

Manual del Curso Teórico de Piloto Privado de Avión



MÓDULO D

Factores Humanos

15 horas · Temas 17 al 27

Según RAAC 141 · Apéndice A · V Edición Mayo 2026

- Factor humano, rendimiento y limitaciones
- Fisiología de vuelo
- Psicología social
- Factores que afectan el rendimiento
- Entorno físico
- Trabajo en equipo
- Comunicación
- Situación de riesgo
- Error humano
- Reportes e investigación del error humano
- Gestión de amenazas y errores (TEM)

Índice de Contenidos

Prefacio	9
Cómo está organizado este manual.....	10
Carga horaria sugerida (15 horas cátedra)	10
Programa oficial — Módulo D (RAAC 141 Apéndice A, V Edición Mayo 2026)	11
Niveles de aprendizaje	11
Temas del Módulo D — Factores Humanos (15 horas)	12
Abreviaturas y siglas utilizadas	13
PARTE 1 — Conocimiento del factor humano, rendimiento y limitaciones humanas. Fisiología de vuelo	15
Capítulo 1. ¿Qué son los Factores Humanos?.....	15
1.1 Definición y propósito.....	15
1.2 Breve historia: por qué FFHH es una asignatura obligatoria hoy	15
Capítulo 2. El modelo SHELL	16
2.1 Origen y descripción.....	17
2.2 Ejemplos de cada interfaz aplicada al PPA.....	17
Capítulo 3. Fisiología de vuelo — la atmósfera y el cuerpo	18
3.1 La atmósfera relevante para la fisiología	18
3.2 El sistema respiratorio	19
3.3 Hipoxia	19
3.4 Hiperventilación.....	23
3.5 Intoxicación por monóxido de carbono (CO).....	24
3.6 Sistema cardiovascular y aceleraciones.....	25
Capítulo 4. La visión	26
4.1 Anatomía y funcionamiento básico	26
4.2 Adaptación a la oscuridad.....	27
4.3 Visión nocturna y altitud.....	28
4.4 Acomodación y enfoque	28
4.5 Limitaciones del sistema visual en aviación.....	28
Capítulo 5. El oído y los sistemas de equilibrio.....	30
5.1 Anatomía del oído.....	30
5.2 Audición y daño por ruido.....	30
5.3 Barotrauma del oído	31
5.4 Sistema vestibular y equilibrio.....	31
5.5 Desorientación espacial e ilusiones	32

PARTE 2 — Psicología social.....	36
Capítulo 6. Personalidad, actitudes y motivación.....	36
6.1 Personalidad: rasgos relevantes en aviación	36
6.2 Las cinco actitudes peligrosas del piloto.....	36
6.3 Motivación y desempeño.....	38
Capítulo 7. Percepción social, influencia y normas de grupo	39
7.1 Influencia social y conformidad	39
7.2 Presión de pares y «get-there-itis».....	40
7.3 Diferencias culturales.....	41
PARTE 3 — Factores que afectan el rendimiento	43
Capítulo 8. Fatiga	43
8.1 Tipos de fatiga	43
8.2 Síntomas y degradación del rendimiento	43
8.3 Higiene del sueño.....	44
8.4 La mnemotécnica IMSAFE.....	45
Capítulo 9. Estrés	46
9.1 Naturaleza del estrés	46
9.2 Respuesta de estrés	46
9.3 Gestión del estrés	46
Capítulo 10. Alimentación, hidratación y sustancias	47
10.1 Alimentación	47
10.2 Hidratación.....	47
10.3 Alcohol	47
10.4 Otras drogas y sustancias.....	48
10.5 Medicación.....	49
10.6 Donación de sangre	49
10.7 Buceo previo al vuelo.....	49
Capítulo 11. Salud general y autoevaluación.....	50
11.1 El Certificado Médico Aeronáutico	50
11.2 Limitaciones impuestas en el CMA	51
PARTE 4 — Entorno físico	52
Capítulo 12. Temperatura.....	52
12.1 Calor	52
12.2 Frío	53
Capítulo 13. Ruido y vibración	54

Capítulo 14. Aceleraciones.....	54
Capítulo 15. Ergonomía de cabina	54
Capítulo 16. Presión y altitud — recordatorio integrado	55
PARTE 5 — Trabajo en equipo	56
Capítulo 17. CRM y SRM	56
17.1 Origen y evolución del CRM.....	56
17.2 SRM — CRM aplicado al monopiloto.....	57
17.3 Roles en doble comando.....	57
Capítulo 18. Liderazgo, seguimiento y asertividad	58
18.1 Liderazgo	58
18.2 Seguimiento (Followership)	58
18.3 Asertividad	58
Capítulo 19. Carga de trabajo y delegación	59
Capítulo 20. Pasajeros: gestión y briefing.....	60
PARTE 6 — Comunicación.....	61
Capítulo 21. Modelo básico de la comunicación	61
Capítulo 22. Barreras en la comunicación	62
22.1 Barreras físicas	62
22.2 Barreras del lenguaje	62
22.3 Barreras psicológicas.....	62
22.4 Barreras culturales y jerárquicas.....	62
Capítulo 23. Comunicación radial — aplicación PPA	62
23.1 Principios de la fraseología estándar	63
23.2 Errores frecuentes de PPA argentino.....	63
23.3 Confirmación de instrucciones críticas (read-back).....	63
23.4 Comunicación con pasajeros	64
23.5 Autodiálogo y verbalización.....	64
PARTE 7 — Situación de riesgo	66
Capítulo 24. Conceptos de peligro, riesgo y vulnerabilidad	66
24.1 Definiciones.....	66
24.2 Matriz de riesgo	67
Capítulo 25. Percepción del riesgo y sesgos	68
25.1 Sesgos cognitivos relevantes	68
25.2 Defensas contra los sesgos	69
Capítulo 26. Modelo PAVE y mnemotécnica 5P	69

26.1 PAVE — checklist de riesgo previo al vuelo	69
26.2 5P — checklist iterativa antes y durante el vuelo	70
Capítulo 27. Aeronautical Decision Making (ADM)	70
27.1 El modelo DECIDE.....	70
27.2 Decisión bajo presión de tiempo: NDM y reconocimiento de patrón	72
PARTE 8 — Error humano	73
Capítulo 28. Naturaleza del error humano	73
28.1 Definición y filosofía.....	73
28.2 La perspectiva moderna del error.....	73
Capítulo 29. Clasificación de errores	73
29.1 Clasificación de Rasmussen (SRK)	73
29.2 Clasificación de Reason (slips, lapses, mistakes, violations)	74
29.3 Ejemplos PPA por categoría	75
Capítulo 30. El modelo de Reason (queso suizo)	75
Capítulo 31. HFACS — Human Factors Analysis and Classification System	77
31.1 Estructura HFACS	77
31.2 Aplicación HFACS a un caso típico PPA	78
Capítulo 32. Errores específicos del PPA— taxonomía operacional.....	78
32.1 Continuación VFR en IMC	78
32.2 Agotamiento de combustible.....	79
32.3 Pérdida de control en baja velocidad	79
32.4 CFIT en montaña	79
32.5 Runway excursions.....	80
PARTE 9 — Reportes e investigación del error humano. Documentación apropiada.....	81
Capítulo 33. Cultura de seguridad y cultura justa.....	81
33.1 Tipos de cultura de seguridad	81
33.2 La «cultura justa».....	81
Capítulo 34. La JST y el sistema argentino	82
34.1 Roles de los organismos.....	82
34.2 Definiciones operativas (Anexo 13 OACI, adoptadas por Argentina)	83
Capítulo 35. Reportes — qué, cómo, cuándo	83
35.1 Reportes obligatorios (MOR)	83
35.2 Reportes voluntarios (ASR — Aviation Safety Reports)	83
35.3 Documentación que el piloto debe llevar y conservar	84
Capítulo 36. Investigación de accidentes — proceso	84

36.1 Lectura crítica de informes JST	85
PARTE 10 — Monitoreo y auditoría	86
Capítulo 37. Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS)	86
37.1 Origen y concepto	86
37.2 SMS en aeroclubes y escuelas argentinas.....	86
37.3 SSP — programa estatal (State Safety Program - Programa Estatal de Seguridad Operacional).....	86
Capítulo 38. Auditoría operacional	87
38.1 Tipos de auditoría	87
38.2 Indicadores de seguridad operacional	87
Capítulo 39. Autoauditoría del piloto PPA	87
PARTE 11 — Actuación humana correspondiente al Piloto Privado de Avión. Gestión de amenazas y errores (TEM)	89
Capítulo 40. Modelo TEM — Threat and Error Management	89
40.1 Tres conceptos centrales	89
40.2 Categorías de amenazas	89
40.3 Gestión de amenazas (Threat Management)	90
40.4 Gestión de errores (Error Management)	90
40.5 Gestión del estado indeseado de la aeronave (UAS Management)	91
Capítulo 41. Aplicación TEM a la operación PPA en Argentina	92
41.1 Briefing TEM antes del vuelo	92
41.2 Casos típicos TEM en PPA en Argentina	92
Capítulo 42. Filosofía operativa final del PPA	95
42.1 La regla de oro	95
42.2 Las tres preguntas del piloto al mando.....	95
42.3 Mínimos personales del PPA.....	95
42.4 La mejor inversión en seguridad	95
Bibliografía y fuentes consultadas	97
Normativa argentina	97
Publicaciones aeronáuticas argentinas.....	97
Documentos OACI.....	97
Textos clásicos en Factores Humanos.....	98
Manuales y publicaciones FAA.....	98
Textos académicos y aplicados	98
Medicina aeronáutica y fisiología	99
Recursos didácticos y formativos.....	99

Recursos digitales recomendados 99

MANUAL DEL ALUMNO

FACTORES HUMANOS

EN AVIACIÓN

Curso de Piloto Privado de Avión (PPA)

República Argentina — Regulación ANAC (RAAC)

Material de instrucción teórica — 15 horas cátedra

Áreas de conocimiento

1. Factor humano, rendimiento y limitaciones humanas. Fisiología de vuelo.
2. Psicología social.
3. Factores que afectan el rendimiento.
4. Entorno físico.
5. Trabajo en equipo.
6. Comunicación.
7. Situación de riesgo.
8. Error humano.
9. Reportes e investigación del error humano.
10. Monitoreo y auditoría.
11. Actuación humana del PPA. Gestión de amenazas y errores (TEM).

Edición de instrucción — Uso académico

Prefacio

Este manual es material didáctico de referencia para la asignatura «Factores Humanos» del Curso de Piloto Privado de Avión (PPA) en la República Argentina. Está estructurado para cubrir las 15 horas cátedra exigidas y desarrolla las once áreas de conocimiento del programa oficial, alineadas con el Anexo 1 OACI, las orientaciones del Doc. 9683 (Manual de Instrucción sobre Factores Humanos) y los Reglamentos Argentinos de Aviación Civil (RAAC) aplicables a la formación de pilotos.

