído de los motores y soplado sobre la superficie de los parabrisas o en un producto químico rociado por surtidores del tipo aerosol. Estos surtidores se deben recuperar y examinar para ver si hay indicios de haber estallado durante el vuelo. Por lo general, se hallan instalados en la cabina de pilotos y constituyen un riesgo si se revientan, aún cuando la sustancia utilizada no sea tóxica.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 14

INVESTIGACIÓN DE INSTRUMENTOS GENERALIDADES.

Se deben recuperar todos los instrumentos, anotar sus indicaciones y su estado y examinar sus conexiones. Los tubos de los instrumentos de presión deben inspeccionarse para ver si hay vestigios de fuga o conexiones deficientes los conmutadores eléctricos deben examinarse para verificar si tienen espigas flojas o conductores mal soldados y los haces de cables situados detrás de los tableros de instrumentos deben revisarse para ver si hay corto circuitos, si hubo recalentamiento y si el aislamiento está escoriado. Los haces sujetos con abrazaderas debieran inspeccionarse debajo de éstas, pues es probable que de estar el aislamiento escoriado sea precisamente debajo de las abrazaderas.

INSTALACIONES DE TUBOS DE PITOT Y DE PRESIÓN ESTÁTICA.

Los tubos de Pitot deben examinarse para ver si no están obstruidos y comprobar los elementos calefactores de los tubos de Pitot. Un método de verificar si el calefactor funcionaba al chocar consiste en observar si hay vegetación o material leñoso metido en el tubo. Si este material está quemado o decolorado a consecuencia del calor, se tiene una indicación de que el calefactor quizás funcionaba. Inspecciónense los orificios del tubo de presión estática para ver si no están bloqueados por cinta u otros cuerpos, tales como materiales para sellar juntas, que puedan haber sido forzados al interior del orificio durante el montaje.

Se debe examinar la tubería de la instalación Pitot y de presión estática para determinar si hay indicios de obstrucción debido al hielo, al agua o a ambos, como también si el drenaje es adecuado. En relación con este punto, quizás se justifique hacer una revisión detallada del Pitot.

También debe verificarse si la tubería tiene vestigios de rotura o acoplamiento flojos. Se ha encontrado que en algunos casos la tubería estaba doblada o torcida cerca de algún acoplamiento porque se había instalado o reparado mal. Examinense los tubos flexibles detrás de los tableros de instrumentos para comprobar si están retorcidos y si tienen agujeros producidos por el envejecimiento. Se debe anotar en qué posición se halla el selector de estática.

ALTÍMETROS.

La indicación más fidedigna del altímetro es la presión barométrica. Esta debe compararse con la última información pasada a la tripulación, para determinar si era correcta. Regístrense las posiciones de las agujas o del tambor el valor debe corresponder a la elevación del lugar en que ocurrió el accidente (aunque hay que tener en cuenta que el mecanismo interno puede haberse roto, caso en el cual la indicación no sería válida).

Como la escala barométrica se ajusta mediante un engranaje accionado por una perilla para mayor seguridad, se debe examinar el mecanismo de ajuste. En algunos casos se omitió trabar dicho mecanismo después de haber hecho el reglaje en el taller y las agujas del instrumento quedaron desconectadas del mecanismo regulador. En consecuencia, era posible reajustar la escala barométrica sin que se produjera el correspondiente cambio de posición de las agujas.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

INDICADORES DE VELOCIDAD.

Se deben examinar minuciosamente los indicadores de velocidad y los de "No de Mach" para comprobar si con el choque se han atascado a la velocidad indicada o para determinar la dirección en que ha fallado el husillo de la aguja indicadora. Por lo general, no se puede confiar en la indicación que aparece en el instrumento encontrado en los restos de la aeronave, pero una fotografía de la esfera en luz ultravioleta (luz negra) puede revelar información significativa. Probablemente será necesario contrastar el instrumento en el laboratorio para comprobar si adolece de alguna falla mecánica; por otra parte, si el daño es insignificante, quizás sea posible calibrar el instrumento y verificar la histéresis.

BRÚJULAS.

Determinense las lecturas de los instrumentos de rumbo, tales como la brújula magnética, el indicador de rumbo (CDI), el indicador radio magnético de rumbo (RMDI), el giróscopo direccional sincronizado y el indicador giroscópico de rumbo accionado por aire. Regístrense el rumbo seleccionado y el índice de reglaje. Algunas de estas unidades llevan incorporados giróscopos integrales, mientras que otras están alimentadas por indicadores giroscópicos de rumbo remotos. Se deben examinar los giróscopos para ver si hay indicios de funcionamiento. Desmóntese la unidad y véase si el rotor está rayado por el movimiento de rotación y si el interior de la caja tiene ralladuras causadas por fricción en el momento del accidente. Las indicaciones de los instrumentos deben relacionarse con el rumbo que seguía la aeronave instantes antes del accidente. Puede ser que las indicaciones no concuerden, por lo cual es posible que la brújula haya dejado de funcionar antes del accidente. La discrepancia también puede ser debida a los daños sufridos al chocar. Hay que considerar todas esas posibilidades.

Algunos instrumentos, como el "CDI", llevan en una esquina un indicador de distancia recorrida, aunque la aeronave tenga otro indicador aparte en el tablero de instrumentos. Esta indicación debe compararse con la distancia entre el lugar del accidente y la instalación seleccionada. La información acerca del rumbo de la aeronave, con respecto a la instalación VOR escogida, pueden proporcionarla el indicador de rumbo y las agujas del RMDI. Estas últimas pueden utilizarse tanto para el rumbo del VOR como para la marcación del ADF, que se seleccionan por medio de interruptores situados en el tablero de instrumentos. Se deben determinar las funciones seleccionadas a fin de establecer una correlación definida con determinada instalación.

Se debe examinar la brújula magnética para ver si hay indicios de falla antes del accidente, como insuficiencia de fluido y también ver si no está instalada debidamente. Determinense, asimismo, si la tabla de desvíos está al día y téngase presente que el funcionamiento de la brújula puede estar influenciado por la proximidad inmediata de materiales ferrosos.

INSTRUMENTOS INDICADORES DE ACTITUD DE LA AERONAVE.

Se deben anotar las indicaciones de cabeceo y balanceo. Cuando los dispositivos que presentan visualmente información se han destruido, el cabeceo y balanceo pueden determinarse examinando los pequeños servomotores. El horizonte artificial y el indicador de viraje y banqueo pueden contener giróscopos integrales o los instrumentos pueden recibir toda la información giroscópica desde un giróscopo vertical remoto. Examínense todos los giróscopos según se indica en el párrafo anterior.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

INSTALACIONES DE INSTRUMENTOS INTEGRADOS.

Se deben recuperar los componentes de estas instalaciones para someterlos a pruebas. Su examen se lleva a cabo en un laboratorio, pues es necesario hacerlo con equipo especial. En los sistemas de aterrizaje automático instalados en las aeronaves de transporte, pueden resultar importantes en relación con los accidentes ocasionados al aterrizar. Es de esperar que, a medida que se vayan perfeccionando dichas instalaciones, se integren más y más con los equipos de navegación.

COMPONENTES DE NAVEGACIÓN.

Son los componentes de las instalaciones integradas de instrumentos de vuelo y también los componentes individuales cuando se trata de una aeronave no equipada con las primeras. Aunque los diversos instrumentos no estén en condiciones de ser sometidos a pruebas llevan incorporadas características constructivas que pueden proporcionar datos importantes. Los componentes electrónicos o del tipo unitario también son muy útiles a este respecto.

Muchos instrumentos reciben sus señales desde fuentes distantes y utilizan pequeños servomotores sincrónicos aumentados por servotransmisores. Estos servomotores son útiles para obtener información acerca del rumbo, cabeceo, balanceo y de las posiciones de las superficies de mando de vuelo, esta información que puede ser muy valiosa, según las circunstancias del accidente. Las unidades que contengan tales dispositivos deben recuperarse y preservarse de modo que queden protegidas hasta que se las pueda someter a un examen especial, el cual puede efectuarse más apropiadamente en los talleres del propio fabricante. El conjunto de datos obtenidos de todos los servomotores de una instalación dada proporciona una base sólida para analizar las circunstancias anteriores del accidente. A veces, el examen del daño sufrido por los balancines de los giróscopos puede facilitar información sobre las actitudes de cabeceo y balanceo anteriores al choque.

INSTRUMENTOS DE LOS MOTORES.

Se deben anotar las indicaciones y el estado de los instrumentos correspondientes a los motores. Algunos de ellos como los que indican la temperatura de admisión de las turbinas, pueden contener cinta calibrada de la cual es posible desprender las indicaciones que señalaban antes del accidente. Otros componentes útiles son los transmisores de relación de presiones, los cuales pueden proporcionar información acerca de la potencia desarrollada por los motores.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 15

INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS HIDRÁULICOS GENERALIDADES.

La investigación de las instalaciones de a bordo abarca el examen y notificación del estado de aquellas instalaciones de la aeronave que no se han incluido en otros capítulos, como las instalaciones de combustible y aceite, las cuales pertenecen al "sistema moto propulsor" y los mandos de vuelo, que corresponden a la "estructura". Es inevitable que haya cierto grado de traslape, como por ejemplo, en el caso de los mandos de vuelo hidráulicos, en el cual la generación de energía y la regulación del sistema hidráulico constituyen una parte de la investigación de las instalaciones, mientras que la actuación hidráulica de las superficies de control corresponde a la investigación de la estructura.

Por regla general, se considera que el capítulo "Investigación de Sistemas Hidráulicos" abarca lo siguiente: el Sistema Hidráulico y el Sistema Neumático, electrónico, la instalación de vacío, la de la presión del ambiente y la del acondicionamiento del aire, la protección contra el hielo y la lluvia, los instrumentos, el calculador de a bordo, el dispositivo director de vuelo, el indicador de pérdida y recuperación de velocidad, los sistemas radioeléctricos de comunicación y navegación, el piloto automático, el sistema para descubrir y dominar los incendios y el sistema de suministro de oxígeno.

La investigación de las instalaciones de las aeronaves implica una tarea algo difícil debido a la diversidad y complejidad del equipo moderno. Por lo tanto, y considerando que todas las instalaciones y su funcionamiento corresponden a tres aspectos básicos, es imperativo que el investigador posea buenos conocimientos prácticos de la hidráulica, electricidad, electrónica y neumática, a fin de poder comprender y evaluar debidamente los hechos.

El investigador debe valerse de diagramas esquemáticos detallados o de planos de taller para determinar que componentes corresponden a cada sistema y no debe escatimar esfuerzos para poder dar razón de todos esos componentes. Tales diagramas o planos también son útiles al estudiar el efecto ejercido por un componente de funcionamiento defectuoso sobre el resto de la instalación.

A cada instalación de la aeronave debe atribuirse el mismo grado de importancia, cualesquiera que hayan sido las circunstancias del accidente. Sin hacer un examen a fondo, no hay manera de determinar debidamente la relación entre determinada instalación y la causa del accidente. Es igualmente importante el hecho de que los datos obtenidos al examinar una de las instalaciones puedan ser útiles para demostrar o refutar la integridad de otras instalaciones. Por lo general, el examen de una instalación implicará algo más que el estudio de los componentes en el sitio donde se hallen, ya que pueden requerir la prueba de funcionamiento de una instalación entera, el ensayo de cada componente de una instalación o la reinstalación del equipo en una aeronave del mismo tipo con el fin de efectuar pruebas en vuelo para determinar la suficiencia de los componentes en vuelo normal y en las condiciones especiales, por el investigador.

Para que resulte más fácil comprender el objetivo de los componentes, cada instalación se puede

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

subdividir en seis aspectos, a saber:

- Abastecimiento.
- Presión.
- Mando.
- Protección.
- Distribución
- Aplicación.

La documentación de los componentes debe incluir su nomenclatura, el nombre del fabricante, el número de la pieza, el número de serie y el número de especificación, si lo hay. Algunos componentes que tienen el mismo número de pieza se pueden utilizar en diversas partes de la misma instalación, especialmente en las instalaciones hidráulica y neumática. Por eso, será necesario obtener del fabricante una lista actualizada que indique, por número de serie, las posiciones respectivas de tales componentes en la instalación. En el caso de una aeronave nueva, esta información puede obtenerse del fabricante.

La documentación de las instalaciones y de los componentes no debe consistir meramente en una enumeración y preparación de listas. Más bien debe comprender una descripción bastante detallada del aspecto y estado de los componentes y también de las posiciones de las piezas móviles. Se deben redactar oraciones completas y no frases breves y enigmáticas.

Los primeros detalles que deben registrarse son las posiciones relativas de los interruptores y mandos de los restos de la cabina de pilotos. También deben anotarse las indicaciones de todos los instrumentos hallados. La documentación, complementada con fotografías, debe llevarse a cabo cuanto antes, en coordinación con el grupo encargado de esa fase de la investigación. Se debe pedir a los demás miembros del equipo de investigación que se abstengan de penetrar en la cabina de pilotos hasta que se haya completado la documentación con registros, croquis y fotografías.

INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

Tanques de Abastecimiento y Fluidos.

El investigador debe aprender a reconocer los diversos fluidos por su color, para estar en condiciones de determinar rápidamente si los que se emplearon en la aeronave que sufrió el accidente eran los apropiados. También debe obtener muestras de fluidos de diversos sectores de la instalación para analizarlas y evaluar su grado de contaminación. Se deben examinar los depósitos para determinar el fluido no utilizado y los niveles de fluido antes del accidente y verificar si las válvulas de drenaje de los tanques se hallan cerradas y aseguradas, si los filtros de entrada de fluido no están contaminados y si las tapas de las bocas de llenado se encuentran bien cerradas. Las válvulas de cierre de la succión de fluido pueden accionarse manual o automáticamente: verifíquese si están abiertas o cerradas y determínese si los resultados de la verificación presentan indicios de funcionamiento normal o de emergencia.

Bombas hidráulicas.

Las bombas hidráulicas principales pueden estar accionadas por los motores de la aeronave o por motores eléctricos (las bombas auxiliares funcionan generalmente con motores eléctricos). Verifíquese la integridad del acoplamiento propulsor: el examen de las superficies de rotura de un acoplamiento cizallado puede aportar indicios acerca del funcionamiento. Un aspecto aplastado y algo pulido de las superficies en contacto significa que el acoplamiento falló mientras la bomba estaba funcionando y que

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

el medio propulsor siguió trabajando haciendo golpear las dos superficies una contra otra.

Las superficies de rotura limpias y sin daño indican que la bomba y el medio propulsor no funcionaban cuando ocurrió la falla. La falla se debe, probablemente al choque, cosa que también ocurriría a todo componente accionado de manera semejante. Toda bomba con acoplamiento cizallado y superficies de rotura dañadas debe examinarse respecto a la lubricación, desgaste, juego excesivo y recalentamiento. Debe examinarse el mecanismo interno para ver si presenta indicios de recalentamiento, cavitación o falla propiamente dicha. Algunas bombas llevan filtros en los tubos de drenaje de sus cajas, las cuales deben verificarse para determinar si contienen materias que pueden ocasionar la falla inminente o consumada de la bomba.

Acumuladores del sistema hidráulico.

En los acumuladores esféricos, el aire de carga está separado del fluido por medio de una bolsa de goma o de un diafragma del mismo material, mientras que, para ese fin, en los acumuladores cilíndricos se utiliza un pistón flotante. Dichos acumuladores deben examinarse para ver si retienen la precarga de aire y si la hubiera, habría que medir la presión de ésta por medio de un manómetro.

La bolsa o el diafragma deben inspeccionarse para ver si tiene fugas y comprobar la posición del pistón flotante con respecto a los extremos con aire o fluido del cilindro. El resultado de esta comprobación puede relacionarse con la secuencia de la pérdida de presión de aire o hidráulica. Las presiones en tales acumuladores son del orden de 850 a 3000 libras/pulgada cuadrada, por lo que la explosión del recipiente de presión constituye un riesgo para la aeronave en vuelo y para el personal en tierra. Examinense los acumuladores para ver si presentan indicios de ruptura explosiva (operación que debe hacerse con mucho cuidado).

Reguladores de presión y válvulas de seguridad.

Los reguladores y válvulas de seguridad deben examinarse para ver si están trabados en posición abierta o cerrada; además pueden probarse para determinar su ajuste. Como estas unidades pueden llevar incorporados resortes muy tensos, sólo deben ser desmontadas por personal competente utilizando para ello herramientas apropiadas, a fin de evitar daños corporales.

Múltiples y módulos de presión.

Estos centros de distribución deben examinarse para verificar las posiciones de cualquiera de las válvulas selectoras que pueda haber en ellos. Por lo general, los módulos de presión funcionan manualmente o por medio de un motor eléctrico. Las posiciones que presenten deben relacionarse con el funcionamiento normal o de emergencia. Los conectores y conductos eléctricos deben revisarse con respecto a la seguridad, instalación y fallas de origen eléctrico.

Válvulas selectoras y actuadores.

Las válvulas selectoras deben examinarse para verificar la posición e integridad de las articulaciones de mando. Algunas de estas válvulas se accionan directamente desde la cabina de pilotos por medio de cables. Como la fuerza de rotura de la aeronave puede tirar los cables y aún romperlos, las posiciones de esas válvulas son dudosas, por lo que hay que evaluarlas con cautela. Se debe medir la extensión de las varillas actuadoras y de los husillos y se deben marcar, para referencia futura, las posiciones de las articulaciones mecánicas tal cual se han encontrado. Estos datos pueden duplicarse en una aeronave

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

intacta del mismo tipo para determinar las posiciones equivalentes de los componentes.

Cuando el daño es tal que no es posible recurrir a mediciones y a otras técnicas, las posiciones de las válvulas y de los actuadores pueden determinarse por medio de "Rayos X". Se debe medir toda flexión de las varillas actuadoras y verificar si sus superficies presentan rasguños causados por contacto con el extremo del cilindro actuador en el momento en que se produjo la flexión.

Filtros e instalación de tuberías.

Los filtros deben examinarse para determinar la cantidad y clase de contaminación que pueda haber en ellos. El investigador debe fijarse, sobre todo, si hay material proveniente de obturadores y de juntas, así como partículas metálicas que puedan dar indicios de falla inminente u ocurrida en algún componente. Los tubos y juntas hidráulicos deben examinarse con respecto a la seguridad, indicios de fugas u otros detalles que puedan haber producido una falla antes del accidente. Verifíquese también si la instalación es defectuosa, los herrajes inapropiados y las tuberías de material inadecuado.

COMPONENTES HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Antes de probar los componentes hidráulicos, es necesario obtener muestras del fluido para analizarlas y determinar su contaminación, su contenido de ácido y agua y su tipo. Una vez que el componente esté instalado en el banco de pruebas y se hayan conectado las mangueras de presión, se purgará el aire de los conductos. El primer fluido que salga de los orificios de recuperación debe recogerse en un recipiente apropiado y examinarse para ver si contiene materias extrañas que pueda haber en la unidad. Es posible que se haya alojado en las válvulas o en los conductos un pedazo de material de obturación u otros desperdicios, que pueden desplazarse al hacerla purga. Averigüese la presión de trabajo del componente y asegúrese de que el equipo de prueba esté en condiciones de proporcionar una presión y un gasto (de circulación) adecuados.

La prueba de los componentes hidráulicos y neumáticos debe abarcar el funcionamiento de las válvulas de retención, de las válvulas de seguridad de las válvulas de cierre y los regímenes de fuga. Los vástagos de los pistones de los operadores deben inspeccionarse con respecto a la fuerza necesaria para vencer la inercia, de modo que comiencen a moverse. Véase si hay indicios de fugas internas excesivas o de derivaciones de flujo. Si las condiciones lo justifican, se deben desarmar los componentes y examinar sus interiores. Obsérvese especialmente el estado de los obturadores y de las válvulas (señales de recalentamiento, cavitación y piezas excesivamente gastadas). El procedimiento para probar el funcionamiento de la instalación completa será muy detallado y abarcará todas las tolerancias necesarias. Estos procedimientos deben seguirse minuciosamente.

Para probar componentes de la instalación neumática se necesitarán sistemas que proporcionen presiones y capacidades de conducción de aire muy grandes. Las especificaciones de estos componentes se encontrarán generalmente en los manuales de mantenimiento de las aeronaves, especificaciones que incluirán las presiones de trabajo y los volúmenes de paso de aire y también las tensiones necesarias que requieran las partes que funcionen eléctricamente. Las capacidades de las válvulas de control de flujo son sumamente importantes porque constituyen el corazón del sistema. Sin embargo, estas están protegidas por los sensores de temperatura y presión que reaccionan en condiciones normales y adversas. Estos últimos pueden constituir un factor fundamental cuando hay sospechas de

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

funcionamiento defectuoso, por lo que son tan importantes como los dispositivos de control de flujo.



ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 16.

INVESTIGACIONES DE CONTROLES DE VUELO GENERALIDADES.

Se deben examinar los componentes accionados hidráulicamente para ver si hay indicio de fugas y si las conexiones eléctricas están bien hechas; también se deben examinar los acoplamientos de las tuberías. Márquense, para referencia futura, las posiciones de las articulaciones mecánicas y de las varillas actuadoras tal como se han encontrado. Si los componentes y la superficie por ellos accionada están intactos y si se hallan disponibles las fuentes de energía eléctrica e hidráulica, es posible que se pueda probar el componente en el lugar del accidente. Esta sería la prueba de funcionamiento más válida, ya que se usaría la misma instalación de tuberías. Si esto no es posible, retírense las unidades de los restos de la aeronave para probarlas más tarde. Al hacerlo, téngase la precaución de tapar o cubrir todos los tubos flexibles y orificios cuando se abran las conexiones, a fin de evitar que entren agentes contaminadores en la unidad.

Husillo del estabilizador horizontal.

Se debe examinar el husillo hidráulico del estabilizador horizontal y comprobar si las tuberías, acoplamientos y articulaciones mecánicas están dañadas. Márquense las posiciones de las palancas, tambores de cables, etc., a fin de poder alinearlos de nuevo en caso de que resulten alterados manipulándolos. Mídase la posición de la tuerca del balancín del husillo para determinar la posición en que se encontraba el estabilizador.