Durante décadas, la formación de pilotos PPA se concentró casi exclusivamente en aspectos técnicos — aerodinámica, motor, instrumentos, navegación, meteorología, reglamentación—. La incorporación obligatoria de Factores Humanos como asignatura propia es relativamente reciente y responde a un dato de la realidad: la inmensa mayoría de los accidentes de aviación general no tiene causa técnica, sino que se origina en la cadena de decisiones, percepciones, comunicaciones y limitaciones humanas del piloto. Estadísticamente, entre el 70 % y el 80 % de los accidentes y graves incidentes de aviación general en Argentina y en el mundo se atribuyen primaria o significativamente a factores humanos: pérdida de conciencia situacional, decisiones bajo presión, fatiga, desorientación espacial, automedicación, mala gestión del combustible, «get-there-itis» (apuro por llegar), continuación VFR en condiciones de IMC (Instrumental Meteorological Conditions), errores de comunicación con ATC.

La asignatura no es «teoría blanda» complementaria. Es la materia que enseña al alumno a operar el sistema más complejo de la cabina: él mismo. El piloto privado que aprueba el examen de PPA ha demostrado, además del dominio técnico, una comprensión funcional de sus propias limitaciones, de los procesos cognitivos que lo llevan a tomar decisiones, de los sesgos que pueden engañarlo, de las técnicas para gestionar amenazas antes de que se conviertan en errores, y de los procedimientos formales de reporte y aprendizaje en seguridad operacional.

Este manual está diseñado para el curso de Piloto Privado de Avión, por lo que el material está orientado a operación VFR diurna en aviones livianos y deportivos típicos de la flota nacional (Cessna 152/172, Piper PA-28, Tecnam P2002/P2008, Diamond DA20/DA40, Aero Boero, Cessna 150/182), con referencias al marco regulatorio argentino (RAAC 61, 91, 67, certificación médica aeronáutica, JST, ANAC, EANA, SMN). Las situaciones de ejemplo y los escenarios usados están tomados o adaptados de la operación cotidiana en aeródromos argentinos.

Cómo está organizado este manual

La materia se divide en once áreas exigidas por el programa oficial PPA; cada una es una Parte del manual. La secuencia está pensada para construir conocimientos: primero el individuo (anatomía y fisiología de vuelo, psicología, factores de rendimiento, entorno físico), luego el contexto (trabajo en equipo, comunicación), después la amenaza (situación de riesgo, error humano), después el aprendizaje (reportes, monitoreo y auditoría) y, finalmente, la síntesis aplicada al PPA (TEM y aeronaves livianas).

- Parte 1 — Conocimiento del factor humano, rendimiento y limitaciones humanas. Fisiología de vuelo.
- Parte 2 — Psicología social.
- Parte 3 — Factores que afectan el rendimiento.
- Parte 4 — Entorno físico.
- Parte 5 — Trabajo en equipo.
- Parte 6 — Comunicación.
- Parte 7 — Situación de riesgo.
- Parte 8 — Error humano.
- Parte 9 — Reportes e investigación del error humano. Documentación apropiada.
- Parte 10 — Monitoreo y auditoría.
- Parte 11 — Actuación humana del PPA. Gestión de amenazas y errores (TEM).

Carga horaria sugerida (15 horas cátedra)

Bloque	Contenido	Horas
1	Introducción a FFHH. Modelo SHELL. Fisiología: respiración, hipoxia, hiperventilación, sistema cardiovascular	1,5
2	Visión, audición, sistemas de equilibrio. Desorientación espacial e ilusiones	1,5
3	Psicología social: personalidad, actitudes peligrosas, motivación, percepción social	1,5
4	Factores que afectan el rendimiento: fatiga, estrés, salud, alimentación, sustancias, medicación, IMSAFE	1,5
5	Entorno físico: temperatura, ruido, vibración, presión, aceleraciones, ergonomía de cabina	1,0
6	Trabajo en equipo y CRM/SRM. Liderazgo y subordinación	1,0

7	Comunicación verbal, no verbal y radiofónica. Barreras y errores	1,0
8	Situación de riesgo: percepción, evaluación, modelos PAVE / 5P / DECIDE	1,0
9	Error humano: clasificación SHELL, modelo Reason, taxonomía HFACS	1,5
10	Reportes e investigación: ASR/MOR, cultura justa, JST, documentación	1,0
11	Monitoreo y auditoría: SMS, SSP, auditoría operacional	1,0
12	Actuación humana del PPA. TEM aplicado. Casos prácticos	1,5
	TOTAL	15,0

NOTA: La distribución es indicativa. El instructor adaptará tiempos al ritmo del grupo, incorporando casos JST reales como material de discusión. Se recomienda fuertemente una clase final con simulación de toma de decisiones (ejercicios PAVE y DECIDE) y una sesión de discusión sobre incidentes anónimos.

Programa oficial — Módulo D (RAAC 141 Apéndice A, V Edición Mayo 2026)

El siguiente programa corresponde al Módulo de materia D del Apéndice A de la RAAC Parte 141, edición vigente. Establece los temas obligatorios y el nivel de aprendizaje requerido para cada uno al completar el curso.

Niveles de aprendizaje

Para las diversas materias que comprende el currículo del curso, se establecen los siguientes niveles de aprendizaje, determinando el grado de conocimiento, pericia y aptitudes que se requiere de los estudiantes al completar cada materia:

Nivel	Descripción
Nivel 1	Conocimiento básico de principios generales. No requiere el desarrollo de pericia y habilidad práctica. Se alcanza a través de la instrucción teórica, la demostración y discusión.
Nivel 2	Comprensión de principios generales relacionados con los conocimientos adquiridos. Requiere del desarrollo de habilidades para realizar operaciones básicas. Se alcanza a través de la instrucción teórica, la demostración, discusión y de aplicación práctica limitada.
Nivel 3	Fijación profunda de los fundamentos y un alto grado de aplicación práctica. Habilidad práctica para aplicar los conocimientos con rapidez, precisión y buen juicio. Desarrollo de habilidades y preparación suficiente para operar una aeronave con seguridad.

Temas del Módulo D — Factores Humanos (15 horas)

Nivel	Tema N°	Descripción del tema
3	17	Conocimiento del factor humano, rendimiento y limitaciones humanas. Fisiología de vuelo.
2	18	Psicología social.
2	19	Factores que afectan el rendimiento.
2	20	Entorno físico.
3	21	Trabajo en equipo.
3	22	Comunicación.
3	23	Situación de riesgo.
3	24	Error humano.
3	25	Reportes e investigación del error humano, documentación apropiada.
3	26	Monitoreo y auditoría.
3	27	Actuación humana correspondiente al PPA, incluido los principios de gestión de amenazas y errores.

Abreviaturas y siglas utilizadas

Sigla	Significado
FFHH / HF	Factores Humanos / Human Factors
OACI / ICAO	Organización de Aviación Civil Internacional
ANAC	Administración Nacional de Aviación Civil (autoridad argentina)
EANA	Empresa Argentina de Navegación Aérea S.E.
JST	Junta de Seguridad en el Transporte
INMAE	Instituto Nacional de Medicina Aeronáutica y Espacial (Argentina)
RAAC	Reglamentos Argentinos de Aviación Civil
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
AME	Aviation Medical Examiner — Médico examinador aeronáutico
SHELL	Modelo Software-Hardware-Environment-Liveware-Liveware
CRM	Crew Resource Management — Gestión de los recursos de cabina/tripulación
SRM	Single-pilot Resource Management — CRM para un solo piloto
TEM	Threat and Error Management — Gestión de amenazas y errores
ADM	Aeronautical Decision Making — Toma de decisiones aeronáuticas
SOP	Standard Operating Procedure — Procedimiento operativo estándar
SA	Situational Awareness — Conciencia de la situación
SMS	Safety Management System — Sistema de Gestión de la Seguridad
SSP	State Safety Programme — Programa Estatal de Seguridad Operacional
MOR / ASR	Mandatory / Aviation Safety Report — Reporte obligatorio / voluntario de seguridad
VFR / IFR	Visual / Instrument Flight Rules
VMC / IMC	Visual / Instrument Meteorological Conditions
AGL / AMSL	Above Ground Level / Above Mean Sea Level
PIC	Pilot-In-Command — Piloto al mando

DUI	Driving Under the Influence — Equivalente argentino: alcoholemia en vuelo (prohibida)
IMSAFE	mnemotécnica de autoevaluación: Illness/Medication/Stress/Alcohol/Fatigue/Eating-Emotion
PAVE	mnemotécnica: Pilot, Aircraft, enVironment, External pressures
5P	mnemotécnica: Plan, Plane, Pilot, Passengers, Programming
DECIDE	Modelo de decisión: Detect, Estimate, Choose, Identify, Do, Evaluate
HFACS	Human Factors Analysis and Classification System
CFIT	Controlled Flight Into Terrain — Impacto controlado contra el terreno
LOC-I	Loss of Control — In flight
IMC inadvertido	Continuación VFR en condiciones meteorológicas instrumentales no buscadas
G	Aceleración expresada en unidades de gravedad
dB	Decibel — unidad de nivel de presión sonora
BAC	Blood Alcohol Concentration — Concentración de alcohol en sangre

PARTE 1 — Conocimiento del factor humano, rendimiento y limitaciones humanas. Fisiología de vuelo

Esta parte establece el marco conceptual de la disciplina Factores Humanos y luego se concentra en el alumno-piloto como sistema biológico. Volar es someter al cuerpo a una situación para la cual no fue diseñado evolutivamente: altitud, aceleración, vibración, ruido, baja humedad, ausencia de referencias terrestres, demandas cognitivas continuas. Conocer cómo responde cada sistema corporal a estos estímulos es la base para no convertirse en una víctima de la propia fisiología.

Capítulo 1. ¿Qué son los Factores Humanos?

1.1 Definición y propósito

Factores Humanos es una disciplina aplicada que estudia el rendimiento, las capacidades y las limitaciones del ser humano operando en sistemas complejos —entre ellos, la aviación— con el objetivo de optimizar la interacción persona-sistema para mejorar la seguridad, la eficiencia y el bienestar. No es psicología pura, ni medicina, ni ingeniería: es la zona de superposición de las tres.

OACI define la disciplina (Doc. 9683, Human Factors Training Manual) como «el estudio de las capacidades y limitaciones del ser humano en el ámbito operacional y la aplicación de ese conocimiento al diseño, certificación, formación, operación y mantenimiento de los sistemas aeronáuticos».

Para el alumno PPA, la materia tiene tres niveles de aplicación práctica:

- Conocer cómo funciona el cuerpo del piloto: vista, oído, equilibrio, respiración, fatiga, estrés.
- Conocer cómo funciona la mente del piloto: percepción, atención, memoria, toma de decisiones, sesgos.
- Conocer cómo interactúa el piloto con el avión, con otros (instructor, ATC, pasajeros) y con el entorno.

1.2 Breve historia: por qué FFHH es una asignatura obligatoria hoy

Las primeras décadas de la aviación atribuyeron casi todos los accidentes a fallas técnicas. A medida que los aviones se hicieron más confiables, esa proporción se invirtió: los accidentes técnicos son hoy una minoría y los humanos, la mayoría. Algunos eventos históricos catalizaron la disciplina:

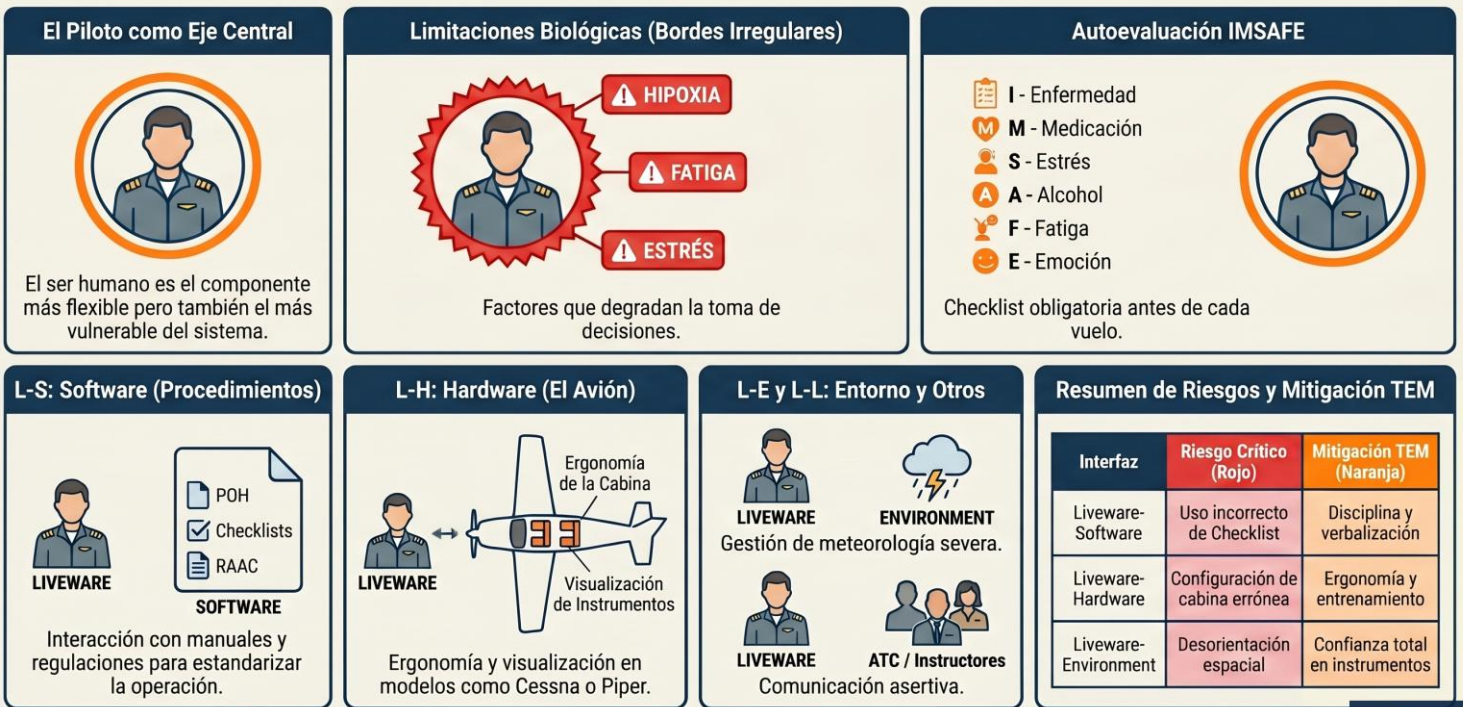
- 1972, Eastern Air Lines 401 (Everglades, Florida): tripulación absorta en un foquito quemado del indicador de posición del tren de aterrizaje, autopiloto desactivado por descuido, impacto contra el terreno. Caso fundacional de la pérdida de conciencia situacional.
- 1977, Tenerife (KLM y Pan Am, Los Rodeos): 583 muertos, mayor accidente de aviación civil. Causa: malentendido de fraseología entre comandante KLM y torre, presión por demora, tripulación que no cuestionó al capitán autoritario. Caso fundacional del CRM.

- 1978, United 173 (Portland): agotamiento de combustible mientras la tripulación analizaba un problema de tren de aterrizaje. Comandante autoritario que no escuchó las advertencias del primer oficial y del mecánico de vuelo. United comenzó tras este accidente el primer programa formal de CRM.
- 1989, United 232 (Sioux City): falla catastrófica del motor central que dañó los tres sistemas hidráulicos. Tripulación liderada por el comandante Al Haynes que, integrando al instructor que viajaba como pasajero, logró un aterrizaje semicontrolado salvando 184 de las 296 personas a bordo. Caso paradigmático de CRM funcionando.
- Aviación general argentina: la JST publica regularmente informes sobre accidentes con causas predominantemente humanas (continuación VFR en IMC, agotamiento de combustible, pérdida de control en baja velocidad, errores en mantenimiento por personal no habilitado).

La incorporación de FFHH como asignatura obligatoria en licencias de piloto a nivel mundial fue impulsada por OACI con el Anexo 1 y desarrollada en el Doc. 9683 (1991, ediciones posteriores). En Argentina, la ANAC adoptó estos lineamientos en las RAAC.

Capítulo 2. El modelo SHELL

El Modelo SHELL: El Corazón de la Seguridad en el Vuelo



El modelo SHELL muestra las interacciones del piloto (Liveware central) con Software, Hardware, Entorno y otros tripulantes.

2.1 Origen y descripción

El modelo SHELL, propuesto por Elwyn Edwards en 1972 y ampliado por Frank Hawkins en 1975, es la herramienta conceptual estándar para entender el factor humano en aviación. Visualiza al ser humano (Liveware, L central) como núcleo de cuatro interfaces con su entorno:

- S — Software: procedimientos, listas de control (checklists), manuales (POH, AIP, NOTAM), regulación (RAAC), simbología de cartas, fraseología, costumbres operacionales.
- H — Hardware: el avión y sus sistemas físicos. Cabina, mandos, instrumentos, asientos, equipos.
- E — Environment: entorno externo (meteorología, terreno, espacio aéreo, ruido ambiente) e interno (temperatura, vibración, presión, iluminación de cabina).
- L — Liveware (otros humanos): instructor, copiloto eventual, ATC, mecánicos, despachadores, pasajeros, familia.
- L (central) — Liveware (el propio piloto): factor central, con sus capacidades y limitaciones físicas, fisiológicas, psicológicas y psicosociales.

La clave del modelo es la idea de «interfaces»: cada par L-S, L-H, L-E, L-L es una interfaz. Los desajustes en cualquiera de ellas son una potencial fuente de error y de accidente. La imagen clásica muestra el bloque L central con bordes irregulares (representando las limitaciones humanas) y los otros bloques con bordes que deben adaptarse a esa forma irregular. Si los bordes no se ajustan, se producen «vacíos» o «conflictos» —oportunidades de error—.

2.2 Ejemplos de cada interfaz aplicada al PPA

Interfaz L-H (piloto-avión): el alumno PPA vuela típicamente un Cessna 152/172 o un Piper PA-28. Ejemplos de problemas L-H:

- Altura insuficiente del asiento para alumno de baja estatura: vista de pista deficiente.
- Cinturón mal ajustado, dificultad para alcanzar pedales.
- Mando de mezcla y de paso confundidos por proximidad y color en algunos aviones.
- Tablero antiguo con instrumentos de orientación no estándar (configuración «six pack» variable).
- Avión recién entregado de mantenimiento con un nuevo equipo cuya operación el piloto no domina (un GPS distinto, un transponder Modo S nuevo).

Interfaz L-S (piloto-procedimientos): un PPA se enfrenta a múltiples documentos a la vez: POH/AFM del avión, RAAC 91, AIP, AIC, NOTAM, cartas VAC del aeródromo. Ejemplos:

- Lista de control no usada o usada parcialmente, omitiendo ítems críticos.
- Procedimiento de salida visual de un aeropuerto no consultado antes del vuelo.
- NOTAM del día no leídos: pista del destino cerrada.
- Fraseología improvisada que no es entendida por torre en frecuencia saturada.

- Cambio de POH entre dos aviones del mismo modelo (C172N vs. C172R): el alumno aplica procedimientos del avión anterior.

Interfaz L-E (piloto-entorno): el clima argentino tiene una enorme variabilidad regional. Ejemplos:

- Calor extremo en verano del NOA (Salta, Tucumán): performance degradada y fatiga térmica del piloto.
- Viento severo y persistente del oeste en Patagonia y Cuyo: turbulencia, dificultad de aterrizaje con viento cruzado.
- Niebla matinal en el delta del Paraná y zona pampeana: condiciones VMC marginales.
- Polvo en suspensión (Zonda): visibilidad reducida en Mendoza.
- Cabina sin climatización: a 35 °C en verano, el piloto pierde concentración.

Interfaz L-L (piloto-otros humanos): los problemas más frecuentes son:

- Comunicación deficiente con instructor durante doble-comando (el alumno no pregunta lo que no entiende).
- Pasajero ansioso que distrae al PPA con pocas horas de vuelo.
- Familia que presiona por «llegar a tiempo a la fiesta» empujando una decisión de seguir el vuelo en condiciones marginales.
- ATC saturado, instrucciones en cadena difíciles de seguir.
- Otro piloto en el circuito de un aeródromo no controlado que no anuncia su posición y produce conflicto.

Capítulo 3. Fisiología de vuelo — la atmósfera y el cuerpo

3.1 La atmósfera relevante para la fisiología

La atmósfera estándar (ISA) ya se vio en otras asignaturas. Para la fisiología, lo importante es la presión parcial de oxígeno. A nivel del mar, la atmósfera tiene $\approx 21\%$ de oxígeno con una presión total de 1013,25 hPa, lo que da una presión parcial de O_2 de aproximadamente 159 mmHg. A medida que sube la altitud, la proporción de O_2 permanece igual (21 %), pero la presión total cae y, con ella, la presión parcial. A 18.000 ft la presión total es la mitad de la del mar, y a esa altitud la presión parcial de O_2 es la mitad: insuficiente para que la hemoglobina se sature normalmente.

Capas atmosféricas relevantes:

- Troposfera (0–36.000 ft aprox.): donde opera prácticamente toda la aviación general. Densidad y temperatura disminuyen con la altitud.
- Tropopausa (≈ 36.000 ft): transición.
- Estratosfera y capas superiores (sobre 36.000 ft): irrelevante para PPA.