Componentes diversos.

También deben examinarse los componentes accionados eléctricamente, tales como las aletas compensadoras, las válvulas actuadas por solenoides, las válvulas reguladoras y los circuitos de alarma. Algunas válvulas reaccionan automáticamente al funcionar mal o fallar alguna unidad de control de energía o algún dispositivo.

Estas válvulas deben recuperarse para anotar sus posiciones. Anótense, asimismo, el estado del sistema sensor artificial y del amortiguador de guiñada del timón.

Piloto automático.

Se deben registrar las posiciones de los mandos del piloto automático en la cabina de pilotos y también el estado de los servomotores y el enlace de éstos con la instalación de mando de vuelo. Trátese de determinar si el piloto automático estaba o no funcionando cuando ocurrió el accidente.

Componentes de mando de vuelo (pruebas de funcionamiento).

Los componentes hidromecánicos y eléctricomecánicos, tales como las unidades de control de energía, servos de mando y los husillos del estabilizador, pueden someterse a pruebas con juntas de funcionamiento. Se pueden idear pruebas especiales que proporcionen más información que las normales.

INVESTIGACIONES DE CONTROLES DE VUELO

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Probar la capacidad de funcionamiento del husillo con ciertas cargas de cola. Cuando el conjunto de éste se halla instalado en el bastidor de pruebas, se puede cargar estáticamente en tensión y compresión para simular la deflexión completa del timón de profundidad en ambas direcciones, a velocidades aerodinámicas hipotéticas. Entonces se pueden accionar los mandos hidráulicos eléctricos y mecánicos para determinar la capacidad del husillo en tales condiciones.

INSTALACIONES PARA DESCUBRIR Y DOMINAR LOS INCENDIOS.

Detectores de incendios.

Los detectores de incendios pueden ser del tipo de "cable sensible" o pueden consistir en detectores individuales conectados en serie. Los circuitos de alarma de incendio deben examinarse para ver si no tienen interrupciones, si están conectados a tierra y si hay corto circuitos y las cajas de los relevadores de los detectores para ver si funcionan.

Instalaciones de extinción de incendios.

Estas instalaciones utilizan bióxido de carbono o freón. Por lo general, se protegen los motores y los grupos auxiliares, pero muchas de las aeronaves más viejas también cuentan con protección para los compartimientos situados debajo del piso. Las aeronaves que utilizan calefactores de combustión para el acondicionamiento del aire y descongelamiento térmico también están protegidas contra los incendios causados por los calefactores; generalmente son del tipo de bióxido de carbono.

Los envases de los extintores de incendio deben recuperarse y examinarse para ver si están cargados. Si lo están, se deben tomar medidas para almacenarlos en algún lugar seguro a fin de prevenir daños corporales; de estar vacíos, se deben examinar las válvulas de salida para determinar si la descarga fue intencionada o no. En vista de que algunos se activan térmicamente, también se debe examinar el dispositivo disparador.

En el revestimiento del fuselaje de la aeronave, o en los polines de los motores cerca de la instalación extintora. Se hallan discos indicadores que proporcionan pruebas de si la descarga ha sido intencionada o térmica. Se debe verificar el estado de dichos discos.

Extintores portátiles.

Los extintores portátiles utilizan bióxido de carbono y también agua. Por lo que deben recuperarse y examinarse para determinar si fueron utilizados o no. En caso afirmativo, no se debe escatimar esfuerzos por averiguar si se utilizaron antes del accidente o durante las operaciones de salvamento.

INSTALACIÓN DE OXIGENO.

Cilindros de oxígeno.

Se deben contar los cilindros de oxígeno para la respiración de la tripulación y de los pasajeros para cerciorarse de que ninguno de ellos estalló antes del accidente. Esto se refiere tanto a los cilindros portátiles como a los de primeros auxilios. Todo cilindro cargado debe almacenarse en algún lugar seguro para prevenir daños corporales. Siempre que sea posible, hay que averiguar el contenido de los cilindros para saber si realmente contienen oxígeno y no alguna sustancia tóxica.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Tuberías y acoplamiento.

Deben examinarse todos los tubos para ver si hay señales de que alguno de ellos haya fallado por exceso de presión. Se deben inspeccionar las válvulas reguladoras para averiguar si no han sufrido erosión causada por el paso rápido del flujo a gran presión, lo cual podría ser indicio de que el oxígeno salía con demasiada rapidez debido a la falla de algún tubo o de alguna válvula. Se deben revisar las válvulas reguladoras de paso para ver si están cerradas, abiertas o semiabiertas.



ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 17

INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Y SISTEMAS DE OXIGENO GENERALIDADES

Es importante considerar los medios de que se disponía y los métodos empleados en las operaciones de evacuación, búsqueda, salvamento y extinción de incendios, así como el tiempo invertido en llegar al lugar del accidente y llevar a cabo las operaciones consiguientes. Según las circunstancias del accidente, es necesario estudiar las medidas tomadas para la evacuación de la aeronave y las utilizadas para la búsqueda de la misma y el salvamento de los sobrevivientes.

El estudio permitirá estimar los factores positivos y negativos que presentan las diversas operaciones antes mencionadas y formular recomendaciones para mejorar los procedimientos y medios empleados cuando ocurrió el accidente. A este respecto, el investigador debe percatarse de la necesidad de evaluar objetivamente todos los medios existentes de seguridad, de salvamento y de extinción de incendios y sus posibilidades a la luz del aumento del tamaño de las aeronaves, de las cantidades de combustible transportadas y del número de pasajeros transportados.

Esta parte del estudio debe llevarse a cabo con la colaboración directa de los investigadores a cargo de los grupos que estudian la estructura, los factores humanos, declaraciones de los testigos y operaciones.

Evacuación

Por mucho que se insista, siempre será poco subrayar la importancia que tiene el que la aeronave se preste estructuralmente a su evacuación rápida, que los procedimientos a seguir previos al accidente cuando sea previsible, sean apropiados y que, una vez ocurrido el accidente, sea posible proporcionar a sus pasajeros las posibilidades máximas de sobrevivencia y de evacuación segura.

El papel principal del investigador es averiguar qué medidas se tomaron y qué medios se emplearon y luego analizar muy críticamente ambos aspectos, correlacionándolos, cuando sea necesario, con el examen de las características de proyecto de la aeronave para los casos de evacuación.

MEDIDAS PREVIAS AL ACCIDENTE.

El investigador debe, siempre que sea posible, averiguar y anotar las medidas tomadas a bordo antes del accidente para explicar a los pasajeros la naturaleza de la emergencia, para instruirles en lo que debían hacer y para tenerlas máximas posibilidades de salir ilesos llegado el momento inevitable del accidente.

Las mejores fuentes de información son las declaraciones de los propios sobrevivientes y el registro magnetofónico de las instrucciones transmitidas por los altavoces de a bordo. En particular el investigador debe indagar los siguientes puntos:

- a) Instrucciones generales a los pasajeros: Las instrucciones generales, suministro de oxígeno, chalecos, salvavidas, etc. Si el tripulante o tripulantes dieron esas instrucciones, en que

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- momento; si eran o no inteligibles y podían oírlos todos los pasajeros.
- b) Medidas de precaución personales: Las instrucciones especiales dadas a los pasajeros acerca de la remoción de artículos peligrosos, tales como anteojos, corbatas, zapa tos, el ajuste de los cinturones de seguridad del asiento; el acolchonamiento de cada pasajero con almohadas, mantas, ropas; si se podía no entender claramente todas las instrucciones; medidas especiales tomadas por cada tripulante para protegerse contra lesiones personales al chocar.
 - c) Salidas de Emergencia: Las instrucciones especiales dadas a los pasajeros acerca de las salidas de emergencia, posible asignación de ciertas salidas a determinados grupos de pasajeros bien definidos, medidas tomadas para permitir el libre acceso a todas las salidas de emergencia y la colocación, cerca de ellos, de personal auxiliar de abordaje o de pasajeros especialmente instruidos sobre su funcionamiento.
 - d) Equipo de Emergencia: La naturaleza del equipo de emergencia disponible como extinguidores de incendio portátiles, hachas, palancas o barras de hierro, linternas eléctricas, botiquines de primeros auxilios, etc., medidas tomadas por la tripulación a efecto de poder disponer rápidamente de ese material en el momento del accidente.
 - e) Disposición de la carga de la Aeronave: Las medidas tomadas por la tripulación para aligerar la aeronave y para desplazar, en caso necesario, el centro de gravedad lo más cerca posible de la cola (vaciado rápido del combustible en vuelo, lanzamiento de material, cambio de distribución del contenido de a bordo en el compartimiento de pasajeros, repartición de los pasajeros en los asientos más apropiados, etc.).
 - f) Procedimientos de Emergencia: El entrenamiento recibido por la tripulación y especialmente por el personal de cabina, sobre el conocimiento y la aplicación correcta de estos procedimientos; idoneidad de los procedimientos previstos por el explotador y las medidas tomadas por la tripulación.
 - g) Ayuda de los Pasajeros: Enumerar toda ayuda solicitada de los pasajeros, ofrecida o proporcionada por éstos al hacer los arreglos necesarios para tomar las medidas oportunas previas al accidente (tareas asignadas a cada uno de ellos y la manera en que se llevaron a cabo), información sobre el estado de ánimo y comportamiento de los pasajeros antes del accidente.

En caso de Amarizaje, el investigador también debe examinar los siguientes puntos:

- h) Chalecos Salva vidas: Las instrucciones especiales dadas a los pasajeros acerca del emplazamiento de los chalecos salvavidas, de cómo deben ponerse y emplearse, medidas tomadas para que cada pasajero tuviera su chaleco salvavidas puesto y ajustado debidamente, y para tener chalecos salvavidas adicionales a disposición inmediata cerca de las salidas de emergencia.
- i) Balsas Salva vidas: Las medidas tomadas para tener las balsas salvavidas cerca de las salidas de emergencia para cuando fuese necesario (es ventajoso saber su lugar normal de almacenamiento y donde estaban al ocurrir el accidente, representados debidamente en un plano de la aeronave), las instrucciones especiales impartidas a los pasajeros respecto a qué balsa, cuándo y cómo debían subir a ella luego del amarizaje forzoso.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

MEDIDAS POSTERIORES AL ACCIDENTE.

El investigador debe, siempre que sea posible, determinar los siguientes puntos relativos a la evacuación de la aeronave después del accidente y considerar, cuando sea el caso, su relación con lo previsto en los reglamentos y su idoneidad a la luz de la experiencia:

- a) Salidas de Emergencia: El número, emplazamiento y tipo de las salidas de emergencia, si había rótulos cerca de cada una de ellas indicando claramente cómo se debían abrir, si se podían leer fácilmente (colocación y luz apropiadas), número y emplazamiento de las salidas utilizadas (si algunas no se utilizaron, las razones que hubo para ello), número de personas que utilizaron cada salida (es de gran ayuda contar con un plano de la aeronave indicando el emplazamiento de cada salida de emergencia, la ubicación de cada miembro de la tripulación y de cada pasajero antes del accidente y la salida u utilizada por cada persona, así como también de ser necesario fotografías de las salidas pertinentes).
- b) Equipo de Emergencia: El equipo de emergencia utilizado (extinguidores portátiles, hacha s, barras o palancas de hierro, sogas y deslizadores de escape, etc.), si llevaba instrucciones de utilizations apropiadas, la idoneidad y estado de funcionamiento del equipo, lista de todo equipo adicional que podría haber sido de utilidad.
- c) Lesiones Sufridas por las Personas: Las lesiones sufridas en el accidente (lista de las personas lesionadas y de las lesiones sufridas en reacción con el lugar donde estaban), lesiones sufridas durante la evacuación (lista de las personas lesionadas y de las lesiones sufridas en relación con las salidas y medios empleados). Debe hacerse referencia al plano mencionado en el inciso a) que precede.
- d) Ayuda Suministrada: La ayuda suministrada a los pasajeros por la tripulación, otros pasajeros y terceros (testigos del accidente, brigadas de salvamento, etc.)
- e) Tiempo de Evacuación: La hora en que comenzó la evacuación, tiempo necesario para completar la evacuación (si se considera pertinente, detallando las salidas utilizadas).
- f) Dificultades encontradas durante la Evacuación: Aparte de las dificultades mencionadas para enumerar cualquier otra dificultad encontrada durante la evacuación, tal como: idioma extranjero para orientar a los pasajeros, presencia de fuego o humo en el compartimiento de pasajeros, deficiencias o fallas de la instalación de iluminación de emergencia, posición anormal de la aeronave, distancia al suelo, evacuación de pasajeros de edad avanzada, inválidos o niños, así como de los pasajeros imposibilitados con anterioridad al accidente o lesionados en el mismo, pánico de los pasajeros, etc., e información de cómo esas dificultades prolongaron el tiempo de evacuación.

En caso de Amara je el investigador también debe indagar los siguientes puntos:

- a) Condiciones de Amara je: indicación de las condiciones del agua en el momento del amara je (agitación, temperatura, etc.) y las condiciones de visibilidad (luz solar, luz lunar, crepúsculo, oscuridad absoluta, etc.)
- b) Chalecos Salvavidas: El tipo y número de chalecos salvavidas disponibles en relación al número de ocupantes a bordo de la aeronave, número de pasajeros que inflaron su chaleco salvavidas antes y después de abandonar la aeronave, eficacia de los chalecos salvavidas en

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

las condiciones en que se hallaba el agua, dificultad de ubicar a los pasajeros en el agua por no tener o funcionar defectuosamente los dispositivos de iluminación (manual o automático) instalados en los chalecos salvavidas, cualquier otra deficiencia de los chalecos salvavidas utilizados.

- c) Balsas Salvavidas: El tipo utilizado o, su emplazamiento en la aeronave, capacidad total en relación con el número de ocupantes de la aeronave, dificultades (si las hubo) encontradas al botar, inflar, ubicar y montar en las balsas, número de ocupantes en cada balsa en relación con su capacidad normal, disponibilidad a bordo de las balsas salvavidas de instrucciones apropiadas de la utilización de éstas y de su equipo, deficiencias en las balsas salvavidas y su equipo (comodidad, iluminación manual o automática, bengalas, radio, etc.) o en su utilización.

BÚSQUEDA.

El investigador debe indagar cómo y cuándo se iniciaron las operaciones de búsqueda, qué dependencias u organismos participaron en ella, así como los medios empleados y los métodos adoptados, las condiciones ambientales en el momento de la búsqueda (condiciones meteorológicas, relieve, las condiciones del terreno o del agua) en el momento en que fue localizado el siniestro.

Debe determinar asimismo si las medidas de búsqueda adoptadas fueron adecuadas y correctas, si se siguieron los procedimientos pertinentes y si éstos eran o no adecuados y correctos.

SALVAMENTO.

El investigador debe indagar cómo y cuándo comenzaron las operaciones de salvamento, qué dependencias u organismos participaron en ellas, así como los medios empleados y los métodos utilizados, las condiciones ambientales en el momento del salvamento y las horas en que se iniciaron y terminaron. Es obvio que los diversos puntos que habrá que examinar diferirán según el emplazamiento del siniestro (en la vecindad del aeródromo de despegue o de aterrizaje; en ruta, en tierra o en el mar). A continuación el investigador encontrará una lista de los puntos principales que tendrá que examinar, de entre los cuales deberá elegir los aplicables al accidente que deba investigar:

- El momento en el cual las brigadas de salvamento fueron advertidas de la emergencia o del accidente y los medios utilizados para ello (campana de alarma, teléfono, radioteléfono).
- Las primeras instrucciones dadas a estas brigadas y cómo se impartieron.
- El número de vehículos, por tipo, (ambulancias, helicópteros, aerodeslizadores, botes) listos y en reserva, sus equipos (herramientas, extinguidores, oxígeno, camillas, medicamentos, etc.) y dotación.
- El emplazamiento de las brigadas de salvamento (listas y en reserva).
- La disponibilidad de tramos de fácil vulneración en las vallas y de caminos de acceso en el perímetro del aeródromo y también de caminos de acceso a lo largo de las trayectorias de despegue y de aproximación, condición de esos tramos y de los caminos de acceso, si se han utilizado.
- Las condiciones ambientales (condiciones meteorológicas, relieve del terreno, las condiciones del terreno o del agua).
- La disponibilidad de comunicaciones radiotelefónicas con los diversos vehículos, para dirigir y

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

coordinar sus actividades.

- La hora en que llegó la primera brigada de salvamento y las otras al lugar del accidente.
- Las dificultades encontradas para ubicar el lugar del accidente y los restos para llegar y penetrar en los restos, para recoger a los lesionados.
- Los primeros auxilios médicos prestados a los lesionados en el lugar del accidente; idoneidad de los medios y personal disponibles.
- Los arreglos de carácter temporal o permanente hechos para transportar a los lesionados a los hospitales más cercanos; idoneidad de esos arreglos, de los medios de transporte y de alojamiento y de los servicios médicos disponibles en los hospitales.
- La hora en que se completaron las operaciones de salvamento.

EXTINCIÓN DEL INCENDIO.

El investigador debe averiguar cómo y cuándo comenzó el incendio, la trayectoria de propagación y sus proporciones, y si es posible, los materiales combustibles y los elementos generadores de humo. En este contexto también debe considerar qué salidas fueron utilizadas. Debe averiguar cómo y cuándo comenzaron las operaciones de extinción, qué servicios participaron en ellas, examinando separadamente los servicios de extinción de incendios del aeródromo de los servicios externos, así como los medios y métodos utilizados, las condiciones ambientales del momento y las horas de iniciar y completar la extinción del incendio.

El investigador debe examinar los siguientes puntos prestando atención particular al elemento "tiempo", cuando el accidente ocurre en un aeródromo o en su vecindad inmediata.

- El momento en que los diversos servicios de extinción de incendios fueron advertidos de la emergencia o del accidente, según sea el caso y por qué medios (campana de alarma, teléfono, radioteléfono). Las primeras instrucciones dadas a esos servicios y cómo se impartieron.
- El número de vehículos, por tipo, (material rodado contra incendios, helicópteros, aerodeslizadores, botes, etc.) listos y en reserva, sus equipos (agentes extintores de incendios: clase, cantidad, velocidad de descarga: herramientas especiales, hachas, barras o palancas de hierro, herramientas motorizadas, etc.) y el personal disponible en cada vehículo y sus equipos (vestimenta y casco para extinción de incendios, abastecimiento de oxígeno, etc.)
- El emplazamiento de los diversos servicios de extinción de incendios (listos y en reserva), que participaron.
- La disponibilidad de tramos de fácil vulneración en las vallas y de caminos de acceso en el perímetro del aeródromo y también de caminos de acceso a lo largo de las trayectorias de despegue y de aproximación, condición de esos tramos y de los caminos de acceso, si se han utilizado.
- Las condiciones ambientales (condiciones meteorológicas, relieve del terreno, condiciones del terreno o del agua).
- La disponibilidad de comunicaciones radiotelefónicas con los diversos vehículos para dirigir y coordinar sus actividades y las comunicaciones grabadas en el caso de que se hayan registrado.
- La hora en que llegó al lugar del siniestro el primer vehículo de extinción de incendios y los otros vehículos.
- Las dificultades encontradas para ubicar el siniestro y llegar a los restos, incluyendo la falta de mapas o planos detallados del área para localizar y llegar al lugar; para poner en marcha el

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

equipo de extinción de incendios y dominar el incendio (falta de personal idóneo); la intensidad del incendio, fuerza y dirección del viento, temperatura, disponibilidad de abastecimiento de agua cerca del lugar del siniestro.

- La hora en que se dominó el incendio y cuándo quedó completamente apagado.
- Las precauciones tomadas; medidas tomadas para prevenir la extensión del incendio (zanjas, tala de árboles, etc.) y su posible renovación, evacuación de casas y edificios adyacentes, etc.

En el caso de una emergencia que requiera cubrir la pista con una capa de espuma, el investigador debe averiguar:

- La hora en que los servicios de extinción de incendios fueron advertidos de la emergencia y por qué medios.
- Las primeras instrucciones dadas a esos servicios y cómo se impartieron.
- El número de vehículos de extinción de incendios que participaron en el rociado de espuma, capacidad y velocidad de descarga de cada unidad.
- La disponibilidad de comunicaciones radiotelefónicas entre dichos vehículos y la Torre de Control de Tránsito Aéreo y las grabaciones de las comunicaciones si éstas se registraron.
- La hora en que se comenzó a cubrirla pista con espuma y aquella en la cual se terminó la operación.
- Las dimensiones de la capa de espuma (largo, ancho, espesor) y su ubicación en la pista (la distancia desde el umbral de la pista, su posición en relación con el eje longitudinal de la pista).
- Las dificultades encontradas durante el rociado de la espuma (falta de personal idóneo, de material, viento, etc.).
- Si las señales de principio y ancho de la capa de espuma eran apropiadas tomando en cuenta las condiciones de visibilidad.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 18

INVESTIGACIÓN DE FACTORES HUMANOS GENERALIDADES

Este capítulo pretende servir de orientación general para el investigador de accidentes de aviación, en cuanto atañe a la labor que los especializados en los aspectos médicos y patológicos y de ingeniería ergonómica en pocas palabras, los peritos en materia de los factores humanos puedan aportar a la investigación de los accidentes y a la naturaleza de los trabajos de su incumbencia. El manual médico de la OACI y otras obras técnicas proporcionan más detalles para los especialistas, los cuales, si bien su contenido es enteramente técnico, pueden ser de utilidad para los investigadores de accidentes interesados en ese campo particular de actividades.

El objeto primordial de la investigación de los factores humanos es reunir pruebas que justifiquen la causa, secuencia y efecto del accidente, mediante el estudio detenido de los miembros de la tripulación y de los pasajeros. A medida que se desarrolla la investigación, surgirán pruebas que permitirán identificar las víctimas, especialmente si para cada estudio se cuenta con la cooperación de los psicólogos, médicos, patólogos, policía, odontólogos, radiólogos, etc., en el Grupo Factores Humanos.

La identificación de las víctimas no debe considerarse, en si como el fin deseado. La identificación constituye una parte esencial de la investigación del accidente y es conveniente integrar la identificación de las víctimas con el examen de los cadáveres y la autopsia correspondiente. Por todo eso, este capítulo profundiza con cierto detalle el aspecto de la identificación de las víctimas.

En el pasado, no se atribuyó mucha importancia a la investigación de los factores humanos. Las pruebas o indicios provenientes del estudio de los seres humanos afectados en un accidente de aviación sean tripulantes, pasajeros, supervivientes o difuntos constituyen una parte integrante de la investigación en general. La finalidad de esta introducción es describir a grandes rasgos, la utilidad que tiene la investigación médica para los investigadores de accidentes de aviación y para las dependencias oficiales de aviación civil.

Se reconoce que los procedimientos a seguir y la competencia diferirán considerablemente según las leyes y reglamentos respectivos de cada país y que, en algunos países la investigación corresponde a las autoridades judiciales competentes, siempre que ocurran muertes repentinas. Esto no obstante, desde el punto de vista de la investigación de accidentes de aviación, el objeto de la investigación médica debe ser:

- a) Proporcionar información médica, técnicamente útil para que el investigador encargado pueda reconstruir el accidente.
- b) Proporcionar información médica, técnicamente útil relacionada con la ingeniería ergonómica, con los aspectos de la supervivencia, etc.
- c) Coordinar esa información con las autoridades civiles para poder realizar la identificación judicial de las víctimas, certificar las defunciones y desempeñar otras actividades conexas.

La experiencia ha demostrado con frecuencia que casi toda la investigación de los factores humanos se

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

ha hecho con la idea capital de identificar las víctimas, olvidando los detalles de orden técnico que podrían facilitar la misión del investigador encargado.

Por lo general, el investigador encargado designa como jefe del Grupo Factores Humanos a algún especialista en medicina aeronáutica, en la conducta humana o psicología aeronáutica, así como que cuente con capacitación en materia de investigación de accidentes de aviación. Si han ocurrido defunciones, es conveniente que designe a un patólogo, de preferencia competente en patología aeronáutica o, al menos, en patología forense, para que haga las autopsias de rigor en los casos de muerte.

En general, el accidente mortal es más difícil de investigar que aquél en el cual no ocurren muertes; en el caso de que en el lugar donde se investiga un accidente de proporciones catastróficas no haya ningún patólogo, el investigador encargado debe pedir al especialista o especialistas necesarios.

Según el tamaño de la aeronave o aeronaves que sufran un accidente, la información sobre los factores humanos diferirá, primordialmente en la magnitud más que en el fondo. En uno u otro caso, no podrá proporcionar la utilidad máxima deseada si las autoridades civiles de aeronáutica y otras jefaturas locales o nacionales no tienen organizados planes de antemano. Esos planes deben basarse en el mayor desastre imaginable. Un accidente de pequeñas proporciones significa simplemente la utilización de solo parte de los recursos disponibles.

Los puntos que interesa recordarse tratan más adelante en otras secciones, pero, de todos modos, pueden resumirse así:

- Grandes accidentes pero sin muertes: los planes deben proveer el equipo de salvamento, la disponibilidad de hospitales, la entrevista y examen de la tripulación para determinar los posibles factores médicos y psicólogos y de los tripulantes y pasajeros en relación con las heridas que hayan podido sufrir y sus causas, si han salido ilesos y las posibilidades de supervivencia.
- Grandes accidentes de proporciones catastróficas: El plan de socorro debe proveer la instrucción necesaria para representar en planta la posición de los cadáveres, su recuperación, algún local apropiado que sirva de cámara mortuoria e instalaciones de refrigeración para la conservación de los restos humanos y la designación de un equipo médico de investigadores, junto con una secretaria o comisión identificadora.

No cabe duda de que se trata de un programa de gran envergadura pero las ventajas que con toda probabilidad brindará la investigación de los factores humanos son, por lo menos, tan importantes como las ventajas que reportarán cualesquiera otros aspectos de las actividades de investigación de los accidentes de aviación.

UTILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS.

Reconstrucción de los Hechos.

Es posible que por los tripulantes y pasajeros se tengan indicios o pruebas de naturaleza médica relacionados con la reconstrucción de los hechos que rodearon el accidente. En general, los aspectos médicos relacionados con la reconstrucción de los hechos son corolario del accidente mortal.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

En los accidentes mortales ocurridos a aeronaves ligeras, es probable que el examen del piloto de la clave de lo sucedido. En estos casos, las investigaciones médicas deben encaminarse a la determinación o exclusión de enfermedades y de sus consecuencias posibles y concentrarse en aspectos tales como la determinación o exclusión del alcohol, drogas y sustancias tóxicas como causa del accidente. Aun cuando se trate de aeronaves ligeras, no hay que dar por descontado el examen de los pasajeros que viajaban a bordo.

Además el examen tóxico de los tejidos de los pasajeros quizás confirme lo descubierto en el cuerpo del piloto, por ejemplo niveles excesivos de monóxido de carbono.

La presencia de dos o más pilotos en la cabina de mando de las aeronaves grandes hace menos probable que ocurra un accidente de proporciones catastróficas debido a la incapacitación de un piloto por causa de enfermedad o uso de drogas. Si bien esto no es siempre lo que ocurre cuando el accidente se produjo en una fase crítica del vuelo accidentado, como al despegar o aterrizar, a veces los participantes del grupo de factores humanos consideran con frecuencia apropiado, cuando se trata de accidentes importantes, concentrarse a descubrir indicios de las condiciones que probablemente afectaron a toda la tripulación especialmente el monóxido de carbono u otras pérdidas de gases nocivos que podían haber contaminado la cabina de mandos. Tienen que descubrir pruebas que permitan descartar o confirmar si se ha cometido algún acto criminal, como sería la interferencia ilegal en el funcionamiento de la aeronave en cuestión. El examen completo de todos los tripulantes de vuelo puede proporcionar pruebas valiosas acerca de quién dirigía la aeronave al ocurrir el accidente; en este respecto, la identificación tiene importancia técnica directa para la investigación, aparte de la que pueda tener en el sentido judicial.

Cuando se trata de accidentes mortales de grandes proporciones, siempre existe la posibilidad de conseguir pruebas del personal auxiliar de a bordo y de los propios pasajeros; precisamente, de lo que se trata es de no dejar escapar ninguna oportunidad de encontrar información, evidencias o factores contribuyentes para el accidente. El examen total, particularmente cuando puede basarse en la experiencia adquirida previamente, puede revelar pruebas que justifiquen la secuencia de los hechos, la fase del vuelo y el grado de urgencia previsto; las características de las heridas pueden indicar, sin lugar a duda, la índole del accidente: incendio en vuelo, rotura de estructuras en vuelo, desaceleración repentina o gradual al chocar, etc. El examen de los pasajeros es acaso el sistema primordial que permite averiguar si el accidente se debió o no a algún acto de sabotaje.

INGENIERÍA ERGONOMICA Y SUPERVIVENCIA.

La investigación de los factores humanos puede proporcionar pruebas médicas de gran valor en relación con la ingeniería ergonómica y la supervivencia. Esas pruebas son pertinentes, por igual, tanto si ocurren muertes o no pero no hay que olvidar que el énfasis requerido diferirá según se trate de un accidente ocurrido a una aeronave grande o a una pequeña.

En el caso de una aeronave pequeña, el examen se concentrará, por lo general, en el piloto o pilotos. No obstante sea la aeronave grande o pequeña, hay que considerar factores tales como si el tipo de cinturón de seguridad utilizado era o no apropiado, la existencia o carencia a bordo de otros dispositivos de seguridad y el riesgo que presentan las protuberancias o salientes de los mandos, instrumentos y otras estructuras instaladas a bordo de la cabina de mandos.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

En el caso de accidente ocurrido a una aeronave de transporte, inevitablemente habrá que incluir a los pasajeros, y el grupo Factores Humanos tendrá que descubrir indicios y pruebas de las heridas producidas por los asientos con o sin cinturón apropiado y el efecto de los objetos lanzados violentamente que estaban a bordo de la cabina de pasajeros. Las pruebas médicas y patológicas también sirven para corroborar la idoneidad o falta de ella de los pasillos, salidas y del equipo de supervivencia.

IDENTIFICACIÓN.

Es obvio que la interpretación apropiada de los hechos atribuibles a los factores humanos depende de la identificación precisa de las víctimas y de la tripulación. Por eso, la identificación constituye una actividad prominente de la investigación, pero también tiene gran importancia de tipo médico, forense y judicial. El jefe del Grupo Factores Humanos debe estar alerta para recoger toda prueba que los miembros de dicho grupo decidan que hay que utilizar con fines médico forenses. Por eso, el citado grupo tiene que coordinar sus actividades con las autoridades locales o nacionales, particularmente en cuanto al aspecto de identificación. Esa necesidad hay que reconocerla en la fase previa de planificación de actividades y no puede pasarse por alto a medida que se desarrolla la investigación.

INFORMACIÓN PRELIMINAR.

Idealmente, el médico o el patólogo designado tendrá que conocer los "antecedentes del caso" antes de iniciar su labor: debe familiarizarse con los detalles y circunstancias del accidente, con los detalles del historial médico y personal de cada tripulante, familiarizarse personalmente con la disposición interna de la cabina de mandos y de la de pasajeros del tipo de aeronave de que se trata y hacer un examen metódico y completo del lugar del siniestro; debe hacer todo esto antes de comenzar el examen de los cadáveres. Esta situación ideal raramente se presenta, por resultar casi imposible. Las demandas insistentes a que dan lugar la mayoría de accidentes mortales de aviación son tales que el examen y entierro de los cadáveres deben hacerse sin dilatación, en el caso de que sea necesaria alguna demora, esta no debe exceder del tiempo absolutamente indispensable. Se presentan circunstancias en las cuales hay que obrar con celeridad; un caso extremo sería si el accidente ocurriese en un clima tropical y si en la localidad no hubiera instalaciones de refrigeración.

Se ha visto que, en la práctica lo habitual es contar con un médico encargado dentro del grupo de Factores Humanos y junto con los demás investigadores del grupo revisarán toda la información preliminar relativa a las características más sobresalientes del accidente y se expondrán las ideas preliminares respecto a la índole del accidente. La información preliminar no tiene que ser copiosa ni detallada, sino suficiente para que se pueda contar de antemano con ciertos datos que le permitan concentrar su atención para averiguar, mientras haga su examen normal completo, indicios y pruebas contundentes o contradictorias respecto a cualquier otra prueba de que ya el investigador encargado esté al corriente. Durante el proceso de investigación, a intervalos, el patólogo y el jefe del grupo Factores Humanos, o el Investigador Encargado, de ser el caso, deben cambiar impresiones. De esta forma, se pueden comunicar las averiguaciones que podrían servir de indicio a los miembros de otros grupos. Este es precisamente el principio rector del "sistema de grupos", según el axial es esencial que el equipo dedicado a estudiar los factores humanos desempeñe por entero su propio cometido.

ACTIVIDADES EN EL LUGAR DEL SINIESTRO.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Dependiendo del tipo de especialistas que conforme el grupo de Factores Humanos, son las actividades que han de desarrollarse, además de la interrelación tan estrecha que debe haber entre los demás grupos de especialistas.

Por una parte, es necesario que se mantenga al tanto de la labor que realizan los diferentes grupos de rescate, los servicios médicos de urgencia, el levantamiento de víctimas y sobrevivientes, la obtención de información de testigos, familiares, etc. Así mismo, es necesario coordinar las actividades con el grupo encargado de los registradores de vuelo para la lectura de éstos, indagar respecto al historial médico y de capacitación de la tripulación de vuelo.

Instalaciones, servicios y equipo.

El equipo que se necesita para localizar y recoger los cadáveres depende de la naturaleza del accidente. Gran parte del equipo tiene que conseguirse localmente y la utilidad de la planificación previa, dependerá de la rapidez con que pueda conseguirse. La mayoría de los accidentes ocurren en un radio de seis kilómetros de un aeropuerto, por lo que en esa zona es donde adquieren importancia particular los planes de socorro combinados de las autoridades aeronáuticas, cruz roja, socorro alpino, etc. Hay que prever existencias de ciertos artículos y evaluar la disponibilidad de determinados equipos, que conviene actualizar constantemente.

Para aquellos accidentes en los cuales la aeronave choca contra edificios (casas, fábricas, etc.) frecuentemente se necesita contar con equipo pesado (grúas, palas mecánicas, etc.), para poder despejar los escombros y hallar a las víctimas. Si la aeronave cae en territorio inhabitado, como en las zonas montañosas, desiertos o en zonas pantanosas, quizás sea menester equipo especial; cuando las víctimas salen lanzadas al agua, probablemente se requerirán lanchas y equipo submarino.

Los artículos que se enumeran a continuación se recomiendan más concretamente para recuperar las víctimas, examinarlas e identificarlas, por lo que hay que contar con ellos en cantidades que guarden proporción con el número de víctimas:

- Botiquines de primeros auxilios, mantas y medios de transportes para los supervivientes.
- Sacos de material plástico o de lona, ataúdes para transportar los cadáveres.
- Bolsas o alguna clase de recipientes resistentes de papel o de material plástico, para guardar los efectos personales, uno por sobreviviente o cadáver.
- Estacas o varillas con argolla.
- Etiquetas para marcar los cadáveres, los sacos, los restos humanos que pudieran encontrarse posteriormente, las piezas del equipo recuperadas y las estacas fijas en tierra.
- Cuerdas y cordeles de diversos tamaños.
- Cinta adhesiva.
- Tinta indeleble, lápices de cera (azul, rojo o colores fácilmente identificables).
- Guantes de látex, goma, indumentaria de protección biológica (delantales, botas de goma, overoles, etc.), según se requiera.
- Equipo fotográfico, incluyendo bombillas o dispositivos similares, para uso del grupo Factores Humanos.
- Lente de aumento o microscopio, portaobjetos, jeringas y agujas; cinta métrica, cera dental, reactiva, soluciones antisépticas, etc.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

- Recipientes apropiados (sacos de material plástico con tapa) para la toma de muestras de sangre, tejido humano, muestras diminutas que habrá que analizar en laboratorio y materiales preservativos apropiados.

Algunos de los artículos enumerados, como los dos últimos, normalmente solo se requerirán en el centro especializado a donde se transportarán las víctimas para proceder a su examen detallado y del cual se habla más adelante.

PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA FASE DE RECUPERACIÓN.

En caso de accidente de aviación, lo primero que hay que hacer es socorrer inmediatamente a los heridos por cuantos medios haya al alcance. En el caso de que no sea posible salvar vidas en determinado accidente, lo que hay que pensar es en salvar vidas en accidentes futuros, tratando de evitar que éstos ocurran. Este es el objetivo principal en la investigación de accidentes y la base de la necesidad de integrar íntimamente la coordinación de actividades entre las autoridades locales o nacionales, el investigador encargado y sus investigadores.

Debido a las necesidades peculiares de cada investigación, son las actividades que se desarrollarán, sin embargo se mencionan algunos puntos generales que no deben olvidarse:

- Los cadáveres se deben etiquetar y fotografiar, preferentemente sin desplazarlos, es decir, mantenerlos en el lugar donde se hallaron. Las fotografías tienen por objeto recoger pictóricamente las circunstancias y emplazamiento de las víctimas en el lugar del siniestro, la posición relativa de los cadáveres en relación con los objetos adyacentes, incluso con otros cadáveres y con los restos más importantes de la aeronave. (Estas fotografías no se sacan con la idea primordial de identificar a las víctimas). Además de sacar fotografías, hay que indicar en un plano, en planta, las posiciones relativas entre cadáveres y entre éstos y las piezas de la aeronave y si el terreno es apropiado para ello, marcar las posiciones con estacas. De ser necesario, la policía puede iniciar esas medidas con tal de que se respete estrictamente la preservación y notación de todos los indicios de importancia que puedan repercutir en los aspectos médicos y técnicos de la en cuenta sobre el accidente.
- De ser factible, todo esto debe hacerse en colaboración con el investigador en cargado y su equipo de investigadores, en particular con el patólogo que haya sido designado para realizar la investigación médica o patológica, a menos que su llegada tenga que demorarse demasiado.
- Los cadáveres se deben meter en los recipientes, cajas ó ataúdes provisionales que haya al alcance. Muchas clases de sacos de material plástico o de lona, o de sacos para enterrar, existentes, son apropiados, siempre que no haya la posibilidad de que ocurran pérdidas del contenido durante su desplazamiento, es decir, que sean resistentes. Las piezas de material plástico tienen la desventaja de que hay que doblarlas y cerrarlas con cuidado, si se desea evitar pérdidas en tránsito; de todos modos, si los fardos se empaquetan con atención y esmero no representan ninguna dificultad. Deben ponerse etiquetas en los objetos sueltos y en los restos separados de los cadáveres. Hay que hacer una lista de las etiquetas y anotar su posición respecto a los cadáveres numerados y anotados.
- El examen de los cadáveres debe hacerse en el lugar del siniestro, únicamente respecto a los aspectos externos de identificación, fotografía y en su caso colocación en sacos plásticos, ya que los cadáveres no se deben levantar sino hasta haber completado todos los procedimientos

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

recomendados. Cada cadáver, las prendas de vestir que lleve encima y todos los efectos personales que haya en él deben meterse en algún recipiente por separado, identificarse por medio de letras y/o números para luego trasladarse al lugar designado para el depósito de cadáveres.

- La etiqueta puesta al cadáver debe marcarse con tinta o lápiz indeleble y fijarse al propio cuerpo, y no en la camilla o en la manta en la que se hayan envuelto los restos. No obstante, es conveniente poner otra etiqueta, con el mismo número en el recipiente dentro del cual se coloque el cadáver para transportarlo. Hay algunos sacos para cadáveres que llevan un bolsillo externo para meter esa etiqueta.
- Como se mencionó, es preferible que los efectos personales no se separen de los cadáveres en el lugar del siniestro. Si por algún motivo, los efectos personales se separan de un cadáver colocado en algún recipiente, nunca deben meterse en éste si no ponerse en otro recipiente y etiquetarse de modo que quede perfectamente claro que probablemente o casi con toda certeza (si es realmente la verdad) pertenecen a determinado cadáver debidamente enumerado. El personal abocado a la búsqueda debe ejercitar la máxima cautela al recuperar los cadáveres y reunir todos los efectos personales o artículos de propiedad que puedan haber pertenecido al finado, guardándolos junto a los restos a los cuales, sin duda alguna, pertenecen, mientras se sacan del depósito de cadáveres; pero en bultos separados y artículos debidamente etiquetados, cuando su propiedad esté en duda. La asignación incorrecta de algún objeto puede ocasionar trabajo considerable al equipo identificador y puede llevar a error en la identificación. La localización de todos los efectos desparramados, indicada claramente en relación con los restos cerca de los cuales fueron hallados debe anotarse en la etiqueta fijada en cada artículo.
- No hay que dispersar los cadáveres de las víctimas sino trasladarlos juntos, por los medios más rápidos disponibles, a determinado centro o a falta de éste, al lugar más apropiado donde puedan preservarse. Allí podrán permanecer, en refrigeradores si es necesario y los hay, para realizar el examen minucioso y especial que será necesario para completar los trámites de identificación y al propio tiempo descubrir indicios apropiados a la investigación del accidente.

El éxito de la investigación médico patológica en general, y la identificación de las víctimas en particular depende más de la escrupulosidad con que las brigadas de salvamento desempeñan su cometido que de las actividades desarrolladas por otros, ya que sus trabajos preliminares en el lugar del siniestro pueden facilitar o comprometer la continuación de otros aspectos de la investigación.

Esas brigadas deben recibir instrucciones detalladas sobre su misión y la importancia de ésta, pero se recomienda con insistencia que los trabajos realizados en el lugar del siniestro los supervisen el investigador encargado y su equipo de investigadores en particular el patólogo designado o en su ausencia, un patólogo de competencia reconocida o algún agente de la policía, o ambos a la vez.

En el caso de que la recolección y traslado de los restos mortales al depósito de cadáveres haya precedido a la llegada del investigador encargado, no se habrá causado perjuicio alguno si las actividades descritas en el párrafo anterior se han desplegado tal cual allí se recomienda. Sin embargo, es tan importante preservar los indicios o pruebas para la investigación (tanto la técnica como la judicial) que, una vez los restos mortales estén debidamente bajo custodia, todo examen minucioso debe aguardar la

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

llegada del especialista a cargo.

El investigador encargado no tiene que dudar en ejercer su influencia ante las autoridades locales para persuadirlas de la importancia que revisten estos particulares, especialmente si el enlace necesario para hacer la planificación anticipada de las actividades respectivas, en caso de accidente, ha dado lugar aun acuerdo de carácter permanente.

ACTIVIDADES EN EL DEPÓSITO DE CADÁVERES.

Instalaciones y equipo.

Es posible que, en los alrededores de muchos aeropuertos exista algún depósito de cadáveres que tenga las instalaciones y equipo necesario, o que haya algún instituto médico forense. De no ser así, conviene inspeccionar algunos locales, tales como los sótanos de los edificios del aeropuerto, que quizás puedan utilizarse como depósito de cadáveres en caso de accidente, instalando en él el equipo necesario para que esté disponible cuando sea menester. Las autoridades locales que estén alejadas de algún aeropuerto, pero que hagan planes para el caso de que ocurra alguna catástrofe, pueden indagar la posibilidad de utilizar edificios que cuenten con salas de actos, gimnasios o almacenes comerciales grandes, los cuales, de no estar desocupados, puedan quedar libres en muy breve plazo. Quizás las condiciones primordiales para su utilización son: local amplio, sitio en un lugar retirado de la vista del público, que tenga luz eléctrica y agua corriente, por ese orden de prelación.

Además del espacio libre que se requiere para examinar los cadáveres, conviene contar con locales aparte donde, de ser necesario, los familiares de las víctimas y otras personas autorizadas puedan inspeccionar los restos. Se necesita también algún local, de preferencia cercano, para entrevistar a los familiares y testigos y para llevar a cabo los trabajos de oficina; es asimismo importante, contar con algún local que sirva de centro de comunicaciones y que esté a poca distancia del depósito de cadáveres.