3.2 El sistema respiratorio

Funciones básicas: entrada de O_2 y eliminación de CO_2 . Componentes esenciales: nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos, alvéolos. En los alvéolos ≈ 300 millones, superficie de intercambio total equivalente a una cancha de tenis, allí ocurre el intercambio gaseoso con la sangre.

El control respiratorio es automático: el centro respiratorio del bulbo raquídeo regula la frecuencia y la profundidad en respuesta a:

- Concentración de CO_2 en sangre (PRINCIPAL estímulo): si CO_2 sube, respiramos más; si baja, respiramos menos.
- Concentración de O_2 (estímulo secundario): solo se activa con caídas grandes.
- pH sanguíneo, temperatura corporal, actividad física.

NOTA: El cuerpo responde más al exceso de CO_2 que a la falta de O_2 . Por eso la hipoxia es traicionera: no «pide aire» como uno esperaría, sino que se instala silenciosamente.

3.3 Hipoxia

La hipoxia es la deficiencia de oxígeno en los tejidos. En aviación general liviana, la forma relevante es la HIPOXIA HIPÓXICA, causada por baja presión parcial de O_2 a elevada altitud.

Otras formas:



La hipoxia reduce la capacidad cognitiva del piloto. El uso de oxígeno suplementario es la primera y más efectiva respuesta.

- Hipoxia hipémica: la sangre transporta menos O₂ del normal. Causas: anemia, intoxicación por monóxido de carbono (CO), donación reciente de sangre, hemorragia.
- Hipoxia por estancamiento: el flujo sanguíneo está reducido. Causas: aceleraciones G+, shock, frío extremo en extremidades.
- Hipoxia histotóxica: los tejidos no pueden utilizar el O₂ que les llega. Causas: intoxicación por cianuro, alcohol, ciertos medicamentos.

3.3.1 Etapas de la hipoxia hipóxica con la altitud

Etapa	Altitud aprox.	Saturación de O ₂	Síntomas y consecuencias
Indiferente	0 – 10.000 ft	98 – 90 %	Sin síntomas claros. Pequeña pérdida de visión nocturna (a partir de 5.000 ft).
Compensatoria	10.000 – 15.000 ft	89 – 80 %	Aumento de FC (Frecuencia Cardíaca) y FR (Frecuencia Respiratoria). Visión nocturna degradada. Tareas complejas se hacen más difíciles. Empieza la zona peligrosa.
Perturbada	15.000 – 20.000 ft	79 – 70 %	Euforia, juicio deficiente, somnolencia, cefalea, cianosis, pérdida de coordinación, dificultad para hablar.
Crítica	sobre 20.000 ft	< 70 %	Convulsiones, inconsciencia rápida, paro cardiorrespiratorio. Mortal en minutos.

Hipoxia en Altitud: La Amenaza Silenciosa para la Seguridad del Vuelo

HIPOXIA HIPÓXICA: DEFINICIÓN Y COMIENZO

Comienzo de Efectos (5,000 ft)



Pérdida de Visión Nocturna

- Presión parcial de oxígeno insuficiente para saturar la sangre, comenzando efectos tan bajo como 5,000 ft.
- Síntomas físicos: Hormigueo en extremidades, cianosis (labios/uñas azules) y visión de túnel

LA TRAMPA DE LA EUFORIA: ENGAÑO SILENCIOSO

Etapa Disturbada: 15,000 - 20,000 ft



Sensación de Bienestar Falsa Euforia

Fallo en Juicio y Coordinación

- A menudo experimentan una **sensación engañosa de bienestar** mientras el **juicio** y la **coordinación** fallan.


TIEMPO DE CONCIENCIA ÚTIL (TCU): VENTANA CRÍTICA

Altitud (ft)	TCU (En Reposo)	TCU (Con Actividad)
15,000 ft	30 minutos	20 minutos
22,000 ft	10 minutos	5 minutos
30,000 ft	1-2 minutos	45 segundos



• Período en que un piloto retiene la habilidad para tareas de seguridad de vuelo tras privación de oxígeno.

RESPUESTA DE EMERGENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD



Oxígeno Suplementario Inmediato

Fumar (Altitud Fisiológica +5,000 ft)

Fatiga Actividad Física

- Si se detecta hipoxia o pérdida de presión, **descender inmediatamente** por debajo de 10,000 ft o usar oxígeno antes de que expire el TCU.

Flightpath

La hipoxia se vuelve peligrosa antes de que el piloto la perciba: el Tiempo Útil de Conciencia disminuye drásticamente con la altitud.

Síntomas típicos de la hipoxia (los primeros que aparecen para un piloto en altitud sin oxígeno):

- Cefalea sorda, mareo leve.
- Sensación de bienestar inexplicada o euforia («estoy muy bien, está todo perfecto»). Es uno de los signos **MÁS PELIGROSOS**: el piloto cree estar bien justo cuando empieza a degradarse.
- Hormigueo en dedos, labios.
- Coloración violácea de uñas y labios (cianosis).
- Visión de túnel, dificultad para enfocar instrumentos.
- Cálculo aritmético se vuelve difícil. Pérdidas de atención.
- Respiración más profunda y más rápida sin notarlo.
- Somnolencia, agotamiento.

3.3.2 Tiempo útil de conciencia (TUC) y reserva

El TUC es el tiempo durante el cual, tras una pérdida súbita de O₂ (despresurización en vuelo a alta altitud), un piloto mantiene la capacidad de realizar acciones útiles para recuperarse. Es **CRÍTICAMENTE** corto:

Altitud	TUC en reposo	TUC con actividad
15.000 ft	30 min	20 min
18.000 ft	20–30 min	10 min
22.000 ft	10 min	5 min
25.000 ft	3–5 min	2–3 min
30.000 ft	1–2 min	45 s
35.000 ft	30–60 s	30 s

NOTA: Para PPA en Argentina, los TUC sobre 18.000 ft son académicos: la operación VFR PPA no requiere ir allí normalmente. Lo relevante es entender que en montaña (cruzar la cordillera por Cristo Redentor a 14.000 – 16.000 ft) los efectos sutiles ya están operando y el piloto debe contar con oxígeno suplementario o aterrizar.

3.3.3 Normativa argentina sobre oxígeno

La regulación argentina (RAAC 91) establece para vuelos sin presurización (la mayoría de la aviación general liviana):

- Sobre 10.000 ft AMSL hasta 13.000 ft AMSL: la tripulación debe disponer de O₂ y usarlo durante exposiciones de más de 30 minutos. (Verificar edición vigente del RAAC: las cifras pueden variar).
- Sobre 13.000 ft AMSL: el uso de O₂ es OBLIGATORIO para tripulación y debe estar DISPONIBLE para pasajeros.
- Para vuelos nocturnos y operaciones críticas, se recomienda O₂ desde altitudes más bajas (5.000 – 6.000 ft) por la pérdida temprana de visión nocturna.

ADVERTENCIA: Cruzar la cordillera de los Andes en un avión liviano (paso Cristo Redentor a 12.500 – 14.000 ft, Pino Hachado a 5.500 ft, otros) exige planificación rigurosa de oxígeno. Volar sin O₂ a 14.000 ft por más de un par de horas degrada el juicio aun sin que el piloto lo perciba. Múltiples accidentes en cordillera tienen este factor en su cadena.

3.3.4 Susceptibilidad individual y factores agravantes

- Tabaquismo: un fumador tiene CO en su sangre (5–10 % de la hemoglobina ocupada por CO en lugar de O₂). Su «altitud fisiológica» es 4.000–5.000 ft más alta que su altitud real.
- Anemia: menos glóbulos rojos = menos transporte de O₂.
- Edad avanzada: tolerancia reducida.
- Ejercicio físico previo al vuelo o durante el vuelo (mover cargas).
- Frío y fatiga aumentan susceptibilidad.

- Algunas medicaciones (antihistamínicos sedantes).
- Estado nutricional: hipoglucemia agrava los síntomas.

3.4 Hiperventilación

Es el opuesto de la hipoxia desde el punto de vista del balance de gases: respiración demasiado rápida o profunda, que elimina más CO₂ del que se produce. Al caer el CO₂, sube el pH sanguíneo (alcalosis respiratoria) y se producen síntomas. Suele ser desencadenada por:

- Estrés agudo, ansiedad, miedo (turbulencia severa, situación inesperada).
- Dolor.
- Vómitos o náusea.
- A veces, intentando «respirar más» creyendo que se necesita más O₂.

Síntomas de hiperventilación (notablemente similares a los de la hipoxia, lo que crea confusión):

- Hormigueo en labios, dedos, alrededor de la boca.
- Mareo, sensación de inestabilidad.
- Espasmos musculares (manos en garra, calambres).
- Visión borrosa.
- Sensación de muerte inminente, ansiedad.
- En casos graves, pérdida de conciencia.

¿Hipoxia o hiperventilación? La distinción operacional:

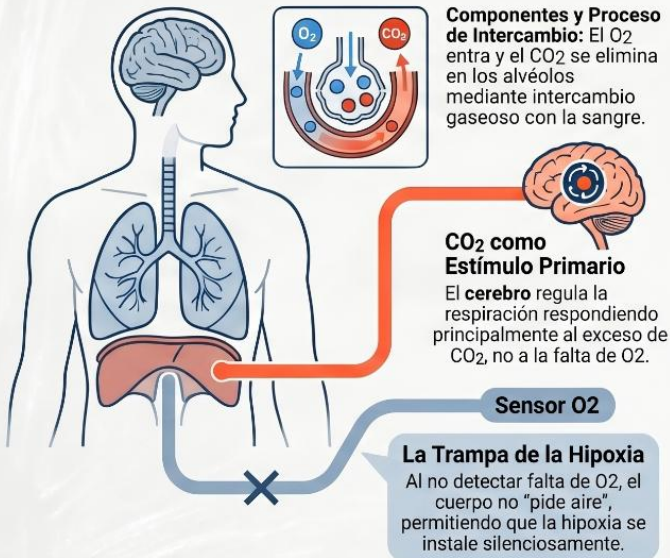
- Si está sobre 10.000 ft AMSL sin O₂: ASUMIR HIPOXIA. Descender o aplicar O₂ inmediatamente.
- Si está bajo 10.000 ft AMSL y se siente estresado: probablemente hiperventilación.
- En la duda: usar O₂ si está disponible. Si los síntomas no mejoran, considerar hiperventilación y bajar el ritmo respiratorio.

Tratamiento de la hiperventilación:

- Identificar y RECONOCER el estado.
- Reducir conscientemente la frecuencia respiratoria (respirar lento y profundo, contar 4 segundos al inhalar, 4 al exhalar).
- Hablar en voz alta (forzar exhalación regular).
- Cantar o contar.
- Respirar dentro de una bolsa (acumula CO₂ y restaura el equilibrio): técnica clásica, no aplicada habitualmente en cabina pero conocida.