Según las condiciones climatológicas, habrá que pensar en la disponibilidad de instalaciones de refrigeración. Excepto en los climas más fríos, entretanto no se haya completado el examen de los cadáveres, habrá que contar con instalaciones de almacenamiento refrigeradas, particularmente si hay muchos cadáveres y si su examen requerirá bastante tiempo. Solo en casos excepcionales habrá suficiente espacio refrigerado permanentemente para depositar los cadáveres, cerca del lugar del siniestro. Cuando no lo hay, lo mejor es arrendar camiones refrigerados, los cuales pueden estacionarse en el recinto del depósito de cadáveres principal. Si no hay camiones refrigerados, habrá que utilizar bloques de hielo; sin embargo, este sistema es relativamente ineficaz para mantener los cadáveres a una temperatura baja y por lo general, es difícil conseguir suficientes cantidades de hielo. A veces es posible conseguir locales con grandes refrigeradores en alguna fábrica o edificio comercial a una distancia razonable del depósito de cadáveres principal; en este caso, quizás sea posible utilizarlos para almacenamiento temporal.

Si en climas tropicales no se puede disponer de ningún local para preservar a los cadáveres, acaso sea necesario enterrar a las víctimas entretanto se organiza su transporte a algún lugar apropiado para hacer allí la investigación minuciosa. En estas circunstancias es esencial que todo dato que pueda averiguarse en el lugar del siniestro y de los restos, que pueda facilitar la identificación o la explicación del accidente, se consiga inmediatamente y se anote con esmero. En los lugares remotos, carentes de locales apropiados, quizás sea posible, previa consulta y coordinación con las autoridades locales o nacionales competentes, devolver los restos de todas las víctimas al punto desde el cual se inició el vuelo en cuestión

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

(o a otro lugar que mutuamente se considere conveniente) para proceder a su examen, identificación y entierro. No hay que olvidar que el transporte de cadáveres debe hacerse en determinadas condiciones y con arreglo de la ley. Cuando se trata de accidentes de aviación, los Estados contratantes deben prestar su cooperación según queda previsto en el párrafo 2. 2 del Anexo No. 12 de la OACI.

El especialista encargado del grupo Factores Humanos tiene que averiguar hasta qué punto se requerirá la colaboración de algún instituto médico forense o patológico para hacer los análisis especiales médicos, biológicos o químicos relacionados con la identificación o con otros aspectos de la investigación y reunir las muestras que haya que analizar. Sobre este particular, también se recalca, una vez más, la importancia que reviste la coordinación con las autoridades locales, según sea el caso.

Un instituto médico o una funeraria quizá pueda proporcionar lo necesario para embalsamar a las víctimas. Algunas empresas de transporte aéreo tienen contrato con alguna funeraria y organizan la repatriación y entierro, según las circunstancias. Se sugiere que las autoridades aeronáuticas y locales averigüen dónde se hallan los institutos y las empresas de transporte aéreo más próximos que pueden proporcionar los servicios pertinentes, así como también qué grado de ayuda podrían prestar en caso de necesidad.

IDENTIFICACIÓN DE LOS CADÁVERES.

Principios.

Por motivos sociológicos y legales, la identificación de los cadáveres tiene gran importancia para los familiares de las víctimas. Permite extender el correspondiente certificado de defunción, necesario para evitar graves consecuencias y complicaciones en ciertos países, para el allegado más próximo del desaparecido o desaparecida. En algunos países, es usual hacer entrega de los cadáveres para practicar el examen patológico, por razón de la investigación de un accidente, únicamente después de haberse terminado, por parte de las autoridades judiciales, la identificación del cadáver, ya que frecuentemente los países consideran la identificación de las víctimas de una catástrofe de grandes proporciones como algo enteramente aparte de la investigación técnica que independientemente pueda realizarse de la misma catástrofe. Quizás ese proceder sea apropiado a ciertos tipos de accidentes o de desastres naturales, pero tratándose de la investigación de algún accidente de aviación, es sumamente conveniente que las actividades de identificación de las víctimas se coordinen íntimamente con el examen patológico de éstas, ya que esto se considera indispensable para poder interpretar los aspectos patológicos y técnicos descubiertos, en relación con el accidente.

Para la investigación técnica es siempre importante el identificar y determinar en qué puntos de la aeronave se hallaba cada tripulante al ocurrir el siniestro y si se hallaba cualquier otra persona ajena en algún punto desde el cual se podía haber alterado la buena marcha del vuelo; en ese caso, conviene saber quién estaba allí. De todos modos, tratándose del cadáver, de un tripulante o de un pasajero, no es siempre posible discernir entre los indicios o pruebas de carácter médico, a los efectos de la identificación judicial, de los que se descubren para ser objeto de estudio por el grupo Factores Humanos. Con frecuencia, los cadáveres se hallan tan deformados, desmembrados, incinerados, etc., como resultado de las fuerzas y llamas concomitantes con el accidente, que sólo el examen de especialistas (patólogos, dentistas, radiólogos y otros) permite lograr su identificación. Si las actividades de las autoridades locales o nacionales no se coordinan debidamente con las del grupo Factores Humanos, los resultados son inconclusos por dos razones: es posible que los indicios esenciales para la investigación del

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

accidente se destruyan o eliminen sin querer; y el tratar de conseguir ayuda del grupo Factores Humanos, únicamente cuando se presentan dificultades, con frecuencia complica los trabajos.

A pesar de que los procedimientos empleados difieran, según las leyes, costumbres, reglamentos y prácticas locales o nacionales cuando esas costumbres locales discrepan considerablemente, habrá que hacer lo conducente para convencer a las autoridades locales o nacionales según sea el caso para que notifiquen, en cuanto les sea posible, las prácticas por ellos seguidas en los casos de accidentes de aviación, con el objeto de fomentar la seguridad aérea en el plano internacional.

Se recomienda vehementemente que, en todos los casos, las autoridades locales o nacionales, según sea el caso, traten de conseguir la cooperación del patólogo de signado por el investigador encargado para integrar el grupo Factores Humanos. Si ese patólogo se ha especializado en patología aeronáutica, es decir, en la investigación de accidentes mortales de aviación, sin duda será también experto en materia de identificación de las víctimas. Si por algún motivo, no es posible contar con alguna persona que reúna esas condiciones, se puede solicitar la asistencia de algún patólogo forense. Si bien, en este caso, quizás no tenga la experiencia suficiente en accidentes de esa índole, podrá contar con los conocimientos aeronáuticos de los otros miembros integrantes del grupo Factores Humanos, aparte de los que él personalmente tenga, por sus estudios y formación profesional, en materia de identificación y examen de quienes hayan perecido por muerte violenta o por causas no naturales, con el propósito de aportar sus conocimientos y experiencia profesional para descubrir las circunstancias que llevaron a la muerte de las víctimas.

Una sección de identificación, como la que tiene la policía, acaso pueda colaborar en la identificación de las víctimas, pero no será competente para profundizar amplia y detalladamente la averiguación de los indicios y pruebas médicas relacionados con la investigación técnica del accidente, aspecto importantísimo a todas luces.

Existe la posibilidad de nombrar una comisión identificadora, que quizás resulte eficaz, como se hace en algunos países, integrada por el patólogo, un policía o un empleado de lo judicial que sepa identificar y otros especialistas (odontólogos, antropólogos, radiólogos, etc.) según lo permitan o requieran las circunstancias. De ser posible, el patólogo debe presidir la comisión, ya que, de no ser así, se corre el peligro de que los dos aspectos de la investigación médico patológica siga caminos diversos y de que la identificación se realice únicamente como meta exclusiva, excluyendo los aspectos de la investigación del accidente.

Posiblemente, quien presida la comisión tenga que decidir, con la asistencia de los otros miembros, cuando se considera conclusiva o definitiva la identificación, o quizás tenga que asesorar a las autoridades judiciales de los indicios descubiertos al efecto de que la persona autorizada pueda extender los correspondientes certificados de identificación.

PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACION.

Es sumamente recomendable el procedimiento mediante el cual un equipo, dirigido por patólogos (incluyendo el designado o los designados, integrantes del grupo Factores Humanos) y policías u otros funcionarios de lo judicial, ayudados por oficinistas, hace un solo examen mixto, cabal y completo de cada cadáver, uno tras otro. En los párrafos que siguen se describen las varias fases de esta labor. En el

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

manual médico de la OACI se facilitan más detalles.

Tanto las autoridades judiciales como el patólogo están interesados en la indumentaria de los cadáveres y en su contenido. Los indicios que en ella aparezcan pueden conducir a la identificación (marcas de tintorería o lavandería, determinado estilo, etc.); detalles que pueden tener importancia decisiva respecto al accidente (medicinas o alguna receta de un facultativo halladas en los bolsillos de algún tripulante, o una carta en los de algún pasajero, que pongan de manifiesto algún síntoma de disturbio mental y aún la idea de cometer suicidio).

Las manchas de vómito o de alimentos pueden ser indicios del grado de urgencia; las lágrimas depositadas sobre los vestidos y trajes pueden indicar la causa de la defunción y es esencial que esas lágrimas y sustancias no confundan al investigador. Una vez que las prendas de vestir y las joyas se han sacado, descrito y catalogado adecuadamente con respecto al cadáver en cuestión, las autoridades judiciales y el patólogo pueden proceder a la inspección externa del cadáver. Estos particulares también pueden permitir la identificación del finado (cicatrices de alguna intervención quirúrgica, tatuajes, etc.) o dar alguna pista respecto al accidente en sí (por ejemplo, heridas de metralla de algún artefacto explosivo). Si en esa fase existe la posibilidad de sacar radiografías conviene sacarlas; en cuanto al número de éstas y a las partes del cuerpo que haya que radiografiar dependerá de si es o no necesario investigar la posibilidad de sabotaje respecto al accidente en cuestión y también de la necesidad de ampliar la identificación con series de radiografías, en el caso de que haya insuficiencia de otros indicios.

Terminada esta primera fase, el patólogo tiene que proceder al examen interno total y reunir muestras de los tejidos humanos, con el objeto de analizar los en el laboratorio especializado. El análisis puede ser: histológico, para descubrir enfermedades debidas a cuerpos microscópicos o los indicios que permitan determinar la hora de defunción, toxicológico, para descubrir si hay trazas de alcohol, de drogas o de otras sustancias nocivas, como de monóxido de carbono y de ser factible, serológico, para determinar los grupos sanguíneos, que puedan aportar datos para la identificación.

Es muy conveniente registrar con fotografías los cuerpos, vestidos y desnudos, así como también toda anomalía importante observada al hacer la inspección interna y externa de los cadáveres. El número asignado a un cadáver debe aparecer asimismo, bien claramente, en cada fotografía que de él se saque.

Una vez que las autoridades judiciales y el patólogo o patólogos, hayan realizado el examen cabal y completo de las víctimas, anotando todos los pormenores descubiertos, etiquetados y preservados debidamente todos los indicios y pruebas para estudio ulterior y para hacer en el laboratorio los ensayos y análisis necesarios, los cadáveres pueden colocarse en ataúdes y si es menester, embalsamarse. Es no obstante, aconsejable no enterrar ni incinerar ningún cadáver hasta haber completado el proceso patológico de la identificación o investigación en relación con el accidente considerando como un todo y en vista de la posible necesidad de que haya que examinar de nuevo los cadáveres, conviene dejar los ataúdes en forma tal que se puedan abrir más tarde, si se juzga oportuno.

Cuando se trata de accidentes de grandes proporciones, en los que ocurren muchas muertes, las investigaciones requerirán, con toda probabilidad, bastante tiempo. En estas circunstancias, es indispensable regular los trabajos que hay que realizar en el depósito de cadáveres; hay que reducir al

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

mínimo indispensable la fatiga pero, al mismo tiempo, es preciso que los observadores principales sigan sin sustitutos hasta el fin de los trabajos. Por eso, generalmente es posible que el patólogo y las autoridades judiciales puedan dedicarse, hasta cierto punto, a la labor escrita que representa la identificación, una vez terminadas las autopsias realizadas durante la jornada. Básicamente, la identificación depende de la correlación que se haga de los datos acerca de una persona conocida con los indicios y pruebas descubiertos al examinar un cadáver; por lo tanto, es necesario designar algún grupo de personas que se ocupe de reunir información acerca de las personas que se hallaban a bordo de la aeronave.

REUNION DE INFORMACIÓN ACERCA DE LOS PRESUNTOS MUERTOS.

La identificación de la mayoría de los cadáveres hallados a raíz de un accidente de aviación depende a menudo de los datos que se sabe de quienes iban a bordo. Algunos datos los tiene la empresa de transporte aéreo que explota la aeronave accidentada, la cual debe estar en condiciones de facilitar, sin demasiada demora, la lista de pasajeros, junto con detalles complementarios, si los tiene, tales como la clase en que viajaban, los asientos que les habían asignado, el punto de origen y de destino, la dirección comercial o el domicilio, el número de billete y el equipaje de cada pasajero.

Usualmente, los familiares y amigos de los fallecidos pueden facilitar la información más útil. Por eso, al ocurrir un accidente de aviación conviene organizar, sin retraso, un servicio de información interno. Para ello, las empresas de transporte podrían preveer, en sus planes para los casos de accidente, la organización de un servicio de esa índole tan pronto como se reciba la notificación de que una de sus aeronaves ha sufrido un accidente. Por lo menos en un país, las empresas delegan esa misión a alguna funeraria, contratada primordialmente para organizar y llevar a cabo el sepelio, incineración, etc., que se requiera en cada caso. Cuando la empresa de transporte aéreo no contrata ese servicio, hay que hacer los arreglos pertinentes a través de la policía, de los servicios de urgencias médicas o de algún organismo de naturaleza análoga; al hacer planes anticipados para el caso de accidente es de todo punto necesario pensar en esa posibilidad. En todo caso, quienes se ocupan en esa misión deben demostrar sumo tacto y comprensión al tratar con los familiares de las víctimas.

Sea quien sea el que se ocupe de ese cometido, es del todo indispensable que, a base de la lista de pasajeros y de las direcciones postales facilitadas por la empresa de transporte aéreo, establezca contacto, por los medios más rápidos disponibles, con los familiares o amigos de las víctimas; usualmente, esto puede hacerse por teléfono. Estableciendo el contacto con familiares, conviene conseguir detalles completos acerca de los pormenores o rasgos físicos del pasajero o tripulante víctima de que se trate, su edad, prendas de vestir y efectos personales que llevaba consigo. Los nombres de su médico y de su dentista deben anotarse, si se conocen. Conviene ponerse en contacto con ambos para conseguir más detalles sobre las facciones, rasgos característicos, etc. de la víctima, con referencia particular a la operación u operaciones quirúrgicas que haya podido sufrir, dolencias que le afectaban, grupo sanguíneo, etc.; y posiblemente lo más importante es saber los detalles completos del estado de sus dientes.

Hay que pedir al dentista que complemente toda la información que pueda facilitar por teléfono, enviando las fichas y las radiografías que tenga en su archivo al centro encargado de reunir la información, para que éste pueda, a su vez, transmitirla inmediatamente a quienes estén inspeccionando los cadáveres que se hallen en el depósito mortuario temporal designado. Algunas veces, una buena fotografía de la víctima puede ser muy útil y según el país de donde proceda la víctima, los archivos del

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

registro civil (o de alguna dependencia oficial ministerio, policía, etc.) pueden proporcionar las huellas digitales y otros datos personales.

Hay una variedad infinita de datos sobre las personas que pueden proporcionar una pista para determinar la identidad de los cadáveres. La clase de información expuesta anteriormente es suficiente para identificar a las víctimas en la mayoría de los casos. Si algún cadáver no puede identificarse, será preciso conseguir más detalles de los familiares y amistades apropiados. Estos pueden consistir en información complementaria sobre puntos específicos que haya revelado la inspección de la víctima que aún no se haya podido identificar; o quizás sea necesario pedir a los familiares que traten de reconocer fragmentos del vestuario o varios efectos personales. Nunca hay que olvidar que el reconocimiento visual, ya sea de un cadáver muy desfigurado por las lesiones recibidas o por estar incinerado, o si se trata de un trozo de las ropas o de cualquier otro artículo, puede ser erróneo.

Muchas veces, los familiares aturdidos por la grave pérdida, han hecho identificaciones visuales incorrectas, tanto en sentido negativo como positivo. Cuando se trata de un cadáver muy mutilado, la identificación visual sólo sirve de indicio para tratar de llegar a la identificación, por lo que habrá que buscar otros detalles que puedan corroborarlo. Siempre que haya que mostrar restos humanos a los presuntos familiares, hay que hacerlo con la máxima reserva, actuando con la debida deferencia tanto respecto a la víctima como respecto a los propios familiares y teniendo bien presente de ser posible la religión del finado y las honras fúnebres prescritas por su voluntad.

Cotejo de las anotaciones.

El cotejo de los pormenores descubiertos en los cadáveres con los datos reunidos acerca de los presuntos pasajeros que se hallaban a bordo al ocurrir el accidente no presenta complicaciones, pero sí requiere mucho tiempo y paciencia.

Pueden hacerlo simultáneamente personal auxiliar mientras prosigue el examen de los cadáveres, pero todo resultado preliminar deben verificarlo aquellos designados para tomar las decisiones finales acerca de si son o no aceptables, en cada instancia los indicios y pruebas acumulados. Dado que la identificación de los cadáveres es indispensable por razones sociales y jurídicas e importantes (a veces esencial) para la investigación que está practicando el grupo Factores Humanos, el propio especialista encargado tiene que tomar parte activa y directa en las decisiones definitivas.

Es conveniente ocuparse primero de los cadáveres que muestran indicios directos con determinados elementos de identificación existentes, tales como su nombre en algunas prendas de vestir o en documentos. Luego, es apropiado ocuparse de aquellas anotaciones que no muestran ningún indicio concreto que sirva de identificación. Por ejemplo, es posible que el cadáver de un hombre tenga fragmentos de algún uniforme propio de tripulante, pero que nada indique en cuanto a su rango. Por eliminación, será posible excluir, detalle por detalle, que se trata del cadáver de determinado tripulante, hasta descubrir detalles positivos de comparación, que sean bastante ciertos, para poder identificar definitivamente a la víctima.

A medida que ese proceso avanza, hay que prestar atención a los detalles que no muestran indicios directos e inmediatos de la identidad, pero que sí tienen alguna característica poco común que puede aceptarse como indicio, sobre el cual hay que concentrar más la atención; quizás se trate de algún tatuaje bien distintivo, de una antigua amputación, de alguna prótesis dental algo rara, o acaso, de algún defecto

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

o anormalidad dental particular o poco común.

En poco tiempo es posible eliminar muchas dudas, pero ocasionalmente se descubrirá alguna anotación que justifique un cotejo más minucioso de otros particulares, antes de proceder a la eliminación. A su debido tiempo, la información anotada se relacionará con la descripción del particular deseado y la comparación de otros detalles del cadáver con los de la persona conocida permitirá corroborar la identidad.

Conviene comenzar por las identificaciones más fáciles y dejar para después las más difíciles, porque los cadáveres han revelado menos indicios posibles y obvios de identificación. Cuando se llegue a esta fase, el volumen de las notas tomadas se habrá reducido.

Será necesariamente muy laborioso cotejar las notas referentes a un cadáver con las tomadas de cada persona conocida del sexo apropiado, excluyendo de ser posible, la identidad, anotando estoy tratando de hallar la solución de cada dificultad que presente la identificación. Frecuentemente, en esta fase, la evaluación de los datos a la vista sugerirá que podría tratarse del cadáver de uno de los pasajeros y la diferenciación entre ellos quizás solo sea posible si se consiguen detalles complementarios de los familiares.

INDICIOS DIMANANTES DEL EXAMEN PATOLÓGICO.

Descubrimiento de alguna enfermedad o deterioro de las facultades de un tripulante.

A medida que prosigue el examen plurifacético de cada cadáver, es posible que su identidad se compruebe sin dilación y que se reconozca que se trata, al menos con bastante certeza, de algún tripulante. Si es así, el patólogo debe hacer un examen particularmente concienzudo y meticulado para averiguar si afligía a la víctima alguna enfermedad o algo que pudiese haber afectado su comportamiento habitual. Si no ha sido posible identificar al tripulante y no puede excluirse la sospecha de que otro cadáver, aún por identificar, sea el que se está buscando, el examen del cadáver hallado debe ser tan completo como si se tratase del piloto.

En este caso, el patólogo debe indagar con gran insistencia si existen indicios conocidos de enfermedad que podían haber causado el colapso repentino u ocasionado la muerte o que, en general, podían haber aminorado la eficiencia. También tiene que descubrir si hay indicios de actuación deficiente debido a la injerencia de alcohol, de drogas o de contaminantes ambientales, como el monóxido de carbono.

Con este propósito, al practicar la autopsia hay que extraer muestras de los órganos principales para hacer el correspondiente análisis microscópico; de sangre, orina y de determinados tejidos para hacer el análisis químico. Por lo general, el patólogo puede conseguir la solución (fijador) necesaria para preservar los tejidos que haya que analizar al microscopio (10 por ciento formaldehído); pero quizás tenga dificultades para disponer de recipientes apropiados y para conservar las muestras que haya que someter a análisis químico. Como esas muestras no se pueden preservar con ninguna solución hay que congelarlas y no todos los Estados o países cuentan con laboratorios equipados debidamente para hacer esa clase de análisis refinado y complejo que quizás se requiera. Por esto, quizás se considere aconsejable, previo acuerdo con las autoridades locales o nacionales según sea el caso y por mediación del investigador encargado, enviar dichas muestras a alguno de los laboratorios especializados que, para esos trabajos, hay en ciertos Estados o países.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Es importante que el investigador se percate de que, al igual que con otros aspectos de la investigación de accidentes, los indicios de anomalía médica del piloto distan mucho de constituir la prueba de que la anomalía fuese causa directa del accidente. Es posible que el piloto sufriese alguna enfermedad que podía haber causado un colapso repentino e incluso la muerte. Solo en casos excepcionales es posible descubrir indicios médicos que muestren, sin lugar a duda, que la enfermedad motivó el colapso o la muerte. Si la enfermedad probablemente motivó o no el colapso o la muerte, esto es algo que solo se puede averiguar después de haber correlacionado todos los indicios aportados al caso por todos los grupos de investigación especializados, no únicamente a base de los aportados por el grupo Factores Humanos.

Examen de los pasajeros y de los tripulantes.

El volumen de trabajo que requiere un accidente en el que fallecieron un gran número de personas, impone reducir la minuciosidad de las autopsias y la extracción de muestras de órganos y tejidos que se sabe pertenecían a los pasajeros y concentrar mayor atención a la tripulación, tanto si estaba en la cabina de mandos como en la de pasajeros. Esto no obstante, hay ciertos particulares que no se pueden omitir al examinar todo cadáver.

Se necesita un examen suficientemente detallado y muestras de esos cadáveres para poder determinar, aparte de la causa de la muerte, los siguientes particulares:

- La estimación de las fuerzas de desaceleración, deducida del estado en que se hallan el corazón, aorta, diafragma, hígado y bazo, junto con la presencia de fracturas en el esternón, espina dorsal y en la pelvis.
- La evolución de todo indicio de lesión producida por el cinturón de seguridad y de las correspondientes lesiones craneo faciales.
- Los indicios de haber superado las llamas, observando la presencia de niveles elevados de carboxihemoglobina en la sangre o en los tejidos.
- La presencia de cambios microscópicos en los pulmones, relacionados con alguna lesión de antes de morir, con las condiciones de vida durante el incendio; y posiblemente con aquellos aspectos médico forenses tales como la posibilidad de haber escapado con vida, que subsiguientemente pueden salir a relucir.

El examen de los cadáveres de los pasajeros permite determinar la tendencia general de las lesiones, que puede ser uniforme o discordante. La tendencia uniforme indica que todos los pasajeros sintieron una fuerza de más o menos la misma variedad e intensidad. He aquí un ejemplo típico: la combinación de lesiones craneo faciales, lesiones producidas por el cinturón de seguridad y aplastamiento de la parte inferior de las piernas por haber fallado el cinturón, como ocurre generalmente cuando se produce el choque. Hay muchos detalles complementarios que pueden apreciarse comparando la tendencia de las lesiones de los pasajeros con las del personal auxiliar de a bordo; por ejemplo, ¿se había preparado éste para contrarrestar el efecto de la emergencia? O ¿estaba éste desarrollando sus actividades normales al ocurrir el accidente?

Cuando la tendencia es discordante, un grupo de pasajeros puede haber sufrido lesiones distintas del resto. Este hecho puede indicar que se trata de algún incidente insólito y la interpretación de los hechos o indicios depende en gran parte, de la identificación y emplazamiento exactos en la aeronave, según se

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

distribuyeron y asignaron los asientos. Hay que tener siempre bien presente la posibilidad de que un cadáver difiera de la tendencia descubierta, ya que quizás por este solo detalle se pueda saber que el accidente fue debido a sabotaje o a algún acto ilícito de interferencia a bordo.

CORRELACIÓN CON LA INSPECCIÓN DE LOS RESTOS DE LA AERONAVE.

La cabina de mando.

Es esencial correlacionar la importancia de los daños de la cabina de mando con la de las lesiones sufridas por el piloto. Los hechos o indicios anómalos descubiertos pueden dar alguna pista que permita determinar la causa del accidente, tal como la falla del piloto automático o algún intento de interferencia a bordo, que haya puesto en compromiso el vuelo. Siempre que sea posible, hay que relacionar las lesiones conocidas con determinadas piezas o instrumentos del equipo o dispositivos instalados en la cabina de mando. Con este objeto, hay que observar si en los asientos, instrumentos y columna de mando, se ven manchas de sangre y desgarres de tejido humano.

En ciertas circunstancias quizás sea preciso averiguar concretamente de qué tripulante de vuelo proceden; de todos modos, es concebible que los desgarres de tejido descubiertos no sean humanos, como sería el caso si fuesen de alguna ave o aves que chocaron contra la aeronave.

Los desperfectos y la condición en que se hallan los asientos de los tripulantes de vuelo y los cinturones de seguridad se deben anotar como pertinentes a la reconstrucción de los sucesos acaecidos en la cabina de mandos al ocurrir el accidente, inmediatamente después de éste y también a las posibilidades de supervivencia y de evacuación.

El compartimiento de pasajeros.

Hay que inspeccionar y descubrir con todo detalle todos los asientos, los cinturones de seguridad y los demás dispositivos de seguridad, así como también las estructuras que los circundan. Estos particulares son indispensables para poder estudiar las posibilidades que había de sobrevivir al accidente. El desplazamiento de los cierres (hebillas), el estado y posición de los cinturones pueden dar una idea de las fuerzas a que estuvieron sometidos. Siempre hay que medir el tamaño de los cinturones que, estando abrochados, están rotos. Esto quizás permita deducir las proporciones físicas de quien ocupaba el asiento en cuestión, pero conviene tener presente que el ajuste del cinturón se presta a variaciones de longitud considerables.

Más importante aún: la tirantez del cinturón debe permitir al investigador el distinguir entre una cabina que se había preparado para hacer un aterrizaje de emergencia y otra en la cual los pasajeros se hallaban sentados con los cinturones abrochados pero sin apretar, como sucede a menudo. No cabe duda de que los indicios de ese género se deben correlacionar con la asignación de los asientos de los pasajeros claro está, si se sabe y con los resultados de las autopsias practicadas. Cuando se ignora el puesto asignado a cada pasajero y cuando las autoridades hayan levantado los cadáveres sin anotar previamente sus posiciones respectivas, todavía es con frecuencia posible descubrir alguna pista que permita averiguar dónde estaba sentado cada pasajero.

Por ejemplo, un libro o un bolso de mano hallado en el compartimiento, en el respaldo del asiento, sugerirá la posición probable de su propietario. Los trozos de ropa que se encuentren, unidos o pegados a la estructura de la aeronave, comparados con la ropa de los cadáveres, quizás permitan deducir en qué

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

asiento viajaban los pasajeros o por lo menos saber en dónde quedaron detenidos los cadáveres si éstos se desplazaron.

La naturaleza y causa de las lesiones en el momento en que se produjeron.

Es preciso evaluar la naturaleza y causa de las lesiones para poder estudiar los detalles que, para seguridad de los ocupantes, tiene la aeronave y para luego tratar de perfeccionarlos, como por ejemplo las lesiones producidas por objetos que pueden penetrar el cráneo y las fracturas ocasionadas por el aplastamiento de la parte inferior de las piernas, en ambos casos, esto da a entender que la forma del respaldo de los asientos es defectuosa en relación con quienes están sentados en la fila trasera inmediata.

Dentro de las causas más comunes que producen al piloto que lleva los mandos al momento de chocar, se encuentran las lesiones recibidas en las manos y muñecas al igual que en los pies y tobillos determinadas a simple vista y corroboradas por la autopsia y radiografías.

No hay que perder de vista las posibilidades de sabotaje y de lesiones producidas por la onda expansiva o metralla de un artefacto explosivo. El patólogo debe preservar los tejidos que circundan las heridas sospechosas, de esa índole, para analizarlos en el laboratorio. Las lesiones de esta naturaleza dejan marcas en las ropas; por eso conviene insistir en que no debe desnudarse prematuramente a los cadáveres con el único fin de la identificación.

Las radiografías son de importancia capital en los casos en que se sospecha que hubo sabotaje y todo indicio, por mínimo que sea, de que ha intervenido la mano de algún malintencionado, hace imperativo el empleo extenso de los "Rayos X". Cuantas más radiografías se saquen, menos tiempo será utilizado en la mesa de autopsia para evaluar las lesiones, o mejor dicho, roturas del esqueleto, ya que las radiografías constituirán la prueba fehaciente de ellas. Simultáneamente, las radiografías pueden revelar la presencia de cuerpos extraños, o anomalías del esqueleto, que son útiles en el proceso de identificación.

LA DETERMINACIÓN DE LA CAUSA DE MUERTE DE CADA PERSONA.

Muchos de los cadáveres de las víctimas de accidentes de aviación están muy destrozados debido a las fuerzas excesivas que en los accidentes intervienen y a las quemaduras. Quienes no comprenden la utilidad de la aportación patológica a la investigación de los accidentes de aviación tienen la tentación de atribuir la defunción a las quemaduras o a las lesiones múltiples, basándose en la inspección externa y superficial del cadáver. Las conflagraciones dan lugar a tantos otros factores que el análisis apenas representa algo más que una suposición; además, la inspección superficial no permite diferenciar entre las lesiones de antes y las de después del accidente. De ser posible, vale la pena determinar la causa exacta de cada muerte en relación con los aspectos técnicos de la investigación del accidente y con el problema médico forense que resultan.

A continuación se dan varios ejemplos para ilustrar la naturaleza esencial de la autopsia total:

- En el caso de que el piloto fallezca por insuficiencia cardíaca mientras lleva los mandos, el choque resultante con el terreno puede ocasionarle múltiples lesiones, las cuales, si no se hace la autopsia, es fácil aceptar como causa de la muerte. Qué duda cabe que, en este caso, faltarían los indicios, importantes para la investigación técnica.
- Si un pasajero sufre una lesión grave en la cabeza que le produce la muerte, se puede llegar a

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

conclusiones importantes respecto a las posibilidades que tenía de supervivencia. Si por el contrario, la autopsia demuestra que falleció por las quemaduras, la lesión de la cabeza puede atribuirse al calor, en cuyo caso la interpretación será muy distinta.

- Un matrimonio puede dar la impresión de que recibió lesiones múltiples y de que sucumbió incinerado. Pero si uno de los cónyuges murió de asfixia y el otro por las lesiones recibidas, se podría argüir que el primero sobrevivió al segundo, con repercusiones médico forenses de amplias consecuencias. Para la investigación técnica del accidente, sería importante saber que uno de los cónyuges quizás sobrevivió el choque; por eso, la investigación proseguirá para estudiar los aspectos de ingeniería ergonómica y de la supervivencia.

Entrega de los restos mortales y de los efectos personales.

Si bien es preferible retener todos los cadáveres hasta que hayan identificado o hasta que se considere que ya no es posible hacer más identificaciones, éstos se deben entregar, tan pronto como sea factible, a las autoridades judiciales con tal que:

- Se haya conseguido del cadáver toda la información pertinente a la investigación.
- No haya duda posible de la identidad del cadáver.

Completada la identificación de todos los cadáveres y si ya no es necesario guardarlos por más tiempo para hacer la investigación del accidente, normalmente las autoridades judiciales se encargan de entregarlos a sus respectivos allegados, acompañados de una nota de identificación apropiada y del correspondiente certificado de defunción. (En el caso de que sea necesario repatriar el cadáver, probablemente tenga que conseguirse otros permisos y certificados que autoricen el traslado de los cadáveres, o de los restos hallados, a otros lugares, en el país o en el extranjero.

CUANDO EL ACCIDENTE NO OCASIONA MUERTES.

Generalmente, en estas circunstancias se presentan muchas menos complicaciones que en el accidente en el cual todos los ocupantes de la aeronave perecen, ya que sólo requiere la inspección de los que están en vida y que probablemente desean cooperar en la investigación. Esencialmente, el grupo Factores Humanos tratará de conseguir indicios similares a los que proporciona el examen patológico de quienes pierden la vida.

El reconocimiento médico, realizado de preferencia por un especialista en medicina aeronáutica o por algún médico examinador de aeronáutica competente, debe hacerse a todos los tripulantes de vuelo para determinar si algún factor físico, fisiológico o psicológico que les afectase podía haber influenciado las circunstancias concomitantes que ocasionaron el accidente. También quizás sea apropiado recoger muestras de la sangre y de la orina para analizarlas, con objeto de averiguar si había o no presentes sustancias terapéuticas y para ayudar a descubrir si concurría o no algún estado anormal como la hipoglicemia. Antes de recoger las muestras, el investigador debe cerciorarse de que, localmente, no existan posibles inconvenientes legales; debe asimismo conseguir el consentimiento previo del interesado y sería oportuno que le explicase, antes de empezar, el objeto perseguido con los análisis.

Hay que interrogar a la tripulación, coordinando esta actividad a través del investigador encargado para evitar toda duplicación indebida, ya que los diversos grupos investigadores tienen necesidades diversas que pueden coincidir en algunos aspectos.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Hay que anotar todas las lesiones sufridas por los ocupantes, evaluando la causa. Los resultados deben correlacionarse con el asiento que ocupaban o con el punto de la aeronave donde se hallaban y con el ambiente circundante, de modo que sea posible prevenir ocurrencias similares en lo futuro, modificando la disposición o forma de los objetos o elementos estructurales que causaron las heridas.

Si la aeronave se evacuó durante algún incendio o riesgo similar (por ejemplo, si la aeronave se estaba hundiendo, si fue necesario hacer un aterrizaje forzado), es muy útil anotar con detalle como cada persona pudo escapar, para poder evaluar qué factores contribuyeron al éxito o al fracaso.

Dado que la finalidad perseguida con la investigación de accidentes es prevenir su repetición, hay que prestar la atención debida a los efectos psicológicos que puedan haber afectado a la tripulación de vuelo, antes de que se permita a ésta reanudar sus actividades aeronáuticas.

OTROS ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS.

Fichas médicas y personales de la tripulación de vuelo. Estados mental y físico básicos.

Hay que estudiar las fichas médicas de los tripulantes de vuelo para determinar si, antes del accidente, existía alguna condición física o psicológica que podía dificultar el desempeño de su misión en las circunstancias en que ocurrió el accidente. Hay que prestar atención particular a toda condición que probablemente hubiese podido incapacitar en vuelo al interesado o afectar su aptitud o actuación. Las causas posibles de incapacitación o de actuación menos eficiente constituyen, teóricamente, la gama de enfermedades humanas pero, si las tripulaciones son objeto de supervisión médica apropiada, no es muy probable que tengan anomalías importantes.

Todo detalle extraído de las fichas médicas se debe correlacionar con los aspectos patológicos que se hayan descubierto. Muchas de las anomalías funcionales no se pueden demostrar con la autopsia, la epilepsia constituye el ejemplo primordial. También hay que comprobar la agudeza de la vista y del oído, pero, en este aspecto, será el descubrimiento patológico esencialmente negativo de un accidente del que se sospeche que la causa se debe a factores humanos que requerirá concentrar la atención sobre esos órganos.

En ciertos casos, conviene investigar los antecedentes del personal de vuelo, para lo cual habrá que indagar aspectos tales como la motivación que tiene para volar, la inteligencia del interesado, su estabilidad emocional, su carácter y comportamiento en general. De todos modos, las anomalías bien fundamentadas de esa índole son difícilmente compatibles con los modernos métodos de selección del personal de vuelo y es muy posible que la información obtenida de amigos, familiares, conocidos, supervisores, instructores, médicos de cabecera y de otras personas en cuanto a las actividades y actitudes recientes del tripulante en cuestión y respecto de las costumbres tradicionales, personales y de vuelo del interesado, no sea tan valiosa, ni mucho menos, como la que puede aportar el conocimiento del estado de salud y del comportamiento ordinario del interesado.

No siempre se ha atribuido la importancia debida al reconocimiento e investigación de los aspectos psicofisiológicos que influyen en muchos accidentes de aviación. A veces, a los aspectos humanos de la percepción, juicio, decisión, estado de ánimo, motivación, envejecimiento, fatiga e incapacitación no

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

se les atribuye la importancia que merecen, a pesar de que constituyen elementos variables sumamente pertinentes al accidente en cuestión. Aun cuando se detectan, son difíciles de evaluar y fundamentar y por eso, conviene subrayar que el nexo positivo entre cualquiera de esas anomalías que se descubra y la causa del accidente, la gran mayoría de las veces, no es más que pura conjetura. A pesar de esas dificultades, conviene hacer lo imposible para investigar e informar, tan ampliamente como sea factible, sobre esos factores humanos.

LAS DIFICULTADES PROPIAS DE CADA VUELO.

Hay muchos aspectos que, sin ser de naturaleza médica, pueden ser de interés para el grupo Factores Humanos; por eso, es esencial coordinar su labor con la del grupo Operaciones.

Algunas de las dificultades generales de esa índole son:

- El plan de vuelo, con referencia particular a las instrucciones recibidas y las discrepancias de ejecución.
- El material de vuelo. Este aspecto abarca el tipo de aeronave, la disposición interna de la cabina de mandos, los aparatos o dispositivos para mantener y regular la presión, ventilación y temperatura de a bordo.
- Las radioayudas, en especial si se utilizaron o no totalmente.
- El ambiente de vuelo y la fase de vuelo propiamente dicha, que tiene que abarcar la investigación de la posible presencia de humos de los fluidos del motor y del combustible, y también de si se transportaban mercancías o sustancias tóxicas.
- La evaluación del volumen de trabajo de la tripulación al ocurrir el accidente.

La importancia que para el grupo Factores Humanos revisten estos detalles es para determinar qué aspectos hay que investigar más a fondo. Por ejemplo, si el piloto se apartó del rumbo previsto significa, con toda probabilidad, que hay que averiguar si se había intoxicado por emanaciones de monóxido de carbono: si se sospecha de la falla de la instalación de presión de la cabina, quizás sea necesario corroborar o excluir la posibilidad de que la hipoxia fuese la causa del accidente. El desglose de las causas probables de toxicidad simplificará y orientará la labor del toxicólogo aeronáutico.

Todos estos aspectos requieren la consulta frecuente entre los encargados de los varios grupos que se ocupan de la investigación y el intercambio oportuno de información entre dichos grupos.

Las dificultades especiales de determinado vuelo conciernen particularmente al posible empeoramiento de la idoneidad y actuación de la tripulación de vuelo, cosa que no se puede probar haciendo la autopsia. Los errores y deficiencias de actuación pueden ocurrir tanto si el vuelo procede como se ha previsto, como si se presentan circunstancias inesperadas o si surge una situación de emergencia.

Las causas de esos errores y de la deficiencia de actuación pueden deberse a lo siguiente:

- A errores de percepción. Estos pueden relacionarse con los estímulos auditivos, visuales, táctiles y con el estado mental.
- A errores de juicio y de interpretación. El juzgar mal las distancias, interpretar mal los instrumentos, confundir las instrucciones, tener ilusiones sensoriales, estar desorientado, fallar la memoria, etc., todos esos aspectos pertenecen a esa categoría.
- A errores de reacción. Estos errores se refieren particularmente a la sincronización y

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

coordinación de la actuación y técnica neuromuscular en relación con el movimiento de los mandos de la aeronave.

Las causas que probablemente contribuyeron a los errores y a la deficiencia de actuación, son:

- La altitud y la motivación (el móvil).
- La influencia de una emoción.
- La perseverancia.

La fatiga es susceptible de exagerar esos factores porque es sí, un factor presente en todo momento pero evasivo, en vuelo. Precisamente, el grupo Factores Humanos, evaluando esos factores concomitantes, puede prestar ayuda incalculable al investigador encargado.

Ese grupo debe saber distinguir entre lo que son solo hipótesis y los hechos reales. Siempre que sea posible, debe corroborar los hechos antes de achacar un accidente al factor psicofísico lógico. Por ejemplo: alguien puede sugerir que el piloto era particularmente irritable en vuelo, pero la grabación magnética de las transmisiones efectuadas desde la aeronave puede dar una prueba más convincente de si esa influencia era o no perceptible al ocurrir el accidente.

RESUMEN.

La composición del grupo Factores Humanos debe responder a la índole del accidente y a los indicios y pruebas que con cierta probabilidad, será posible reunir a través de las declaraciones de las personas. En los casos en que haya muchos supervivientes, la aportación de los especialistas en medicina aeronáutica será de gran valía, pero siempre que haya defunciones, se requerirá la ayuda de los patólogos.

Especialmente si se trata de un accidente en el que todos los ocupantes de la aeronave perecen, la presencia del patólogo constituye una parte esencial de la investigación técnica y el investigador encargado debe cerciorarse de que toda información importante para hacer la investigación no se deseché a expensas de los deseos sociales y legales de identificar sin dilación y dar sepultura inmediata a quienes perecieron en la catástrofe. Con este objeto en mente, hay que conseguir los servicios de algún patólogo que esté familiarizado con la investigación de accidentes y que sepa coordinar las dos funciones, íntimamente ligadas, de la investigación y de la identificación.

El fin primordial del patólogo es descubrir pruebas respecto a la causa, secuencia y efecto del accidente, mediante el reconocimiento de la tripulación de vuelo, del personal auxiliar de a bordo y de los pasajeros. Simultáneamente a la investigación, las pruebas en cuanto a la identificación y de importancia médico forense se irán descubriendo sistemáticamente, en particular si cada reconocimiento acrecienta su utilidad con los trabajos coordinados del patólogo, de la policía, de los odontólogos, radiólogos, etc.

El reconocimiento patológico será mucho más fácil si está bien organizado de antemano, particularmente en relación con la recuperación de los cadáveres y con la disponibilidad de cámaras de refrigeración apropiadas. En el caso de que no existan planes preconcebidos, el investigador encargado tiene que conseguir locales y el equipo necesario para que el patólogo pueda desempeñar su cometido respecto a las exigencias mínimas que se indican a continuación, basadas en las necesidades de la investigación y en los aspectos médico forenses y sociológicos:

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

La identificación y reconocimiento total de la tripulación de vuelo, tanto si se hallaba en la cabina de mandos como en la de pasajeros.

- El reconocimiento externo total de todos los cadáveres.
- La identificación del personal auxiliar de a bordo y su comparación con los pasajeros.
- La autopsia interna mínima de todos los cadáveres con el objeto siguiente
- Determinar la causa de la muerte.
- Averiguar si alguien tenía alguna enfermedad grave que podía, con buenas probabilidades, influenciar las expectativas de vida; y
- Evaluar las lesiones debidas a la desaceleración, que hayan afectado los órganos siguientes: Sistema cardiovascular, hígado y diafragma, Cabeza, esternón, espina dorsal y pelvis.
- Seleccionar muestras de la sangre de todos los cadáveres, para analizar el contenido de carboxihemoglobina.
- Preparar muestras de los pulmones de todos los cadáveres, para poder apreciar la forma en que murieron.