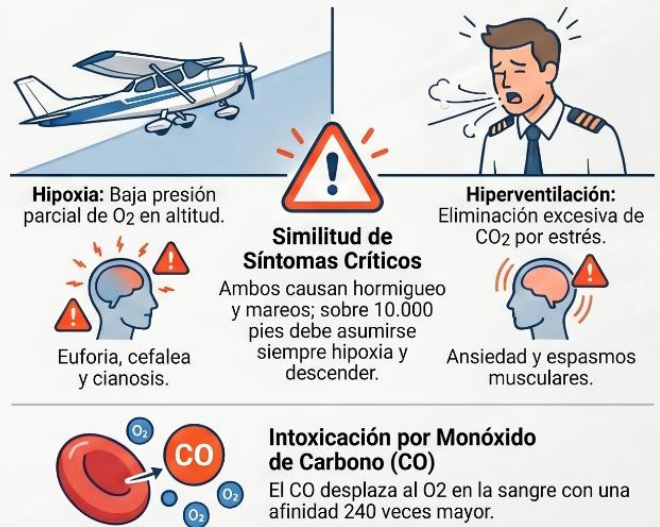
Fisiología Respiratoria en el Vuelo: Guía para el Piloto PPA

ANATOMÍA Y MECANISMO DE CONTROL



RIESGOS GASEOSOS: HIPOXIA E HIPERVENTILACIÓN

Hipoxia Hipóxica vs. Hiperventilación



Flightpath

3.5 Intoxicación por monóxido de carbono (CO)

El CO es el resultado de la combustión incompleta. En aviación general liviana, la fuente típica son los gases de escape del motor, que pueden ingresar a la cabina por:

- Fugas en el sistema de calefacción (que toma aire caliente del colector de escape).
- Sellado deficiente del firewall (mamparo que separa motor de cabina).
- Aspiración por ventilas mal orientadas en tierra.

El CO se une a la hemoglobina con afinidad 240 veces mayor que el O_2 : aun en cantidades muy pequeñas, desplaza al O_2 . Es inodoro, incoloro, insípido. Síntomas iniciales similares a hipoxia y mal de altura: cefalea, mareo, náusea, dificultad para concentrarse, sopor.

Defensa:




- Detectores químicos de CO en cabina (etiquetas adhesivas que cambian de color): baratas, deben renovarse periódicamente, accesibles para la aviación general liviana.
- Si se sospecha CO: cerrar la calefacción del motor, abrir ventilas de aire fresco, descender a altitud baja con aire fresco. Si síntomas persisten, aterrizar precautoriamente.
- Inspección periódica del sistema de escape y de los sellos del firewall (responsabilidad del mantenimiento, pero el piloto debe verificar la etiqueta detectora en el prevuelo).

3.6 Sistema cardiovascular y aceleraciones

El corazón bombea sangre que distribuye O_2 a los tejidos. En aviación general con aviones livianos no acrobáticos, las aceleraciones (G) son moderadas: en virajes coordinados pronunciados se llegan a 2 G, en maniobras bruscas (ráfaga, recogida de picado) a 3 G; los aviones de categoría normal soportan hasta 3,8 G estructuralmente y los acrobáticos hasta 6 G.

Fisiología del Vuelo: El Sistema Cardiovascular y las Aceleraciones (G)

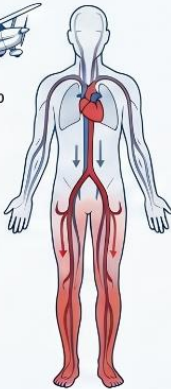
Introducción: El Corazón y las Fuerzas del Vuelo

-  El sistema cardiovascular distribuye oxígeno, vital para la conciencia del piloto y las funciones cognitivas.
-  En vuelo normal (1 G), el corazón funciona eficazmente; las aceleraciones (fuerzas G) en maniobras VFR alteran el flujo sanguíneo.
-  Comprender y gestionar estos efectos fisiológicos es crítico para prevenir la pérdida de control en vuelo (LOC-I).

Aceleraciones Positivas (G+) – De la Cabeza a los Pies



Maniobra:
Viraje Cerrado



G+
Positivas

Progreso de Síntomas (2 G a 3 G)



Visión Gris (Gray-out):
Sangre drena hacia las piernas, pérdida progresiva de visión periférica.

Efectos Críticos (4 G a 5 G)



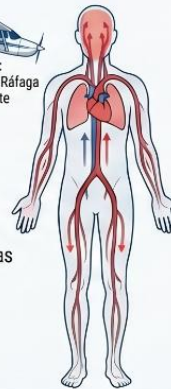
Visión Negra (Black-out) y G-LOC:
El flujo sanguíneo no llega al cerebro, pérdida de visión total y pérdida de conciencia (G-LOC).

Límites de Maniobra VFR: Aviones cat. normal (+3.8 G) superan tolerancia promedio sin entrenamiento. ¡Peligro de LOC-I!

Aceleraciones Negativas (G-) – Hacia la Cabeza



Maniobra:
Picada Brusca o Ráfaga
Descendente



G-
Negativas



El Fenómeno del "Red-out":
Sangre forzada hacia la parte superior, visión rojiza por flujo en capilares oculares.



Baja Tolerancia Humana: Peligro con G negativos. Solo -1 G sostenido puede causar dolores de cabeza intensos o hemorragias oculares.

Situaciones de Riesgo en PPA: Picadas bruscas o ráfagas severas pueden producir factores de carga negativos peligrosos (-1.52 G límite estructural).

Defensas y Seguridad Operacional



Velocidad de Maniobra (VA):
Protección Estructural y Fisiológica.
Mantener por debajo de VA asegura la pérdida del ala antes que daño estructural o incapacitación.



Disciplina de Mandos:
Suavidad en las Correcciones.
Evitar deflexiones bruscas en turbulencia reduce picos de aceleración.



Conciencia Fisiológica:
Creer en los Instrumentos.
Ante ilusiones somatográficas (ej. en despegue), confiar en instrumentos, no en sensaciones vestibulares.

Tolerancia a G+ (positivos, sangre tiende a salir del cerebro hacia las piernas):

- 1 G — normal.
- 2 G — sensación de pesadez, brazos pesados.
- 3 G — visión gris (gray-out): pérdida progresiva de visión periférica.
- 4–5 G — visión negra (black-out): pérdida de visión sin perder conciencia.
- > 5 G — pérdida de conciencia (G-LOC, G-induced Loss Of Consciousness).

Tolerancia a G- (negativos, sangre tiende a ir hacia la cabeza):

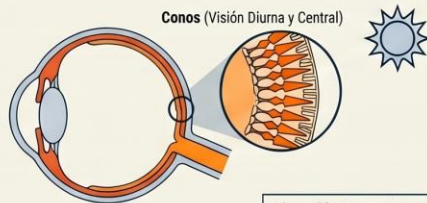
- Muy inferior a G+. Personas normales toleran -1 G algunos segundos.
- Síntomas: visión roja («red-out»), dolor de cabeza, hemorragia ocular en casos extremos.

En vuelo no acrobático, no se alcanzan G+ críticos en operación normal. La relevancia es saber que en ráfagas severas o recogidas bruscas un piloto puede momentáneamente perder visión periférica. La defensa principal: respetar VA (velocidad de maniobra) y no aplicar mandos bruscos.

Capítulo 4. La visión

Fisiología Visual del Piloto: Capacidades y Limitaciones Críticas

Fisiología de la Retina y Receptores (Conos)



- Concentrados en la fóvea; responsables de la agudeza visual, el detalle fino y la percepción de colores.

Adaptación: 5 a 7 minutos

- **Función Principal:** Visión central y color (Día)

Fisiología de la Retina y Receptores (Bastones)

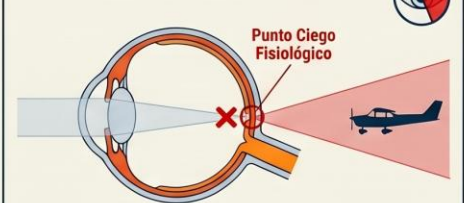


- Ubicados en la periferia; detectan movimiento y formas en baja luz, pero no perciben color ni detalle.

Adaptación: 20 a 30 minutos

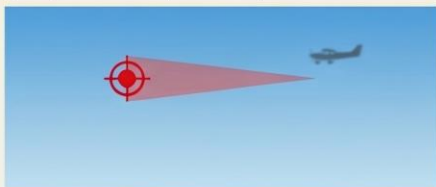
- **Función Principal:** Visión de movimiento (Noche)

Punto Ciego Fisiológico



Zona donde el nervio óptico se une a la retina sin receptores; un tráfico puede ocultarse totalmente allí.

Limitaciones Operacionales (Miopía de Campo Vacío)



Ante un cielo sin nubes ni referencias, el ojo enfoca automáticamente a solo 1-2 metros de distancia.

Técnica de Barrido Visual



Dividir el campo en sectores y enfocar cada uno por 2 segundos; el ojo no detecta objetos mientras se mueve.

Degradación por Hipoxia



Flightpath

El ojo del piloto tiene limitaciones críticas: punto ciego, visión nocturna periférica y pérdida de agudeza en baja iluminación.

El 80 % o más de la información que el piloto usa en VFR es visual. Conocer cómo y cuándo el sistema visual falla es esencial.

4.1 Anatomía y funcionamiento básico

El ojo es una cámara fotográfica biológica:

- Córnea y cristalino: lentes que enfocan la imagen.
- Iris: regula la cantidad de luz mediante el tamaño de la pupila.
- Retina: pantalla sensible que convierte la luz en señales nerviosas.
- Nervio óptico: transmite las señales al cerebro.

La retina tiene dos tipos de receptores:

- Conos: concentrados en la mácula (fóvea, centro de la retina), responsables de la visión diurna detallada y a color. Necesitan buena iluminación.
- Bastones: distribuidos en la periferia de la retina, responsables de la visión nocturna y periférica. Detectan movimiento y forma pero no color ni detalle fino.

Consecuencias operacionales:

- La visión central detallada solo cubre un ángulo de unos 2°. Para leer un instrumento o identificar un avión, hay que MIRAR directamente hacia él.
- La periferia detecta movimiento mejor que detalle. Por eso es útil moverla cuando se barre el cielo en búsqueda de tráfico.
- Punto ciego: donde el nervio óptico entra al ojo no hay receptores. Un avión puede ocultarse exactamente allí. Por eso es necesario mover ligeramente la cabeza al barrer el horizonte.

4.2 Adaptación a la oscuridad

Pasar de luz brillante a oscuridad lleva tiempo:

- Los conos se adaptan rápidamente (5–7 minutos).
- Los bastones tardan 20–30 minutos para alcanzar sensibilidad máxima.
- La adaptación se pierde casi instantáneamente con cualquier luz blanca.