El especialista o investigador encargado del grupo de Factores Humanos, tiene una enorme responsabilidad, al igual que todos los participantes de cada uno de los grupos, así mismo, debe mantener una excelente relación con los miembros de los grupos ya que la investigación depende, en gran medida del intercambio adecuado de información.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 19.

INVESTIGACIÓN DE REGISTROS DE MANTENIMIENTO GENERALIDADES.

La finalidad de investigar el mantenimiento es estudiar los aspectos de esta actividad correspondiente a la aeronave accidentada para averiguar lo siguiente:

- a) Los datos que puedan guardar cierta relación con el accidente o que puedan dar indicios sobre determinados aspectos que sean de trascendencia y que convenga investigar a fondo.
- b) Si la aeronave accidentada ha sido objeto de las operaciones de mantenimiento previstas en las normas aplicables.
- c) Si a base de la información reunida al hacer la investigación, se consideran apropiadas las normas previstas aplicables a la aeronave accidentada.

Como la investigación puede abarcar muchos aspectos y requiere examinar minuciosamente un gran número de detalles, particularmente cuando se trata de accidentes ocurridos a las aeronaves grandes de transporte, he aquí una relación indicativa de los aspectos principales que hay que examinar:

- Averiguar el historial de utilización del planeador, motores y elementos componentes; las horas voladas y también de ser el caso, el número de aterrizajes efectuados.
- Pasar revista al historial de accidentes, defectos y utilización irregular o anormal notificados o que se hayan descubierto en el transcurso de la investigación y considerar las medidas rectificativas o de otra índole tomadas posteriormente.
- Averiguar, a base de la correspondiente bitácora de la aeronave, si se han incorporado a ésta las modificaciones obligatorias y cumplimentado las órdenes de carácter técnico que la afectan.
- Averiguar, a base de la correspondiente bitácora de la aeronave, si todas las modificaciones incorporadas a la aeronave se hicieron debidamente y de ser el caso, fueron autorizadas por la autoridad aeronáutica competente.
- Indagar el procedimiento seguido por el explotador para efectuar el mantenimiento y averiguar si éste se ajusta a la modalidad de mantenimiento autorizada por la autoridad aeronáutica.
- Indagar, a base del correspondiente manual de mantenimiento de la aeronave, si se ha seguido o no al pie de la letra el procedimiento previsto y observado los períodos de mantenimiento; en caso necesario, anotar las discrepancias u omisiones descubiertas.

AERONAVES GRANDES DE TRANSPORTE.

Como los manuales de mantenimiento investigación y se correlacionen con las pruebas aducidas ante el grupo y por los otros grupos. La experiencia ha demostrado que, si el patólogo asiste a los cambios de impresiones mutuos y periódicos organizados por el investigador en cargado, su labor se facilita y se consiguen las máximas ventajas.

De las aeronaves grandes de transporte, los manuales son voluminosos y para que la investigación pueda

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

realizarse de la forma debida es preciso entender bien el sistema y procedimiento de anotación de las actividades de manutención del material, que sigue el explotador. Para ello es necesario generalmente, conseguir la ayuda del propio explotador y si se trata de aeronaves extranjeras, se requiere la coordinación con el Estado de Matrícula. Habitualmente, las anotaciones sobre el mantenimiento se consultan en el taller o lugar de mantenimiento del explotador, pero es también importante averiguar qué anotaciones llevaba a bordo la aeronave y conseguir las, de ser posible, junto con las anotaciones que pueda haber en aeropuertos de tránsito por los cuales haya pasado la aeronave.

Además de las anotaciones que el explotador tiene que preservar de conformidad con el sistema de mantenimiento autorizado, es posible que existan otros datos que brinden información valiosa. El investigador tiene que averiguar si existen tales datos, en cuyo caso debe estudiarlos detenidamente, ya que quizás le ayuden a esclarecer si se había utilizado o no la aeronave en actividades anormales.

A veces, el estudio de los aspectos de mantenimiento exige entrevistar al personal de mantenimiento y también al ajeno, a éste para que corrobore detalles importantes de las anotaciones de mantenimiento para averiguar, en casos concretos, la importancia de las inspecciones y de otros trabajos y la manera en que se realizaron, inspeccionaron y certificaron determinadas tareas. Quizás sea también preciso conseguir de la tripulación de vuelo antecedentes respecto al comportamiento de la aeronave en las etapas previas al vuelo accidentado o en vuelos precedentes.

AERONAVES PEQUEÑAS.

Si se trata de aeronaves pequeñas, hay que estudiar igualmente las anotaciones de las actividades de mantenimiento, pero respecto a muchos accidentes, se observará que las anotaciones correspondientes a la aeronave accidentada son muy insuficientes. Como casi siempre las anotaciones del mantenimiento las lleva consigo la propia aeronave, resulta que, en caso de accidente, quedan con frecuencia destruidas. Esto dificulta, sin duda, la tarea del investigador, pero él puede reunir muchos datos entrevistando detenidamente al personal de mantenimiento y a la tripulación de vuelo respecto a los recientes trabajos realizados en la aeronave y a los otros aspectos que abarca normalmente la investigación del aspecto de mantenimiento.

COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACION.

Conviene recalcar la necesidad de que el investigador que se ocupa del aspecto mantenimiento coordine directamente su trabajo con el "investigador a cargo". Es muy posible que los resultados de la investigación del aspecto mantenimiento, permitan descubrir ciertos aspectos que valga la pena que otros especialistas indaguen a fondo; a su vez quizás sea necesario que al investigar el aspecto mantenimiento haya que tener en cuenta detalles o indicios particulares que hayan podido descubrir otras personas ocupadas en otras facetas de la investigación.

TRANSMISORES Y RECEPTORES.

Al documentar el puesto de pilotaje, se deben examinar los selectores de frecuencias para determinar las frecuencias que se estaban utilizando. Estas deben correlacionarse con las instalaciones de radio existentes en la zona considerada. Verifíquense también las posiciones de las perillas de volumen, tanto en los tableros selectores como de frecuencia de audio, para determinar con qué volumen estaba

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

funcionando el equipo.

En cuanto al equipo de radio VHF, tanto de comunicación como de navegación, las frecuencias preseleccionadas pueden determinarse por inspección ocular; para ello, se levanta la tapa frontal y se leen las frecuencias en los indicadores. En caso de que faltara el tablero frontal, se debe examinar los selectores de los cristales para ver que par de cristales se estaba utilizando. Los valores de éstos pueden comunicarse al fabricante, el cual puede indicar las frecuencias correspondientes. Otro método consiste en examinar las posiciones de las varillas y levas de los selectores de frecuencia, tomando también nota de las posiciones de los núcleos de sintonía. Si existe equipo idéntico en algún comercio o taller de radio, se pueden sintonizar sus canales hasta que las posiciones de las levas y núcleos coincidan con las de las levas y núcleos del equipo que se está investigando; luego, la frecuencia puede leerse en la unidad que funciona.

Los equipos de radio VHF más modernos son de estado sólido y en ellos, la conmutación es electrónica, es decir, no hay piezas que se mueven. Como estos equipos no poseen "memoria", no es materialmente posible obtener la información deseada.

RADIOGONIÓMETROS AUTOMÁTICOS (ADF).

Véase el tablero del ADF para determinar la banda y frecuencia seleccionadas; luego, trátase de correlacionar estos valores con una instalación cercana de baja frecuencia. El equipo ADF propiamente dicho no cuenta con medios de indicación de frecuencia como algunos de los equipos de VHF y su frecuencia puede averiguarse únicamente haciéndolo funcionar.

Según el estado material en que se encuentre la banda y frecuencia podrán determinarse por medio de un generador de señales. En el caso de que el ADF no funcione, conviene registrar las posiciones relativas de los condensadores variables de sintonía, haciendo marcas en las placas de los mismos para preservar la relación; luego, se puede sintonizar otro receptor del mismo tipo hasta que las placas de los condensadores se encuentre en las mismas posiciones, con lo cual se verá que la frecuencia es muy aproximada.

Se puede tomar la marcación señalada por la aguja del ADF del indicador radiomagnético de rumbo (RMDI) y relacionarla con el rumbo del lugar del accidente respecto a la instalación seleccionada. Esto puede efectuarse en relación con los rumbos indicados por la aguja.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 20.

INVESTIGACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN Y RADIONAVEGACIÓN

TRANSMISORES Y RECEPTORES.

Al documentar el puesto de pilotaje, se deben examinar los selectores de frecuencias para determinar las frecuencias que se estaban utilizando. Estas deben correlacionarse con las instalaciones de radio existentes en la zona considerada. Verifíquense también las posiciones de las perillas de volumen, tanto en los tableros selectores como de frecuencia de audio, para determinar con qué volumen estaba funcionando el equipo.

En cuanto al equipo de radio VHF, tanto de comunicación como de navegación, las frecuencias preseleccionadas pueden determinarse por inspección ocular; para ello, se levanta la tapa frontal y se leen las frecuencias en los indicadores. En caso de que faltara el tablero frontal, se debe examinar los selectores de los cristales para ver que par de cristales se estaba utilizando. Los valores de éstos pueden comunicarse al fabricante, el cual puede indicar las frecuencias correspondientes. Otro método consiste en examinar las posiciones de las varillas y levas de los selectores de frecuencia, tomando también nota de las posiciones de los núcleos de sintonía. Si existe equipo idéntico en algún comercio o taller de radio, se pueden sintonizar sus canales hasta que las posiciones de las levas y núcleos coincidan con las de las levas y núcleos del equipo que se está investigando; luego, la frecuencia puede leerse en la unidad que funciona.

Los equipos de radio VHF más modernos son de estado sólido y en ellos, la conmutación es electrónica, es decir, no hay piezas que se mueven. Como estos equipos no poseen "memoria", no es materialmente posible obtener la información deseada.

RADIOGONIÓMETROS AUTOMÁTICOS (ADF).

Véase el tablero del ADF para determinar la banda y frecuencia seleccionadas; luego, trátase de correlacionar estos valores con una instalación cercana de baja frecuencia. El equipo ADF propiamente dicho no cuenta con medios de indicación de frecuencia como algunos de los equipos de VHF y su frecuencia puede averiguarse únicamente haciéndolo funcionar.

Según el estado material en que se encuentre la banda y frecuencia podrán determinarse por medio de un generador de señales. En el caso de que el ADF no funcione, conviene registrar las posiciones relativas de los condensadores variables de sintonía, haciendo marcas en las placas de los mismos para preservar la relación; luego, se puede sintonizar otro receptor del mismo tipo hasta que las placas de los condensadores se encuentre en las mismas posiciones, con lo cual se verá que la frecuencia es muy aproximada.

Se puede tomar la marcación señalada por la aguja del ADF del indicador radiomagnético de rumbo (RMDI) y relacionarla con el rumbo del lugar del accidente respecto a la instalación seleccionada. Esto

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

puede efectuarse en relación con los



ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 21.

COLISIONES EN VUELO

GENERALIDADES.

En los accidentes por colisión, normalmente quedan huellas en ambas aeronaves, por lo que un examen de estas huellas revelará una gran cantidad de hechos que orientarán al investigador hacia el análisis final de los hechos.

En la mayoría de accidentes por colisión, se tienen ciertos hechos evidentes en una aeronave aunque no en la otra. Es por eso que solo valorando las huellas dejadas se podrán determinar todos los hechos desconocidos. Por ejemplo, si se conoce tanto la velocidad de una aeronave como los ángulos que forman las ralladuras en ambas, es posible determinar la velocidad de la otra aeronave.

DETERMINACIÓN DE LAS POSIBLES TRAYECTORIAS DE LA AERONAVE.

1. Ambas aeronaves en vuelo recto y nivelado.
2. Ambas aeronaves ascendiendo.
3. Ambas aeronaves descendiendo.
4. Una aeronave en vuelo recto y nivelado, la otra ascendiendo.
5. Una aeronave en vuelo recto y nivelado, la otra descendiendo.
6. Una aeronave ascendiendo, la otra descendiendo.

Es necesario señalar que en todos los casos anteriores ambas aeronaves pueden llevar la misma velocidad o una puede ir más rápido, las trayectorias de vuelo de cada aeronave pueden estar alineadas o en un ángulo obtuso, ángulo recto, ángulo agudo o presentar la condición de un alcance directo y cuando existe la condición de que una aeronave alcanza a otra, se debe considerar, que lógicamente, éstas no pudieron ir a la misma velocidad.

De lo anterior se deduce que las trayectorias posibles de vuelo en una colisión aérea, no tienen límites definidos, ya que en la mayoría de los casos cada una se aproximará a la otra en direcciones y altitudes diferentes. En muchas ocasiones se encontrarán marcas tanto en las superficies verticales como en las horizontales de cada aeronave. Dado que las marcas son una función de la dirección y velocidad de las aeronaves, un correcto estudio de las primeras capacitará al investigador para transformar sus hallazgos en vectores de velocidad y resolver trigonométricamente el problema.

REGLAS A CONSIDERAR.

Si bien las reglas por aplicar a las marcas, son las mismas, ya sea que se apliquen a las superficies verticales u horizontales bien a una combinación de éstas, dichas reglas se han derivado en un plano para mayor claridad.

1. Existen solo tres posibles planos en los que pueden operar dos ó más aeronaves; éstos son:
 - El mismo plano en que se encuentran las superficies horizontales de cada aeronave y en el

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

cual no se tiene ningún movimiento vertical relativo.

- El mismo plano en que se encuentran las superficies verticales y en el cual no se tienen ningún movimiento horizontal relativo.
- Un tercer plano resultante en el cual se tienen simultáneamente los movimientos verticales y horizontales relativos.

2. Si las marcas en cada aeronave son de pendientes en dirección opuesta entre ambas con respecto a sus ejes longitudinales, el ángulo menor formado por el eje longitudinal y la marca, será el primero que se mida en cada una de las aeronaves.

Es importante anotar que las Reglas No. 2 a 4 se basan en el hecho de que cuando dos líneas se intersectan, se forman dos ángulos. En estos casos, las dos líneas consideradas son la marca y el eje longitudinal de la aeronave. Las Reglas No. 2 a 4 mostrarán qué ángulos deberán de medirse y cómo conocer los diferentes tipos de colisiones.

3. Si las marcas en cada aeronave son de pendientes en dirección opuesta entre sí, cada marca se ocasionada en una dirección que va de adelante hacia atrás de la superficie afectada.
4. Si las marcas son de pendiente en la misma dirección, esto significa que una aeronave alcanzó a la otra, por lo que el ángulo mayor formado por la marca y eje longitudinal deberá medirse en la aeronave que iba con menor velocidad. Consecuentemente el ángulo menor deberá medirse en la aeronave más rápida. Si las marcas son de pendiente en la misma dirección, una de las marcas fue realizada en una dirección que va de atrás hacia adelante. La aeronave en la que aparece este tipo de marca, será la que volaba a menor velocidad.
5. Si la suma de los ángulos formados por las marcas, es menor de 90° el ángulo de colisión es obtuso.
6. Si la suma de los ángulos formados por las marcas es igual a 90° , el ángulo de colisión es recto.
7. Si la suma de los ángulos formados por las marcas es mayor de 90° , el ángulo de colisión es agudo.
8. Si el ángulo de la marca en una aeronave es igual al de la otra, las velocidades de ambas aeronaves son iguales.
9. El ángulo mayor de la marca siempre aparecerá en la aeronave con menor velocidad.
Las siguientes Reglas tratan de las marcas encontradas en las superficies verticales de cada aeronave.
10. Si las pendientes de las marcas en cada aeronave están en dirección opuesta con respecto a sus ejes longitudinales entonces el ángulo menor entre el eje longitudinal y las marcas del medido en cada aeronave.
11. Las marcas que se mencionan en la Regla No. 10 siempre procederán de adelante hacia atrás en las superficies afectadas.
12. Si además las marcas a que se hace mención en la Regla No. 10, van en una dirección de la parte inferior a la superior, la actitud de las aeronaves habrá sido con nariz arriba (ascendiendo), pero si por el contrario, las marcas de la Regla No. 10 se encuentran en una dirección que va de la parte superior de las aeronaves a la inferior, la actitud habrá sido con nariz abajo (descendiendo).
13. Si la pendiente de las marcas están en la misma dirección, entre si, significa que una aeronave alcanzó a la otra y que el ángulo mayor deberá medirse en la aeronave más lenta. Consecuentemente el ángulo menor se medirá en la aeronave con mayor velocidad.
14. En todos los casos mencionados en la Regla No. 13, la aeronave más lenta es aquella que tiene la marca que fue hecha en una dirección de atrás hacia adelante. Por el contrario, la aeronave más rápida tendrá

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

las marcas cuya dirección será de adelante hacia atrás.

15. Si además las marcas en la aeronave con menor velocidad, van de abajo hacia arriba significa que ésta se encontraba arriba de la otra. En cambio, si las marcas de la aeronave más lenta van de arriba hacia abajo, significa que ésta se encontraba abajo de la otra.
16. Si el ángulo de la marca en una aeronave es igual al de la otra, significa que las velocidades de ambas es la misma.

IGUALDADES TRIGONOMÉTRICAS.

Con el fin de resolver los aspectos matemáticos en la investigación de las colisiones aéreas se hará uso de ciertas fórmulas trigonométricas tales como las que a continuación se obtienen en función del triángulo ABC. La primera de estas fórmulas es la ley de los senos:

AB
Seno del ángulo 3

AC . Sen x = sen (180° - x) Seno del ángulo 2

Existe otra regla que se obtiene trigonómicamente y la cual se relaciona con los problemas que tratan de las marcas dejadas cuando una aeronave alcanza desde atrás a otra con un ángulo determinado. Esta condición ocasiona que las marcas dejadas en la aeronave más lenta estén en la dirección que deba medirse el ángulo obtuso. (Referirse a la Regla No. 4).

Tomando en consideración que las tablas trigonométricas no muestran una función senoidal para ángulos mayores de 90°, se tiene la siguiente igualdad:

En otras palabras, el seno de
125°

BC es igual que el seno de 55° = (180 - 125). Seno del ángulo 1

EJEMPLOS:

La segunda fórmula es la ley de los cosenos.

$$a) (AB)^2 = (BC)^2 + (AC)^2 - 2(BC)(AC) \cos 3^\circ$$

$$b) (BC)^2 = (AB)^2 + (AC)^2 - 2(AB)(AC) \cos I^\circ$$

Consideremos una situación en la cual las marcas en cada aeronave son paralelas a sus respectivos ejes longitudinales. Si en este caso se desconoce todo lo relacionado con el plan de vuelo o con las declaraciones de los testigos, así como la forma en que se fueron aproximando las aeronaves y ver si es posible determinar por medio de los restos, la dirección en que fueron hechas las marcas. A menudo se pueden encontrar restos de una aeronave en la otra con lo que es posible determinar la dirección de las marcas, esto mismo es posible considerando la dirección en que se rasgó el metal.

En los casos en que la colisión ocurre cuando las aeronaves vuelan a un mismo nivel, la velocidad del

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

choque será la suma de ambas velocidades. Así mismo, si una aeronave alcanza a la otra, la velocidad de choque será la diferencia entre las velocidades correspondientes.

Ejemplo 1

Se conoce que la aeronave “A” llevaba una velocidad de 100 nudos y la marca de la aeronave “A” fue hecha de adelante hacia atrás formando un ángulo de 45° con el eje longitudinal.

La marca en la aeronave “B” fue hecha de adelante hacia atrás con un ángulo de 32° y la dirección de las marcas muestra que los ángulos menores son los medidos (Regla No. 2). Ambas aeronaves se encontraban a la misma altitud.

Examinando los datos anteriores se deduce lo siguiente:

- 1) Dado que la suma de los ángulos formados por las marcas es menor de 90°, el ángulo de colisión es obtuso, (Regla No. 5).
- 2) Dado que la aeronave “A” tenía el ángulo mayor, ésta era la más lenta (Regla No. 9).

Ahora se desea determinar: La velocidad de “B”, el ángulo de colisión y la velocidad de choque. BC.

PASO 1. - Haciendo uso de la ley de los senos, tenemos:

Sen 1

AC

BC Sen 45° Sen

AC Sen 32° BC 0.707

Si la velocidad de A es de 100 nudos: = AC:

100 0.530

BC : Velocidad de la aeronave.

B = 133 Nudos.

PASO 2. - $\angle 3 : 180^\circ$

$3 - 180^\circ - (1 + 2) = 180 - (45 + 32)$

$\angle 3 = 103^\circ$ (ángulo de colisión). AB

PASO 3. - De la ley de los senos tenemos que: AC

Sen $\angle 2^\circ$ Sen 30

Sen 32°

AC AB Sen 103°

Sen x = sen (180° - x) Sen x = sen (180° - 103°) Sen 77° Sen 77°

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

AC

AB 0. 974

Sen 32°

100 0. 530

AB : $1 \text{QM}^{74} = \text{I}^{.77}$

Nudos

AB : Velocidad de choque = 183.77 Nudos.

Ejemplo 2

Se conoce lo siguiente: La marca en la aeronave "A" fue hecha en una dirección hacia adelante continuando hacia el lado izquierdo de la aeronave, la velocidad de "A" era de 100 nudos, la velocidad de la aeronave "B" era de 150 nudos, en "A" el ángulo menor de la marca fue de 30° y el ángulo mayor de 150°, debido a que la aeronave "B" quedó totalmente destruida por el fuego, no fue posible encontrar marca alguna. Ambas aeronaves se encontraban volando a la misma altitud.

Del examen de los datos anteriores se puede deducir lo siguiente: El que las marcas se inician hacia adelante y a la izquierda de la aeronave "A", significa que "B" se aproximó desde atrás y sobre el lado derecho. Tomando en consideración que la aeronave "A" es la más lenta, deberá medirse el mayor de los dos ángulos formados por la dirección de la marca y el eje longitudinal; siendo el valor de dicho ángulo de 150°. Asimismo, la suma de los ángulos 1 y 2 es mayor de 90° por lo que el ángulo de colisión es agudo (Regla No. 7).

Determinar: El ángulo probable de las marcas de la aeronave B, el ángulo de colisión, la razón del choque. BC

PASO 1. - Haciendo uso de la ley de los senos:

Sen 1

150 Sen 105°

AC Sen 2

100 Sen 2

Sen 2 Sen 150°

Considerando que Sen 150° (180 - 150)

100

100 (Sen 30°) 150

100 (0.5) 150

Sen 2 = 0.3333

2 = 19° 28' (probable ángulo de marca en la aeronave B). PASO 2. - 3 - 180 - (41 + 42)

3 = 180 - (150 - 19° 28')

3 = 10° - 28' (ángulo de colisión). BC

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

PASO 3. - De la ley de los senos tenemos: $\text{Sen } 150^\circ$

AB
 $\text{Sen } 19^\circ - 28'$
150
15

AB 0.333
 $AB = 150 \cdot \frac{1}{3} = 50$

AB = Velocidad de choque 99.9 Nudos.

De todo lo anterior se deduce que si las dos aeronaves se encontraban en un mismo plano vertical, pero en diferentes planos horizontales.

MÉTODO GRÁFICO.

La solución trigonométrica de las colisiones aéreas dará resultados más aproximados que los otros métodos con que se cuenta. A continuación se describe un método gráfico que si bien no tiene la exactitud del trigonométrico, es el de más rápida solución eliminando la necesidad del uso de las fórmulas y tablas trigonométricas.

Colisión de dos aeronaves volando en diferentes planos (horizontal como vertical).

Esta condición, que es probablemente la más común, pudiera considerarse previa modificación en la velocidad, como una combinación de las situaciones vertical y horizontal anteriormente tratadas.

Si una o ambas aeronaves se encuentran descendiendo o ascendiendo, deberá realizarse un cierto ajuste para llegar a determinar la velocidad correcta para el cálculo del triángulo horizontal. Una vez resuelto el triángulo horizontal es sencillo trazar y resolver el triángulo vertical.

Si se considera que los aspectos horizontales de la colisión se han resuelto y que se obtuvo el siguiente triángulo ABC. La línea CG se traza bisectando el ángulo C de colisión con lo que se divide la línea AB de movimiento relativo en dos segmentos: AD y DB.

Según ciertos conceptos trigonométricos se sabe que éstos dos segmentos, son proporcionales a los lados del triángulo, o sea: $\frac{AD}{DB} = \frac{AC}{BC}$. En otras palabras, a medida que la aeronave A avanza hacia el punto C de colisión, también se mueve hacia la aeronave B a lo largo de la línea AB al punto D.

La proyección de CB (trayectoria de la aeronave B) en la línea CG se representa por CF. La trayectoria de la línea AC (trayectoria de la aeronave A) se representa por la línea CE.

Las longitudes de las líneas CF y CE se usarán en los siguientes dibujos con el fin de trazar los aspectos verticales de la colisión.

Se utilizan dos dibujos, ya que es posible que la aeronave A se mostraba arriba de la B o viceversa. El triángulo que representa la sección transversal vertical del vuelo, se resuelve en la misma forma que el

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

triángulo horizontal.

Ahora ya se tienen determinados, por medio del análisis de las marcas tanto los aspectos horizontales como verticales del vuelo. Lógicamente el movimiento actual de las aeronaves ocurrió en un plano resultante de los planos vertical y horizontal, pero si el problema se traza en forma tridimensional colocando la gráfica del movimiento horizontal, perpendicular a la gráfica del movimiento vertical, se puede ver fácilmente el plano resultante.

Problemas de Ejemplo que implica movimiento horizontal y vertical.

Los datos que se conocen respecto a la aeronave "A" son: Velocidad verdadera a lo largo de la trayectoria horizontal de 100 nudos, razón de ascenso 600 pies/ min, se encontraron marcas que iban hacia adelante y hacia adentro en la parte superior del ala derecha que iban del borde de salida hacia el borde de ataque y orientadas hacia el empotre formando un ángulo de 60° con el eje longitudinal del avión. Así mismo, se encontró que pequeñas piezas de metal se desprendieron a lo largo de las marcas, dejando pequeños orificios en la piel del ala.

Se encontraron marcas en el lado derecho del fuselaje, que iban de atrás hacia adelante y con una orientación hacia la parte inferior de éste y tomando un ángulo de 20 grados con el eje longitudinal. Modelo de la aeronave: Cessna 172.

Datos conocidos con respecto a la aeronave "B", se encontraron marcas en la parte inferior del ala izquierda que iban de adelante hacia atrás y con una orientación hacia el empotre, formando un ángulo de 45° con el eje longitudinal del avión, en las cabezas de los remaches a lo largo de las marcas en la misma ala, se encontraron fragmentos metálicos que coincidían con las dimensiones de los orificios del ala derecha de la aeronave "A", se encontraron marcas en el lado izquierdo del fuselaje que iban hacia la parte superior de éste y hacia el empenaje formando un ángulo de 90° con el eje longitudinal. Modelo de la aeronave: Beechcraft Bonanza.

Solución: En este problema se determinará la velocidad de la aeronave "B", así como si se encontraba ascendiendo, descendiendo o en vuelo recto y nivelado. También será posible determinar cuál piloto tenía la mejor oportunidad de ver a la otra aeronave.

1. Examen de las marcas y sus relaciones.

De la Regla No. 4 se puede concluir que la aeronave "A" era la más lenta y que consecuentemente fue alcanzada por "B" que se aproximó por el lado derecho. El ángulo de 45° es el ángulo de marca por utilizarse en "B" mientras que el ángulo de marca que se usará en "A".

De las Reglas No. 13, 14 y 15, se concluye que: La aeronave "A" era más lenta, la aeronave "B" iba en un nivel de vuelo superior al de "A".

Si se sabe que "A" se encontraba ascendiendo, todavía no se conoce si "B" se encontraba en ascenso, descenso o en un vuelo recto y nivelado. De la gráfica se determina que la velocidad verdadera de "A" era de 100. 2 nudos.

Primeramente se traza una vista de planta (horizontal) de la trayectoria probable de colisión en donde: "A" = Aeronave más lenta, "B" = Aeronave con mayor velocidad y "C" = Punto de colisión.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

A continuación se va a resolver el triángulo, para determinar el ángulo horizontal de colisión, la velocidad horizontal de B y la velocidad de acercamiento de ambas aeronaves (línea AB).

Rumbo de Colisión: $C = 180 - (120 + 45) = 15^\circ$ Velocidad de B = 122 Nudos.

Razón de Acercamiento = 36 Nudos es la velocidad de aproximación.

Determinación de los aspectos horizontales del Vuelo, las longitudes de las líneas CE y CF pueden medirse y su valor convertirse a unidades de velocidad.

Línea CE: Dado que el ángulo se bisecta, se considera un ángulo de 7.5° para este caso. $\cos 7.5^\circ = \frac{CE}{100}$

$0.991 = \frac{CE}{100}$. CE = 99.100 nudos.

Línea CF. En forma similar se puede determinar que la línea CF es igual a 120.9 nudos. Con los datos anteriores, es posible trazar y resolver el triángulo vertical.

EC = 99 Nudos. CF = 121 Nudos.

1 (Ángulo de marca en B) = 90°

2 (Ángulo de marca en A) = 160°

Razón de ascenso de A: 600' / min. - línea AE. Razón de ascenso de B = línea -BF.

Ángulo C de colisión = $180 (160 + 9) = 11^\circ$

La velocidad AC = 99.5 nudos. La velocidad BC = 122 nudos.

La razón de acercamiento (línea AB) = 68 nudos. La velocidad de descenso de B = 1800' / min.

La velocidad verdadera de B = 123.3 nudos (para una razón de ascenso de 1800' por minuto y una velocidad horizontal de 122 nudos).

Resumiendo:

Donde: V_v = Velocidad Verdadera.

123.3 nudos V_v Aeronave "A", Aeronave "B" 100.2 nudos

RA ó D = Razón de ascenso ó descenso. RA ó D = (ascenso) / (descenso)
600' / Min. / 1800' / Min.

Posición de "B" vista desde "A": 120° a la derecha y 160° arriba de la nariz.

Posición de "A" vista desde "B": 45° a la izquierda y 90° bajo la nariz.

Ángulos de colisión: 15° en el plano horizontal y 11° en el vertical. Razones de acercamiento: horizontal: 36 nudos; vertical: 68 nudos.

Razón resultante de acercamiento = 43 nudos (encontrado por comparación de la razón horizontal con las razones combinadas de ascenso.)

6. Conclusiones del Problema.

Tomando en consideración que la aeronave "A" era un Cessna 172 monoplano de ala alta, lo primero

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

que se puede pensar es que el piloto u otro de los ocupantes no pudieron haber visto la proximidad de la aeronave “B”. El examen de los dibujos a escala, del Cessna 172 revela que el piloto no pudo ver a la aeronave “B”; si bien los ocupantes del asiento derecho trasero pudieron haberla visto con solo voltear hacia atrás y hacia arriba.

El piloto del Beechcraft Bonanza (aeronave “B”) debió ver fácilmente a la aeronave “A” con solo mirar hacia la izquierda y ligeramente hacia abajo; ya que se comprobó que las condiciones atmosféricas eran satisfactorias.

CONCLUSIONES

En cada caso de colisión, es importante que todos los pasos de la investigación se realicen cuidadosamente. Es por esto que se sugiere la realización de una serie de dibujos explicativos con el fin de simplificar y facilitar el desarrollo de ésta. Finalmente se recomienda el siguiente procedimiento para la solución de este tipo de investigaciones.

- Determinar si la colisión ocurrió durante un alcance o bien si tendió ser del tipo de choque directo.
- Trazar los triángulos correspondientes (a escala si es posible)
- Resolverlos ya sea matemática o gráficamente.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 22.

REGISTRADORES DE VOZ Y VUELO

GENERALIDADES.

La expresión "registradores de vuelo" comprende dos tipos independientes y distintos de registradores de a bordo, es decir, el registrador de los datos de vuelo y el registrador de la voz en el puesto de pilotaje: las lecturas de estos dos registradores deben sincronizarse para que sean de la máxima utilidad en la investigación de accidentes.

El registrador de los datos de vuelo, frecuentemente denominado "FDR" (por sus siglas en inglés), es un aparato para registrar, en función del tiempo, los valores de determinados parámetros de vuelo básicos y definidos, mientras que el registrador de voz, frecuentemente denominado "CVR" (por sus siglas en inglés) consiste en un aparato para registrar las conversaciones de la tripulación en el puesto de pilotaje, las intercomunicaciones, las difusiones por la red de altavoces y las comunicaciones con los Servicios de Tránsito Aéreo.

Es conveniente que las autoridades encargadas de la investigación de accidentes dispongan de una lista del tipo y de la ubicación de los registradores de voz y datos con respecto a cada explotador y tipo de aeronave matriculada en el Estado.

Los registradores de datos de vuelo no eliminan la investigación de accidentes, sino que constituyen otra fuente de información de que puede disponer el investigador y se reconoce extensamente su utilidad en la investigación de accidentes de aviación. En el Anexo 6 de la OACI así como en la Norma Oficial Mexicana número NOM-022- SCT3-2001, figuran las especificaciones físicas y obligatorias del uso de los registradores que han de llevar ciertos tipos de aviones y varios Estados exigen, con arreglo a lo prescrito por sus leyes, que los aviones de la categoría de transporte público estén equipados con registradores de vuelo, mientras que otros Estados toman disposiciones de carácter administrativo para su utilización.

Debe observarse que los párrafos siguientes de este capítulo, se refieren a la finalidad primordial del registrador de datos de vuelo a saber, la investigación de accidentes y a la planificación que se requiere que lleven a cabo las autoridades encargadas de la investigación de accidentes en lo tocante a la selección de parámetros, a la instalación y a la protección del registrador, para que, en el caso de ocurrir un accidente, se pueda contar con datos adecuados y pertinentes.

Cabe señalar que los registradores de voz y datos son llamados comúnmente "cajas negras", sin embargo, ambos son de color naranja o amarillo con material reflejante para facilitar su localización, de igual manera están hechos de un material sumamente resistente para que puedan sobrevivir a los impactos a que están expuestos.

REGISTRADORES DE DATOS DE VUELO (FDR).

Finalidad del registrador de datos de vuelo.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El registrador de datos tiene como finalidad primordial proporcionar suficiente información que permita al investigador de accidentes reconstruir en tres dimensiones la trayectoria de vuelo del avión, para determinar la actitud del avión en la reconstrucción del vuelo y evaluar las fuerzas que actuaron sobre el avión y motivaron su trayectoria y actitud de vuelo. Si el registrador cuenta con suficiente capacidad, es conveniente registrar también el funcionamiento de ciertos sistemas, instalaciones o instrumentos, con objeto de facilitar la averiguación del origen de dichas fuerzas.

Selección de parámetros.

La determinación de la trayectoria de vuelo de una aeronave se efectúa utilizando el registro de los parámetros de altitud indicada, velocidad indicada y rumbo magnético en función del tiempo registrado. La carga dinámica de la aeronave en el plano normal a la aeronave (vertical local) se registra mediante un acelerómetro instalado dentro de los límites admisibles de desplazamiento del centro de gravedad de la aeronave. Estos parámetros son fundamentales para cualquier registrador que se proyecte utilizar para la investigación de accidentes. La experiencia ha demostrado que puede ser de mucha ayuda y verdaderamente importante, la adición de los parámetros angulares de cabeceo y balanceo para determinar la actitud de la aeronave. (En su defecto, pueden utilizarse para el mismo fin registros de la velocidad angular de cabeceo y balanceo, pero en algunos casos quizás resulte difícil la determinación del plano de referencia).

Ha sido objeto de debate el orden de prioridad que ha de concederse a cualquier parámetro adicional, pero en términos generales, lo que le sigue en orden de importancia es contar con el registro de los ángulos de desviación de las superficies primarias de mando de vuelo (timones de profundidad, alerones, timón de dirección, plano de cola de incidencia variable, aletas anti sustentadoras (spoilers, etc.) la posición de los flaps y los parámetros de potencia de los motores. Los parámetros de los motores dependerán de la clase de motores, si se trata de turbo reactores, turbohélices o motores de émbolo y de sus características. Por ejemplo, cuando se decida medirse y registrarse, debe tomarse en consideración la postcombustión, si se trata de turbo reactores de dos o tres rodets, del turbofan o del empuje negativo. Se verá probablemente que, antes de que pueda hacerse una evaluación lo suficientemente precisa del rendimiento de los motores, es esencial un mínimo indispensable de por lo menos dos parámetros por motor. Para fines del cálculo aerodinámico y de la potencia de los motores, también es necesario registrar la temperatura del aire estático.

Para utilizar la capacidad sobrante del registrador de vuelo, los parámetros deben seleccionarse a base del tipo de aeronave de que se trate y de sus instalaciones, teniendo también presente la necesidad de registrar las señales del equipo de radionavegación. Esto puede comprender el paso por la vertical de radiofaros de 75 Mc/s, señales de desviación del ILS, posiciones de la aguja del indicador radiomagnético, etc. Es ventajoso incluir un señalador de "acontecimiento" para indicar la posición, en el registro, en la que el piloto haya indicado que ha ocurrido algún acontecimiento de interés.

Actualmente, existen registradores de datos que pueden contener de 18 hasta los 1000 parámetros de registro, abarcando trayectoria, velocidad, actitud, rumbo, potencia o empuje del motor, configuración y operación de la aeronave, dispositivos de sustentación, resistencia aerodinámica, funcionamiento del motor, etc.

Instalación y protección.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

La mayoría de los registradores de datos de vuelo, probablemente todos, están dotados de carretes de registro ("cassettes") protegidos contra choques e incendio, pero en el medio en que ocurre el accidente intervienen en grado extremo la inercia, la compresión, la penetración y el calor. Puede que sea antiaconómico, por lo que se refiere al peso, la protección contra estos factores extremos teniendo que recurrir al revestimiento de protección del registrador únicamente.

Por esto es conveniente tener en cuenta la elevada probabilidad de que el choque ocurra en la dirección de vuelo normal, utilizando la estructura de la aeronave para absorber la mayor parte de la energía del choque e instalando el registrador (o carrete de registro) en la sección de cola de la aeronave. El estudio de muchos accidentes ha mostrado también que la sección de cola es menos propensa a los estragos del fuego. Esto no debe considerarse en el sentido estricto, puesto que la estructura, más ligera, del cono de cola se desprende algunas veces al ocurrir un accidente, pero normalmente el punto más adecuado es el lugar situado inmediatamente detrás del larguero del plano de cola, dentro del fuselaje.

El material del que están hechos es de acero inoxidable o titanio, la protección contra el fuego se consigue normalmente con una superficie reflejante del calor, con material aislante o ambas cosas, por lo que el registrador de vuelo puede permanecer en su sitio, entre los restos quemados de una aeronave, durante 30 minutos a una temperatura igual a los 1100°C. La protección contra los efectos de inmersión prolongada en agua salada plantea problemas respecto a la preservación de las cualidades impermeables del carrete de registro, ya que puede resultar averiada la banda en él contenida por haber estado expuesta a los efectos del agua salada, por lo que ahora, cuentan con un dispositivo automático de localización subacuática que emite una señal de 37.5 Khz por segundo facilitando así, su localización resistiendo hasta un periodo de 30 días sumergido en agua salada a 20 000 pies. Por último, debe recordarse que el registrador de vuelo debe resistir los efectos de los productos químicos que es probable que se escapen al ocurrir accidentes de aviación. Entre tales productos químicos figuran los agentes extintores de incendios, fluidos hidráulicos, combustibles hidrocarbonados, etc.

Sistemas de registro.

Existen tres tipos de registradores de datos de vuelo, es decir: los de grabación en cinta metálica, los fotográficos y los electromagnéticos.

→ Sistema de grabación en banda metálica.

Se trata de un aparato casi totalmente autónomo, montado dentro de una caja esférica protectora: el registrador comprende una banda de aluminio o de acero (o variantes de estos metales) que sale de una bobina alimentadora y que pasando por una platina especial, se arrolla en otra receptora a una velocidad proporcional al tiempo. Al pasar por la platina, los estiletes producen una muesca o bien graban la banda desplazándose a partir del borde de ésta o de un punto de referencia marcado; el desplazamiento es proporcional al valor del parámetro a que se refiere. Los estiletes actúan eléctrica o mecánicamente y la bobina gira con un motor eléctrico.

Sus ventajas son: simplicidad, lectura directa (aunque es conveniente contar con un aparato de lectura) y presentación gráfica inmediata de los datos. Entre sus limitaciones figuran: falta de flexibilidad, su vulnerabilidad cuando ha sufrido daños el recubrimiento protector y en algunos tipos, los diferentes tiempos para cada parámetro hacen difícil la lectura. El efecto de la inercia puede también imponer limitaciones debido al empleo de estiletes que actúan mecánicamente. El sistema no se presta al

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

tratamiento automático de datos.

→ Sistema fotográfico.

El registrador fotográfico y el de banda metálica grabada están basados en principios similares; la diferencia principal entre los dos es que la banda metálica se substituye por un papel fotosensible y los estiletes por espejos de muy pequeñas dimensiones que reflejan en el papel la luz de una fuente luminosa. El desplazamiento angular de los espejos es proporcional al valor del parámetro objeto de medición. Con este sistema se puede ampliar la escala de tiempo para las fases del vuelo realizadas a baja velocidad, tales como el despegue y el aterrizaje, lo que permite aumentar la precisión de la lectura.

Estas precauciones son importantes puesto que debe observarse sumo cuidado al extraer el medio grabado del registrador para impedir arrugas, desgarres, rasguños o estrías ocasionadas por el estilete. Los desgarres y arrugas causan distorsión que no puede eliminarse completamente. Los rasguños y las estrías fortuitas causadas por el estilete producen indicaciones erróneas y tienden a confundir las señales grabadas. Esto ocurre especialmente con la banda de aluminio utilizada en el sistema de grabación en lámina metálica. Por lo que en el lugar del accidente no debe intentarse extraer del registrador la banda grabada; el elemento completo debe empacarse cuidadosamente para su envío.

Si, en una fase ulterior, se ha de enviar a alguna parte el medio grabado, no debe cortarse justamente la parte cuya lectura interesa, sino que debe enviarse toda la banda. Esto es necesario debido a la posible necesidad de examinar vuelos anteriores registrados en la banda con objeto de conseguir datos de calibración y corrección. En las bandas metálicas no debe utilizarse cinta adhesiva o engomada de ninguna clase. Estas cintas producen arrugas que no se pueden alisar. En lugar de ello, antes de utilizar la cinta adhesiva, envuélvase con papel la bobina y la cinta metálica. De esta manera se impedirá también que sufra desperfectos la banda metálica durante su manipulación.

→ Sistema fotográfico.

Debe ejercerse sumo cuidado al sacar el registrador de los restos del avión con objeto de que no se deforme su revestimiento externo para que no pueda penetrar luz, obscureciendo la fotografía. En los casos en que, debido a la fuerza del choque, haya resultado averiada la caja del registrador, ésta debe cubrirse lo antes posible con materiales opacos para impedir que penetre más luz.

No debe hacerse ninguna tentativa, en el lugar del accidente, para extraer la información fotográfica del registrador. Debe empacarse cuidadosamente toda la unidad para su envío.

→ Sistemas electromagnéticos.

Es de suma importancia que no se utilicen detectores de minas ni dispositivos similares en la búsqueda de cualquier clase de registrador electromagnético de vuelo, puesto que esto podría borrar, lo que está en él registrado.

Algunos tipos de registradores electromagnéticos, especialmente con los que se utiliza hilo como medio de registro, están equipados con carretes se parables. Es sumamente conveniente soltar el carrete y permitir que el freno actúe sobre el mecanismo de arrastre del hilo para impedir que éste se rompa cuando se transporta.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Lectura y análisis.

Existen dos etapas claramente definidas a las que debe atenderse el investigador de accidentes al utilizar un registro de datos de vuelo, a saber: la etapa de lectura y la de análisis.