VISIÓN NOCTURNA DEL PILOTO: ADAPTACIÓN FISIOLÓGICA Y TÉCNICAS OPERACIONALES

FASE 1: ADAPTACIÓN FISIOLÓGICA Y LIMITACIONES DE LOS BASTONES

REGLA DE ADAPTACIÓN DE 30 MINUTOS



- Los bastones requieren de 20 a 30 minutos en oscuridad total para alcanzar la sensibilidad máxima.
- **Evite toda luz blanca durante este período.**

FUNCIÓN DE LOS BASTONES Y DALTONISMO



- Los bastones detectan formas y movimiento en la periferia.
- No pueden percibir color ni detalles finos en entornos con poca luz.

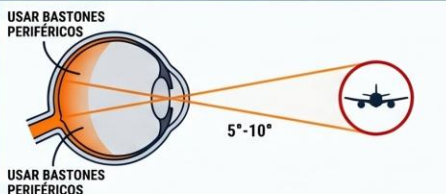
PUNTO CIEGO NOCTURNO CENTRAL



- Por la noche, la fóvea (centro del ojo) se convierte en un punto ciego.
- **Los objetos vistos directamente pueden desaparecer por completo.**

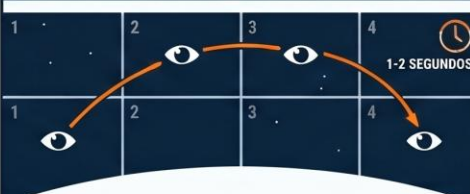
FASE 2: TÉCNICAS DE ESCANEO Y GESTIÓN DE LA VISIÓN

TÉCNICA DE VISIÓN EXCÉNTRICA



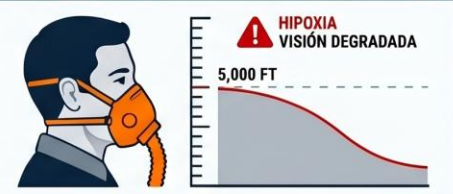
- Para ver un objeto específico por la noche, mire de 5° a 10° fuera del centro.
- Esto utiliza los bastones sensibles a la luz en la periferia.

ESCANEO VISUAL SECTORIZADO



- Divida el cielo en sectores y escanee en "saltos" de 1 a 2 segundos.
- El cerebro no procesa imágenes mientras los ojos se mueven.

PÉRDIDA DE SENSIBILIDAD POR ALTITUD



- La hipoxia por encima de los 5,000 pies degrada significativamente la visión nocturna.
- Use oxígeno suplementario para mantener la agudeza visual.

La visión nocturna requiere adaptación de 20 minutos y técnica de visión excéntrica para aprovechar los bastones de la retina.

Recomendaciones para vuelo nocturno PPA:

- Adaptación previa: 30 minutos en penumbra antes del despegue.
- Uso de luz roja o ámbar en cabina (no destruye la adaptación).
- Evitar mirar luces brillantes (otros aviones, luces de la pista) directamente.
- Si se debe mirar una luz brillante, hacerlo con un solo ojo, manteniendo el otro cerrado.
- Llevar linterna con luz roja a bordo (no blanca).

NOTA: El alumno PPA normalmente operará de noche un mínimo de 3 horas de vuelo (según RAAC 61). Así, éste conocimiento es relevante para esa operación, para el examen y para entender el deterioro de visión cerca del crepúsculo.

4.3 Visión nocturna y altitud

La hipoxia degrada la visión nocturna antes que cualquier otra función:

- A 5.000 ft sin O₂: ya hay pérdida del 10 % de sensibilidad nocturna.
- A 10.000 ft: pérdida del 25 % o más.

Por eso se recomienda O₂ en vuelo nocturno desde altitudes relativamente bajas (5.000–7.000 ft según fuente).

4.4 Acomodación y enfoque

El cristalino cambia de forma para enfocar a distancias distintas. Esta acomodación se degrada con la edad (presbicia, a partir de los 40 años aproximadamente). Para PPA:

- El piloto debe poder leer los instrumentos cercanos y mirar el horizonte a la vez. La fatiga ocular es común tras vuelos prolongados.
- Quienes usan lentes correctores deben llevar un par de repuesto a bordo (lo exige también la regulación: el CMA puede tener restricción que obligue a usar lentes en vuelo).
- Lentes de sol antirreflectantes son útiles a alta altitud: la radiación UV es mayor.

4.5 Limitaciones del sistema visual en aviación

- Vacío vacío (empty field myopia): mirando al cielo vacío sin referencias visuales, el ojo se acomoda a una distancia corta (1–2 m), perdiendo capacidad de detectar tráfico lejano. Defensa: cambiar el enfoque periódicamente a un objeto lejano (extremo del ala, horizonte).
- Visión binocular y profundidad: la profundidad se percibe principalmente por convergencia de los dos ojos y por paralaje. Sobre distancias mayores a 200 m, los dos ojos no aportan diferencia útil; la profundidad depende de pistas monoculares (tamaño relativo, perspectiva, sombras, paralaje del movimiento).

- Visión cromática: la confusión de colores (daltonismo) puede impedir la habilitación PPA si es severa. El CMA Clase 2 evalúa esto.
- Visión periférica y central: el barrido del cielo debe ser sistemático. Método estándar: dividir el campo en sectores y dedicar 1–2 segundos a cada uno, **MOVIENDO** los ojos en saltos, no en barrido continuo (los ojos **NO** ven mientras se mueven).

ANATOMÍA DEL OJO Y LA RETINA

VISIÓN CENTRAL (FÓVEA) Y VISIÓN PERIFÉRICA (PERIFERIA)

CÓRNEA
Capa transparente que protege el ojo y ayuda a enfocar la luz.

IRIS
Diafragma muscular que regula la cantidad de luz que entra.

PUPILA
Abertura que permite el paso de la luz.

CRISTALINO
Lente natural que ajusta el enfoque de objetos cercanos y lejanos.

ESCLERA
Capa externa blanca y resistente que protege el ojo.

RETINA
Tejido sensible a la luz que recubre la parte interna del ojo. Convierte la luz en señales nerviosas.

NERVIO ÓPTICO
Transmite las señales visuales desde la retina al cerebro.

CAPAS DE LA RETINA (CORTE TRANSVERSAL)

LUZ →

- CÉLULAS GANGLIONARES**
Integran la información y la envían al nervio óptico.
- CÉLULAS BIPOLARES**
Transmiten la señal entre fotorreceptores y ganglionares.
- FOTORRECEPTORES**
Detectan la luz y la convierten en señales eléctricas.
- EPITELIO PIGMENTARIO**
Absorbe el exceso de luz y la nutre a los fotorreceptores.

HACIA EL NERVIÓ ÓPTICO HACIA LA COROIDES (SUMINISTRO DE SANGRE)

FÓVEA (MÁCULA)

FÓVEA: VISIÓN CENTRAL

MÁXIMO DETALLE Y PERCEPCIÓN DE COLOR

La fovea es una pequeña depresión en el centro de la mácula, con la mayor densidad de conos y ausencia de bastones. Proporciona agudeza visual máxima y percepción de color.

- ✓ Alta agudeza visual
- ✓ Percepción de colores
- ✓ Ideal para leer, reconocer rostros y tareas de precisión

CONOS
Detectan color y detalle.

- L (rojo)
- M (verde)
- S (azul)

Alta concentración en la fovea.

PERIFERIA RETINAL

PERIFERIA: VISIÓN PERIFÉRICA

VISIÓN NOCTURNA Y DETECCIÓN DE MOVIMIENTO

La periferia retinal tiene alta concentración de bastones y pocos conos. Es más sensible a la luz tenue, pero no detecta colores con precisión.

- ✓ Alta sensibilidad a la luz
- ✓ Visión en condiciones de baja iluminación
- ✓ Detecta movimiento y cambios
- ✓ Baja percepción de color y detalle

BASTONES
Detectan luz intensa y débil.

Alta concentración en la periferia.

EN RESUMEN • FÓVEA (CENTRO): **CONOS** → COLOR Y MÁXIMO DETALLE • PERIFERIA: **BASTONES** → VISIÓN NOCTURNA Y DETECCIÓN DE MOVIMIENTO

Flightpath

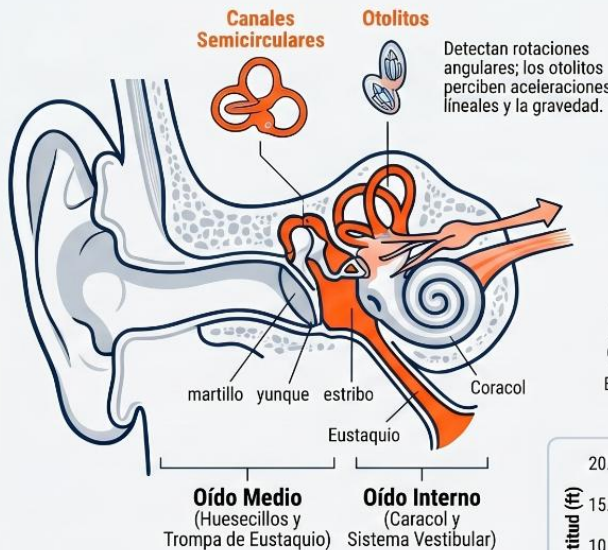
Capítulo 5. El oído y los sistemas de equilibrio

5.1 Anatomía del oído

- Oído externo: pabellón auricular y conducto auditivo externo. Capta y dirige el sonido al tímpano.
- Oído medio: cavidad con tres huesecillos (martillo, yunque, estribo) que amplifican y transmiten la vibración del tímpano a la ventana oval del oído interno. Está conectado con la nasofaringe por la trompa de Eustaquio.
- Oído interno: contiene el caracol (audición) y los canales semicirculares y otolitos (equilibrio).

Fisiología del Oído y el Equilibrio en el Vuelo VFR

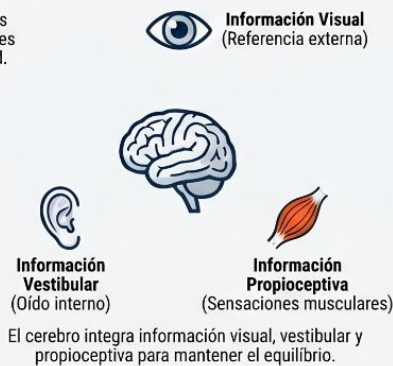
Sintetiza los conceptos críticos del Manual de Factores Humanos para pilotos, explicando la anatomía del oído, el procesamiento del equilibrio por el sistema vestibular y las fallas biológicas que causan desorientación y barotraumatismos.



Oído Medio
(Huesecillos y Trompa de Eustaquio)

Oído Interno
(Caracol y Sistema Vestibular)

El Trípode del Equilibrio



Limitaciones y Riesgos en Cabina

Ilusiones Vestibulares Comunes



Vértigo de Coriolis
Movimientos bruscos de cabeza.



Ilusión Somatográfica
Aceleración percibida como ascenso.



Desorientación Espacial

Ocurre cuando la vista no aporta referencias claras y el sistema vestibular entrega información falsa.

Barotraumatismo y Maniobra de Valsalva



Bloqueo de la trompa de Eustaquio en descenso.



Se mitiga bostezando o con la maniobra de Valsalva.



5.2 Audición y daño por ruido

El motor de un avión liviano produce un nivel de ruido que, sin protección, daña la audición acumulativamente:

- Conversación normal: 60 dB.
- Tráfico urbano: 80 dB.
- Cabina de Cessna 172 en crucero: 85–95 dB.
- Hélice cerca al despegue: 110–120 dB.

La exposición prolongada sin protección causa:

- Hipoacusia neurosensorial irreversible (especialmente en altas frecuencias).
- Acúfenos (tinnitus).
- Fatiga auditiva.
- Reducción de la capacidad de discriminar comunicaciones.

Protección obligatoria operacionalmente: auriculares con atenuación pasiva (cubren las orejas) o ANR (Active Noise Reduction), reducen 20–30 dB. Tapones de oído como complemento o sustituto barato si no se dispone de auriculares dedicados.

5.3 Barotrauma del oído

Al cambiar la altitud, la presión externa cambia. Si la trompa de Eustaquio no permite que la presión interna del oído medio se equipare a la externa, aparece dolor y reducción auditiva.

- Ascenso: aire del oído medio sale por la trompa fácilmente. Rara vez problema.
- Descenso: aire externo debe entrar al oído medio, pero la trompa puede colapsar; aparece dolor.
- Si se está resfriado o con alergias, la trompa está inflamada; el barotrauma se agrava.

Técnicas para igualar:

- Maniobra de Valsalva: cerrar la boca y la nariz, soplar **suavemente** para presurizar el oído medio.
- Tragar saliva, bostezar.
- Maniobra de Frenzel (más suave): cerrar boca y nariz, mover la lengua hacia atrás contra el paladar.
- Spray nasal descongestionante 30 min antes de descender (si el piloto está medianamente congestionado y tiene autorización de su AME para usarlo).

ADVERTENCIA: NO VOLAR con resfrío, sinusitis o congestión aguda. El barotrauma puede progresar a perforación timpánica y vértigo súbito en pleno descenso. Es razón médica de inaptitud temporal y debe respetarse.

5.4 Sistema vestibular y equilibrio

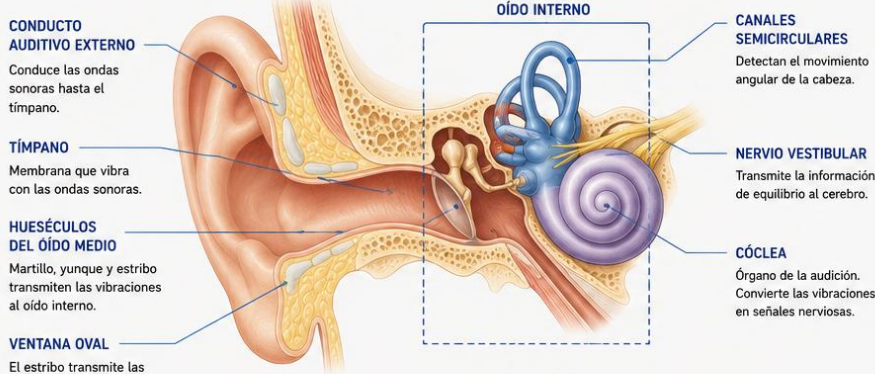
El equilibrio se mantiene por integración de tres fuentes:

- Vestibular (oído interno): tres canales semicirculares perpendiculares (detectan rotación angular en los tres ejes) y dos otolitos (sáculo y utrículo, detectan aceleraciones lineales y orientación respecto a la gravedad).
- Visión: referencia externa al horizonte.
- Propioceptiva: sensores en músculos y articulaciones (la sensación de «estar sentado»).

El sistema vestibular evolucionó para movimientos en el suelo. En vuelo entrega información engañosa porque las aceleraciones son distintas a las de caminar. Esto da origen a las ilusiones espaciales.

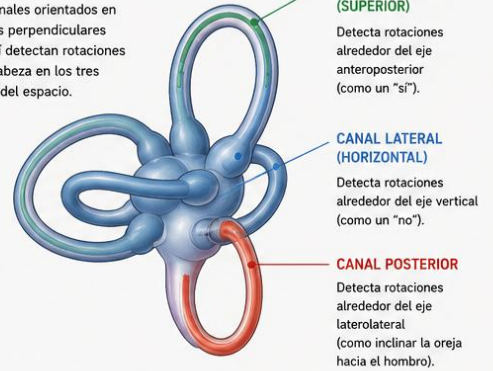
ANATOMÍA DEL OÍDO INTERNO

Los canales semicirculares detectan el movimiento angular y son esenciales para el equilibrio y la orientación espacial.

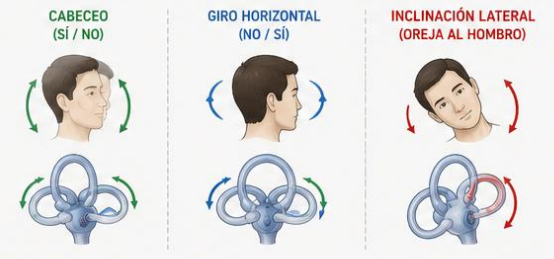


CANALES SEMICIRCULARES: DETECTORES DE MOVIMIENTO ANGULAR

Tres canales orientados en ángulos perpendiculares entre sí detectan rotaciones de la cabeza en los tres planos del espacio.

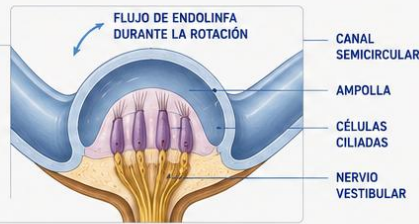


MOVIMIENTOS DETECTADOS



¿CÓMO FUNCIONAN?

Dentro de cada canal semicircular hay un líquido (endolinfa) y en su base una estructura sensorial llamada ampolla, que contiene células ciliadas. Cuando la cabeza rota, la endolinfa se mueve e inclina las células ciliadas, que envían señales al cerebro sobre la velocidad y dirección del movimiento.



FUNCIÓN PRINCIPAL



- Detectar movimientos angulares de la cabeza.
- Mantener el equilibrio dinámico.
- Estabilizar la mirada (reflejo vestibulo-ocular).

IMPORTANCIA PARA EL VUELO



Permiten al piloto mantener la orientación espacial y el control durante maniobras, turbulencia y giros.



Una alteración en el sistema vestibular puede causar desorientación, vértigo y pérdida de control.

EN RESUMEN

Los canales semicirculares del oído interno son sensores de movimiento angular. Trabajan junto con la vista y la propiocepción para mantener el equilibrio, la orientación espacial y la estabilidad durante el vuelo.

SIN EQUILIBRIO, NO HAY CONTROL.



Nota: El sistema vestibular también incluye los órganos otolíticos (utrículo y sáculo), que detectan aceleraciones lineales y la posición de la cabeza respecto a la gravedad.

5.5 Desorientación espacial e ilusiones

La desorientación espacial es la incapacidad de percibir correctamente la posición, actitud o movimiento del avión respecto al suelo o a un sistema de coordenadas. Ocurre cuando la vista no aporta referencia clara (vuelo en nubes, sobre el agua sin línea de horizonte, en noche oscura) y el piloto debe confiar en el sistema vestibular, que lo engaña.

Es CAUSA PRINCIPAL de muchos accidentes de PPA que ingresan inadvertidamente en IMC: la pérdida de control en menos de 178 segundos (estudio clásico de la Universidad de Illinois, 1954) en condiciones IMC para pilotos sin entrenamiento instrumental.

**CONDICIONES IMC**

Vuelo en nubes: Sin referencias visuales externas.
Riesgo de desorientación espacial.

CONFUSIÓN VISUAL

- Sin horizonte visible
- Sensación de ascenso/descenso cuando el avión está nivelado
- Sensación de viraje cuando se vuela recto
- Pérdida de referencias espaciales

LO QUE PUEDE SENTIR

- Cabeceo: Sensación de subir o bajar
- Balanceo: Sensación de inclinarse
- Guiñada: Sensación de viraje
- Desorientación grave en minutos

LA SOLUCIÓN

Confíe en sus instrumentos.
Vuele por referencia instrumental.
Mantenga la actitud, potencia y rumbo.
Comuníquese y verifique.

**RECUERDE**

Sus sentidos pueden engañarlo.
Sus instrumentos no.

La desorientación espacial es especialmente peligrosa en IMC: los instrumentos siempre mandan sobre las sensaciones físicas.

5.5.1 Ilusiones vestibulares clásicas

- Espiral mortal (graveyard spiral): tras un viraje sostenido sin referencia visual, el sistema vestibular se «acostumbra» y deja de percibir el viraje. Cuando el piloto, sintiéndose nivelado, suelta los mandos o intenta «corregir», en realidad sigue virando, perdiendo altitud y velocidad. Si intenta tirar del bastón pensando que está nivelado, profundiza el viraje y se inicia la espiral letal.
- Vértigo de Coriolis: si el piloto realiza un movimiento de cabeza brusco mientras el avión está virando (mirar hacia abajo para consultar un mapa, por ejemplo), se generan estímulos en dos canales semicirculares simultáneamente, percibiendo una rotación violenta en otro eje. Extremadamente desorientador.
- Ilusión somatogravica: una aceleración lineal hacia adelante (despegue, aceleración) se percibe como morro arriba; una desaceleración (reducir potencia), como morro abajo. Causa: el otolito interpreta la suma vectorial de gravedad y aceleración como «hacia abajo». En despegue

nocturno o en IMC tras la rotación, el piloto puede sentir que está subiendo demasiado y empujar el bastón, descendiendo hacia el suelo.

- Ilusión inversa: cambio brusco de actitud nariz arriba a nariz nivelada da sensación de picada; el piloto tira de la nariz creyendo que cae.
- Ilusión de «leans»: tras un viraje muy lento, el piloto no lo percibió. Cuando vuelve a nivelado, siente que está virando hacia el lado contrario. Tendencia a inclinarse para «compensar» una situación que no existe.