Lectura.

La etapa de lectura tiene por objeto proporcionar una representación numérica precisa de los parámetros registrados, ya sea gráficamente o en forma numérica tabulada. Para hacer esto, es necesario evaluar las características y la magnitud de las correcciones que hay que hacer a los datos originales, lo que forzosa mente exige un conocimiento del sistema de registro que normalmente sólo poseen los constructores y entidades especializadas.

Es necesario tener en cuenta correcciones tales como la compensación por error de calibración de los transductores, el error de los instrumentos y error de posición referente al pitot y a los parámetros de medición de la estática. Cuando se han hecho todas las correcciones, incluso las correspondientes a determinada instalación de aeronave, resulta casi invariablemente preferible preparar una representación gráfica de los parámetros registrados tomando como base el mismo tiempo; sin embargo, en los casos en que ello es posible, suele ser de mucha ayuda disponer de una presentación numérica tabulada. Por último, tal vez sea posible conservar la información corregida en tarjetas perforadas o en cintas magnéticas para su tratamiento y representación gráfica ulterior mediante calculadores.

Con las grabaciones, de cualquier tipo que sean, sólo será posible obtener lecturas de los datos esenciales cuando se disponga de equipo de lectura apropiado. Para efectuar la lectura, quizás sea necesario permitir que la grabación se envíe a algún lugar que no esté bajo la jurisdicción del Estado que realiza la investigación, en cuyo caso debe encargarse al representante acreditado del Estado en que pueda hacerse la lectura que se asegure de que se conceda la prioridad y seguridad apropiadas para conseguir la lectura en cuestión. De ser así, el representante acreditado debe proporcionar oportunamente al Estado que lleva a cabo la investigación la lectura completa, así como también una explicación del método de trabajo utilizado para obtenerla.

- Grabación en banda metálica: En el caso de registradores de banda metálica es conveniente que se utilice equipo apropiado que corrientemente esté dotado de microscopio binocular o de medios más modestos de amplificación, a fin de determinar con suficiente precisión los valores de los parámetros en relación con las marcas de referencia y el tiempo básico utilizado. A este respecto, constituye una solución ideal disponer de una definición numérica en relación con las coordenadas X e Y. Puede que sea necesario, para cada parámetro, hacer correcciones respecto al tiempo básico desplazado, así como conocer el sistema de grabación, es decir si es de registro continuo o selectivo.
- Registro fotográfico: En cuanto al equipo de registro fotográfico se requiere saber la velocidad gradual de actuación del mecanismo de registro y los motivos de las limitaciones fotográficas en lo tocante al tiempo de exposición, en los casos en que haya divergencias considerables respecto a la norma.
- Registro electromagnético: En el caso de sistemas de frecuencia modulada, deben hacerse correcciones, cuando proceda, por desplazamiento de la referencia y respecto a la actuación gradual, teniendo en cuenta los niveles de ruido de fondo admisibles. Con los sistemas numéricos, la lectura de los datos originales es habitualmente precisa, excepto cuando ocurren

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

interrupciones de magnitud excepcional y esto es evidente.

→ Análisis.

La etapa de análisis, a diferencia de la lectura, la lleva a cabo corrientemente el investigador de accidentes en consulta con especialistas en aerodinámica y otros expertos, más bien que el técnico que está familiarizado con los registradores de vuelo. Puede ser necesario de cualquier modo, construir un gráfico de la energía total de la aeronave con objeto de obtener más información, tal como los cambios de régimen de la potencia de los motores y la configuración de la aeronave, al mismo tiempo que se toma en consideración más información registrada pero no utilizada en los cálculos de energía. Es necesario hacer un examen detenido y detallado de la lectura corregida, con el fin de conseguir la correlación apropiada entre los parámetros definidos o determinar los motivos por los cuales no guardan correlación los valores registrados.

Es importante la reconstrucción de la trayectoria de vuelo en un mapa a gran escala, así como una indicación de las alturas o altitudes pertinentes, pero debe tenerse gran cuidado en el trazado de los virajes, especialmente si era irregular la velocidad angular de viraje. En una fase subsiguiente, es necesario que el grupo "Operaciones" o la persona que esté a cargo de la investigación relacione la información obtenida de fuentes ajenas al registro de vuelo con la trayectoria de vuelo reconstruida y determine los motivos a que obedecen las discrepancias con la reconstrucción general, a partir de la trayectoria de vuelo inicialmente prevista.

Nuevos avances.

Ha quedado extensamente demostrada la utilidad del registro de datos de vuelo y no puede haber ninguna duda de que con el transcurso del tiempo aumentará la gama de los datos de vuelo registrados. Es pues importante tener presente que, como objetivo básico, debe existir un grado general de compatibilidad entre los diversos sistemas de registro de datos de vuelo. La disponibilidad de más información registrada hará, inevitablemente, que tengan que aumentarse las actividades necesarias para la lectura y análisis de los datos. Por lo tanto, tendrán que considerarse métodos perfeccionados para llevarlo a cabo.

La primera fase podría consistir en la lectura y corrección de datos automática y luego en su representación gráfica, también automática y por lo menos en cierto grado, en el análisis con calculadores. Los avances que se hagan posteriormente podrían conducir a un sistema mediante el cual la salida de datos de vuelo del registrador alimentaría la entrada de datos de un simulador de vuelo apropiado, de modo que la reconstrucción de los acontecimientos que ocasionaron el accidente pudiesen observarse de manera similar a lo realmente ocurrido.

REGISTRADORES DE LA VOZ EN EL PUESTO DE PILOTAJE (CVR).

Generalidades.

La conveniencia de instalar registradores de la voz en el puesto de pilotaje de las aeronaves de transporte aéreo obedece a que en varios accidentes, caracterizados por situaciones de emergencia repentinas y peligrosas, la tripulación de vuelo no pudo comunicarse con los Servicios de Tránsito Aéreo.

En estos casos, en los que la tripulación no sobrevivió, se perdió la información que la tripulación

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

hubiera podido facilitar referente a la causa y a la naturaleza de la emergencia. Unos estudios efectuados en 1960 revelaron que, disponiendo de micrófonos y equipo de filtro adecuado, era posible obtener grabaciones razonablemente inteligibles con un micrófono instalado en el puesto de pilotaje en condiciones ruidosas más bien intensas. Algunos países exigen la instalación de registradores de la voz en el puesto de pilotaje de todos los aviones grandes equipados con turbina y cuatrimotores de transporte con cabina de presión, dotados de motores alternativos. Las condiciones de empleo de este equipo normalmente comprenden reglas para la utilización de los registradores, normas de actuación para su homologación y normas que regulan el método de instalación en el avión.

Finalidad del registrador de voz.

La finalidad primordial del registrador de voz, es proporcionar al investigador de accidentes información directa de las observaciones y evaluaciones que hacen los tripulantes de las condiciones de a bordo y de los procedimientos por ellos empleados al tratar de hacer frente a la situación de emergencia en que se hallan.

La experiencia ha demostrado que también quedan registrados otros sonidos importantes, por ejemplo, los de la manipulación de los interruptores, los de funcionamiento de los selectores de los flaps y del tren de aterrizaje, las señales orales de advertencia, el ruido de los motores, el ruido en cabina relacionado con los cambios de velocidad, alarmas, etc. Esta clase de información es de considerable ayuda para el investigador, especialmente cuando, a base del registro, puede determinar el momento preciso de cada sonido.

Selección de parámetros.

Normalmente, los registradores de voz, cuentan con diferentes canales auditivos, los hay desde 4 hasta 12 canales diferentes, entre los que se encuentran el canal del capitán de la aeronave, el primer oficial, de tripulación de refuerzo, ambiental y el de la comunicación con los Servicios de Tránsito Aéreo, en donde se registra lo siguiente:

- Comunicaciones radiotelefónicas transmitidas o recibidas por el avión.
- Conversaciones entre los miembros de la tripulación de vuelo en cabina.
- Conversaciones entre los miembros de la tripulación de vuelo en cabina, utilizando el sistema de comunicación interna de la aeronave, con las sobrecargos.
- Señales orales o acústicas identificadoras de las ayudas para la navegación y aproximación, captadas con auricular o altavoz.
- Comunicaciones de los miembros de la tripulación de vuelo utilizando los altavoces de la cabina de pasajeros, cuando exista dicha red y no se esté utilizando la cuarta pista de registro.
- Todos aquellos sonidos ambientales que pueden ser percibidos dentro de la cabina de mando de la aeronave.

Para registrar eficazmente las voces de los miembros de la tripulación de vuelo, en el puesto de pilotaje se instala un micrófono en el mejor emplazamiento posible para registrar las comunicaciones telefónicas de los puestos del primer y segundo piloto, así como las comunicaciones telefónicas de otros miembros de la tripulación dentro de cabina que se transmiten a dichos puestos. Debe tenerse cuidado en emplazar el micrófono y ajustar o suplementar los preamplificadores y filtros del registrador para conseguir un elevado nivel de inteligibilidad de las comunicaciones registradas, cuando su grabación se haga en condiciones ruidosas en cabina durante el vuelo.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Los registradores de voz deben instalarse de modo que cada fuente de información descrita anteriormente se registre por separado, en distinta pista. Esto puede lograrse de la manera siguiente:

- Primera pista: Desde cada micrófono, auricular o altavoz utilizado en el puesto del primer piloto.
- Segunda pista: Desde cada micrófono, auricular o altavoz utilizando en el puesto del segundo piloto.
- Tercera pista: Desde el micrófono montado en el puesto de pilotaje.
- Cuarta pista: Desde los micrófonos correspondientes a la red de altavoces del avión.

Instalación y protección.

La instalación de los registradores de la voz en el puesto de pilotaje debe hacerse de modo que reciban energía eléctrica de la barra colectora que proporciona la mayor confiabilidad para el funcionamiento del registrador sin poner en peligro el servicio para satisfacer otras cargas esenciales o de emergencia, se disponga de un medio automático para detener el funcionamiento de cada dispositivo borrador en el momento de producirse el choque; y se cuente con medios auditivos o visuales para la verificación, previa al vuelo, del funcionamiento del registrador, así como de que se reduzca al mínimo la probabilidad de que se active y ponga en funcionamiento inadvertidamente el borrador instantáneo, al producirse el choque.

Las cajas de protección que contienen los registradores deben colocarse y montarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de rotura resultante del impacto, así como los daños subsiguientes que, debido al fuego puedan sufrir los registradores. Para satisfacer esta condición, la caja debe ubicarse lo más hacia atrás posible, pero no debe colocarse en lugares en que pueda resultar aplastada por el peso de los motores de popa.

Al igual que los registradores de datos, los registradores de voz están fabricados de material sumamente resistente a los impactos, tolerando una fuerza de hasta 3 400 veces su peso, cuentan con tolerancia al fuego, inmersión en mar, materiales aislantes y por supuesto de material reflejante para su fácil localización.

Traslado y manipulación.

Debe tenerse sumo cuidado al manipular el registrador de voz, nunca debe intentar abrirse, sino empacarlo con gran cuidado en la caja destinada especialmente para su envío, que normalmente proporciona el constructor y expedirlo al laboratorio autorizado para su lectura.

Lectura y análisis.

Al utilizar el registro de la voz en el puesto de pilotaje, el investigador de accidentes debe seguir tres fases a saber: lectura/transcripción, función de sincronización y la fase en la cual se realiza la correlación con el registrador de datos de vuelo.

La fase de lectura tiene por objeto proporcionar una transcripción escrita lo más precisa posible de las palabras y sonidos registrados en la banda. Para lograrlo, es necesario emplear un aparato especial de repetición, diseñado (corrientemente por el constructor) para reproducir los sonidos grabados en la banda de determinado tipo de registrador de la voz en el puesto de pilotaje. Como en algunos casos el investigador no dispondrá de este equipo, quizás sea necesario permitir el traslado del registrador, de la

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

jurisdicción del Estado que realiza la investigación, con objeto de obtener por lo menos la lectura inicial de lo grabado en él. Al igual que en el caso del registrador de datos de vuelo, debe encargarse al representante acreditado del Estado en que pueda hacerse la lectura que se asegure de que se conceda la prioridad y seguridad apropiadas para conseguir la lectura en cuestión. En este caso, el representante acreditado debe proporcionar al Estado que lleva a cabo la investigación una transcripción (las comunicaciones escuchadas en el audio plasmadas en papel identificando el canal del cual proviene cada una) de las comunicaciones pertinentes y en su oportunidad, una nueva grabación completa de cada pista, así como también una explicación sobre el equipo y técnicas utilizados.

La segunda fase, o sea la de sincronización, comprende la averiguación del momento preciso correspondiente a las comunicaciones radiotelefónicas grabadas en la banda, así como la determinación de si el registrador estaba funcionando a su velocidad nominal. La determinación puede hacerse comparando las pistas de registro radiotelefónico grabadas, con las grabaciones efectuadas en tierra en las dependencias de control de tránsito aéreo, las cuales tienen generalmente alguna forma de señal horaria, transmitida por radio, superpuesta o correlacionada en la banda. Con estos métodos, así como utilizando otros medios (v. g. el registro sismográfico), el investigador puede determinar tiempos de referencia en la banda del registrador de voz que pueden usarse para relacionar las comunicaciones o sonidos de cabina.

La determinación de la precisión de la velocidad de la banda también puede hacerse con el método adecuado, en los casos en que durante el período de funcionamiento del registrador de voz no se hayan recibido señales horarias ni comunicaciones radiotelefónicas, la precisión de los datos sobre el tiempo transcurrido puede obtenerse ajustando la velocidad de repetición de la banda de grabación, de modo que se establezca exactamente en 400Hz. la señal inducida en la frecuencia de la mayoría de las bandas originales.

Completadas las fases indicadas, es posible una vez establecida una hora verdadera (o un valor del tiempo transcurrido a partir de un punto de referencia), correlacionar los datos obtenidos del registrador de la voz del puesto de pilotaje con los conseguidos de la lectura del registrador de datos de vuelo.

Notas técnicas.

En estos casos, no se debe filtrar excesivamente ciertos espectros de frecuencias, puesto que su atenuación exagerada causaría casi inevitablemente un tanto de distorsión de los sonidos de la conversación, que posiblemente llevaría a evaluar incorrectamente el contenido de las comunicaciones orales de la cabina de mando.

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CAPITULO 23.

ENTRENAMIENTO EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

GENERALIDADES.

El entrenamiento en el trabajo ocurre en el lugar de trabajo. El nuevo trabajador aprende mientras desempeña sus labores. Esta capacitación, también se le conoce como “manos en el entrenamiento”.

Este tiene muchas ventajas, y algunas desventajas si este no se planea y se realiza adecuadamente. Uno de los problemas principales que tiene es encontrar el momento ideal para realizarlo; la persona que lo imparte debe estar segura de que las responsabilidades del trabajo se cumplan junto con las de capacitación.

La persona que proporciona este tipo de entrenamiento debe conocer y poseer las habilidades necesarias del trabajo que se realiza mientras es capaz también de proporcionar capacitación. Se debe tener mucho cuidado de no proporcionar malos hábitos de trabajo o enseñar métodos de trabajo irrelevantes o ineficientes al nuevo trabajador.

Este tipo de entrenamiento es beneficioso para la DGAC y para el empleado. Este resulta con un costo-beneficio muy alta ya que no es necesario separarse del lugar de trabajo.

En la Dirección de investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación, este se vuelve muy importante ya que muchas actividades a desempeñar por el trabajador no es posible enseñarlas en un salón de clase ni tampoco contar con el material de trabajo fácilmente.

Se programa un tiempo mínimo de 8 meses para cumplir las tareas necesarias para un entrenamiento completo. Este debe ser proporcionado preferentemente por la misma persona. Tanto el nuevo empleado como el instructor deben firmar la hoja de actividades y en el caso de que estas sean impartidas por otra persona o institución se debe contar con una copia del certificado o diploma y preferentemente con la firma del instructor.

Al final de este entrenamiento sobre el trabajo se realizará una evaluación por parte de la Dirección de Investigación de Accidentes e incidentes para verificar si es o no necesario repetir alguna de las actividades para obtener el mejor desempeño del empleado en sus actividades. Se acompaña un formato que debe ser anexado al expediente del empleado.

Bibliografía

DOC 333 de investigación de accidentes de la OACI Manual de Investigación de Accidentes CIAAC, 1980

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

**FORMATO DE EVALUACIÓN DEL ENTRENAMIENTO SOBRE EL TRABAJO (OJT)
DAIAI-OJT**

REVISIÓN No ORIGINAL, 24 DE AGOSTO DE 2011.

I.- DATOS GENERALES	
1. NOMBRE:	
2. CREDENCIAL DGAC:	
3. FECHA DE INICIO:	4. FECHA DE TÉRMINO:
5. LUGAR EVALUACIÓN:	6. FECHA EVALUACIÓN:
7. TIEMPO PROGRAMADO:	8. TIEMPO UTILIZADO:
9. NOMBRE DEL EVALUADOR:	10. ÁREA DE ADSCRIPCIÓN:
11. NÚMERO DE CREDENCIAL DGAC:	12. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN:
13. RECOMENDACIONES:	

II.- COMPETENCIAS DE LOS INSPECTORES VERIFICADORES AERONÁUTICOS, INVESTIGADORES DE ACCIDENTES E INCIDENTES	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluador	Evaluado	Evaluador	Evaluado	

Investigación de Incidentes, participante.					
1	Aeronaves pequeña (Menor a 5700 kg.)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /
2	Aeronaves grandes (mayor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /
3	Helicóptero	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /
Investigación de accidentes, participante.					
4	Aeronaves pequeña (Menor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /
5	Aeronaves grande (aeronave mayor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /
6	Helicóptero	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluador	Evaluado	Evaluador	Evaluado	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
7	Aeronaves pequeña (Menor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
8	Aeronaves grande (aeronave mayor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
9	Helicóptero	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
Investigación de Incidentes, investigador.						
10	Aeronaves pequeña (Menor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
11	Aeronaves grande (aeronave mayor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
12	Helicóptero	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
Investigación de Accidentes, investigador.						
13	Aeronaves pequeña (Menor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
14	Aeronaves grande (aeronave mayor a 5,700 kg)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
15	Helicóptero	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
16	Evaluación investigaciones	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
17	Formatos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
18	Equipo	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
19	Investigación de campo	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
20	Peligros en la investigación de campo	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
21	Materiales Peligrosos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
22	Manejo del riesgo de la investigación	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
23	Sistema DIAI	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
24	Sistema ECCAIRS	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
25	Taxonomías OACI, Sistema y	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
26	Sinopsis o reporte preliminar	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
27	Análisis de información Comandancias (DGAC 14)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
28	Armado de expediente	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
29	Envió/recepción de información	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
30	Captura en Sistema	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
31	Captura en ECCAIRS	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
32	Mecánica de impacto, animaciones	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
33	Reporte en formato Anexo 13	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
34	Sesión dictamen	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
35	Administración de un caso numeración	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
36	Evaluación de Documentación y análisis	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
37	Apertura de motor reciproco	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
38	Apertura de motor de turbina	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
39	Grabadora de Voz	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
40	Grabadora de datos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
41	Grabación, información pantalla CTA	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
42	Empate de grabaciones	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
43	Reportes meteorológicos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
44	Autopsias	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
45	Expedientes médicos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
46	Entrevista tripulación	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
47	Entrevista testigos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
48	Expediente licencias	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
49	Bitácora de vuelos y entrenamientos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
50	Bitácora de vuelos aeronave	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
51	Peso y balance	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
52	Manual de vuelo y Mantenimiento	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
53	Bitácora planeador, motor y hélice	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
54	Boletines y directivas	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
55	Programa de mantenimiento	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
56	AOC, introducción, requerimientos y manuales	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
57	Jeppessen, PIA	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
58	Legislación aeronáutica	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
59	Alar / CFIT	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
60	ADM / CRM	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
61	Operaciones de vuelo, documentación	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
62	Meteorología	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
63	Aerodinámica avión	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
64	Aerodinámica helicóptero	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
65	Aeropuertos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
66	Helipuertos	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
67	GPS	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
68	Fotografía	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
69	Procedimientos CTA	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
70	Radar	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
71	Simulador de vuelo avión	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
72	Simulador de vuelo helicóptero	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
73	Vuelo Avión, (03:00 hrs)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
74	Vuelo helicóptero, (03:00)	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
75	Cámara de altitud	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
76	Fallas reportadas	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
77	Impactos con ave	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
78	ACAS / TCAS	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

CONTINUACIÓN	CUMPLIMIENTO				Observaciones
	Participación		Evaluación parcial		Matrícula, institución, Instructor.
	Evaluable	Evaluable	Evaluable	Evaluable	

Investigación de Accidentes, Autoridades extranjero.						
79	Anexo 13 OACI	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
80	Nociones Búsqueda y Salvamento	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
81	Formatos de Búsqueda y salvamento	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
82	Coordinaciones	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
83	Seguimiento de eventos Búsqueda y Salvamento	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
84	Fin de búsqueda y salvamento, inicio de investigación	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	
85	Evaluación de tareas adicionales y complementarias	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES	
		RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	RUBRICA	
		FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	FECHA / /	

ÁREAS RESPONSABLES

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC)
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DAIAI)

PROCEDIMIENTO:
OBJETIVO ESTRATÉGICO

MANUAL DE ADIESTRAMIENTO DE INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES

III.- OBSERVACIONES GENERALES

PERSONAL PARTICIPANTE:	
NOMBRE Y FIRMA DEL EVALUADOR:	NOMBRE Y FIRMA DEL EVALUADO:

DECLARACION

Una vez concluido el entrenamiento de cada tarea establecida en la matriz anterior, confirmo que el Inspector Verificador Aeronáutico cuyo nombre aparece en dicha matriz, puede firmar como Inspector Verificador Aeronáutico respecto de la(s) tarea(s) correspondiente(s), estando bajo las ordenes de su Jefe inmediato o de la persona delegada por este.

PERSONAL PARTICIPANTE:	
FECHA: / / DIRECTOR DEL ÁREA:	FECHA: / / DIRECTOR DE CAPACITACIÓN (CIAAC):