5.5.2 Ilusiones visuales en aproximación y aterrizaje

- Pista en pendiente ascendente: parece que el avión está más alto de lo real → tendencia a estar bajo en la aproximación.
- Pista en pendiente descendente: parece que el avión está más bajo → tendencia a estar alto.
- Pista angosta (típica de aeródromos rurales en Argentina): parece más lejos / el avión parece más alto → tendencia a estar bajo, riesgo de impacto antes del umbral.
- Pista ancha (aeropuertos comerciales): el avión parece más bajo → tendencia a estar alto, riesgo de aproximación larga.
- Aproximación sobre agua o terreno oscuro («agujero negro»): sin referencias intermedias, el piloto subestima su altura → tendencia a aproximarse bajo. Muy peligroso en aterrizajes nocturnos sobre lago o mar.
- Aproximación con neblina o bruma: la pista se ve borrosa, parece más lejos → tendencia a aproximarse bajo, también la inversa.
- Lluvia en el parabrisas: refracta la luz, hace ver la pista más baja → tendencia a estar alto.

5.5.3 Prevención y defensa contra la desorientación

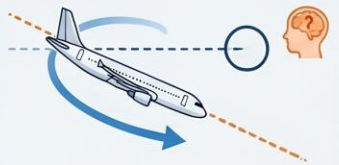
1. Mantenerse en VMC: no entrar en IMC inadvertidamente. Es la defensa #1.
2. Entrenamiento básico instrumental aun para PPA VFR (encuadrar con horizonte artificial, hacer giros nivelados a tiempo). El RAAC y los buenos instructores integran ese entrenamiento en el curso.
3. Confiar en los instrumentos si los sentidos fallan. La sensación vestibular MIENTE. El instrumento no.
4. Antes de un vuelo en condiciones marginales o nocturno, recordarse: «creer en los instrumentos, no en lo que siento».

Guía Técnica: Ilusiones Vestibulares y Desorientación Espacial

La desorientación espacial ocurre cuando el sistema vestibular entrega información errónea ante la falta de referencias visuales. Esta guía detalla cuatro ilusiones críticas y el protocolo de respuesta para mantener la seguridad operacional.

IDENTIFICACIÓN DE ILUSIONES CRÍTICAS

Espiral Mortal (Graveyard Spiral)



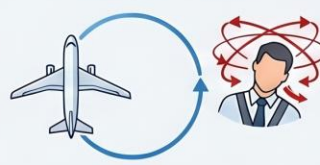
- Tras un viraje sostenido, el piloto se siente nivelado mientras el avión desciende **peligrosamente**.

Ilusión Somatográfica



- Una aceleración lineal fuerte se percibe erróneamente como un **ascenso excesivo** (morro arriba).

Vértigo de Coriolis



- Movimientos bruscos de cabeza en virajes generan una sensación de **rotación violenta e incontrolable**.

Ilusión de "Leans"



- Tras un viraje muy lento no percibido, el piloto siente inclinación al nivelar las alas.

PROTOCOLO DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA

Mantener Condiciones VMC



- La mejor defensa es evitar activamente el ingreso inadvertido en nubes o visibilidad reducida.

Confianza Total en Instrumentos



- Ante cualquier conflicto sensorial, **ignore sus** sentidos corporales; **los instrumentos mantienen la verdad física**.

Movimientos de Cabeza Limitados



- Evite movimientos bruscos o inclinaciones cervicales durante maniobras de viraje para prevenir el Coriolis.

Flightpath

Las ilusiones vestibulares (Leans, Coriolis, espiral de la muerte) son inevitables en IMC. Los instrumentos siempre mandan.

- Evitar movimientos de cabeza bruscos en virajes.
- Cuando se entra inadvertidamente en IMC: 180° de viraje suave para volver a las condiciones VMC anteriores, con horizonte artificial y coordinador de virajes como referencias. Esta maniobra debe estar practicada con instructor.

ADVERTENCIA: La estadística del estudio de la Universidad de Illinois (1954) sigue vigente: pilotos VFR sin entrenamiento instrumental que entran inadvertidamente en IMC pierden el control del avión en un promedio de 178 segundos. La defensa práctica es: **NUNCA** entrar en IMC. Si las nubes están más cerca que la altura mínima planificada, retroceder, descender bajo techo seguro o aterrizar en alternativo.

PARTE 2 — Psicología social

La psicología social estudia cómo el comportamiento individual se ve influenciado por la presencia, real o imaginada, de otras personas. En aviación tiene aplicación directa: el alumno PPA no vuela aislado, vuela inserto en un sistema de personas (instructor, examinador, compañeros, ATC, pasajeros, familia, autoridades) y de normas culturales (la «cultura» del aeroclub, del operador, del país). Esas presiones influyen profundamente en cómo decide y actúa, a menudo sin que las perciba.

Capítulo 6. Personalidad, actitudes y motivación

6.1 Personalidad: rasgos relevantes en aviación

La personalidad es la organización relativamente estable de patrones de pensamiento, emoción y comportamiento que caracteriza a un individuo. No se cambia fácilmente, pero el piloto puede aprender a reconocer sus propios rasgos y a compensar los desfavorables.

El modelo de los «cinco grandes» (OCEAN) describe rasgos en cinco dimensiones independientes:

- Apertura a la experiencia (Openness): curiosidad, creatividad. Pilotos altos en apertura disfrutan aprender, prueban cosas nuevas; bajos en apertura prefieren rutina y procedimientos.
- Conciencia (Conscientiousness): disciplina, organización, fiabilidad. Es probablemente el rasgo MÁS PREDICTIVO de buen desempeño aeronáutico. Pilotos conscientes preparan el vuelo, leen NOTAM, cumplen listas de control.
- Extroversión (Extraversion): sociabilidad, energía. Útil para comunicación. Pero extroversión excesiva puede correlacionar con asunción de riesgos.
- Amabilidad (Agreeableness): cooperación, confianza, empatía. Importante para trabajo en equipo. Excesiva amabilidad puede dificultar pedir lo necesario a ATC.
- Neuroticismo (Neuroticism): tendencia a emociones negativas (ansiedad, ira, depresión). Pilotos altos en neuroticismo reaccionan peor al estrés. Esto NO descalifica para volar, pero exige autoconciencia.

6.2 Las cinco actitudes peligrosas del piloto

La FAA y la regulación argentina (siguiendo OACI) han identificado cinco actitudes que predisponen a accidentes. Cada una tiene un «antídoto» que el piloto debe aprender a aplicar mentalmente cuando se descubre cayendo en ella.

Guía Técnica: Gestión de Actitudes Peligrosas en Vuelo



Contexto: En aviación, entre el 70% y 80% de los accidentes se originan en factores humanos. Esta guía detalla las cinco actitudes peligrosas identificadas por OACI/FAA y los antídotos mentales obligatorios para recuperar el margen de seguridad.

FASE DE IDENTIFICACIÓN: Actitudes de Impulso y Desvío

Antiautoridad e Impulsividad



Reconozca el desprecio por las reglas o la urgencia de actuar sin pensar antes de decidir.

Antídotos: Disciplina y Reflexión



"Siga las reglas, están por algo" y "No tan rápido, pensemos primero".

Gestión de la Invulnerabilidad



Sustituya el pensamiento "a mí no me pasa" por la realidad técnica: "podría pasarme a mí".

FASE DE NEUTRALIZACIÓN: Actitudes de Ego y Abandono

Machismo y Resignación



Identifique la necesidad de demostrar habilidad excesiva o el sentimiento de indefensión ante la emergencia.

Antídotos: Prudencia y Acción



"Tomar riesgos es una tontería" y "No estoy indefenso, tengo herramientas".

El Ciclo de Seguridad Operacional



La detección temprana de estos sesgos evita que un error escale a un estado indeseado.

Resumen de Mnemónicos de Seguridad

Mnemónico	Aplicación Operacional
IMSAFE	Autoevaluación del piloto previa al vuelo (Salud, Estrés, Fatiga).
PAVE	Identificación de riesgos (Piloto, Avión, Entorno, Presiones).
DECIDE	Modelo de toma de decisiones para neutralizar impulsos.

Las 5 actitudes peligrosas del piloto y sus antídotos: reconocerlas es el primer paso para neutralizarlas.

Actitud peligrosa	Manifestación	Antídoto
Antiautoritarismo («no me digan qué hacer»)	Desprecio por las reglas, los procedimientos, las autoridades. «Estas reglas son para otros»	«Siga las reglas. Están por algo.»
Impulsividad («algo, ya»)	Hacer cualquier cosa rápido sin pensar. Decisión apresurada, sin evaluar opciones.	«No tan rápido. Pensemos primero.»
Invulnerabilidad («a mí no me pasa»)	Pensar que los accidentes son cosa de otros. Subestimar riesgos.	«Podría pasarme a mí.»
Machismo («yo puedo con esto»)	Mostrarse capaz por encima de lo razonable. Asumir riesgos para demostrar habilidad.	«Tomar riesgos innecesarios es una tontería.»
Resignación («qué le voy a hacer»)	Sentir que la situación está fuera de control, dejar que los hechos pasen. Pasividad ante la amenaza.	«No estoy indefenso. Tengo herramientas. Puedo cambiar la situación.»

NOTA: En un examen, el examinador puede plantear escenarios para sondear actitudes. Las respuestas más seguras combinan reconocimiento del riesgo, búsqueda de información objetiva, consulta y

cumplimiento de la regulación. Un alumno que responde «yo lo intentaría» frente a un escenario marginal levanta una bandera roja.

6.3 Motivación y desempeño

La motivación es la razón por la cual una persona se compromete con una tarea. Tipos:

- Motivación intrínseca: el piloto vuela porque le gusta volar. Es la motivación más estable y la mejor predictora de aprendizaje.
- Motivación extrínseca: el piloto vuela por una recompensa externa (estatus, dinero, presión familiar, certificación). Menos estable.

La Ley de Yerkes-Dodson (1908) describe la relación entre arousal (activación, motivación, presión) y rendimiento como una U invertida:

- Arousal muy bajo: aburrimiento, complacencia, pérdida de vigilancia. Rendimiento bajo.
- Arousal moderado: atención despierta, pensamiento claro. Rendimiento óptimo.
- Arousal alto: estrés, ansiedad, visión de túnel cognitiva. Rendimiento se degrada.
- Arousal muy alto: pánico, parálisis o reacción descontrolada. Rendimiento se desploma.

Aplicaciones prácticas para el PPA:

- La complacencia en crucero largo y rutinario (arousal bajo) puede llevar a perder conciencia situacional. Estrategia: hacer chequeos periódicos, vigilar instrumentos, conversar con pasajero alerta, reportes ATC.
- El estrés agudo (alarma de motor, turbulencia severa) eleva el arousal sobre el óptimo. Estrategia: respiración consciente, una acción a la vez, lista de control en mano, aviar el avión PRIMERO («aviate, navigate, communicate»).

El Modelo Yerkes-Dodson: Estrés y Rendimiento en Cabina

CURVA DE RENDIMIENTO

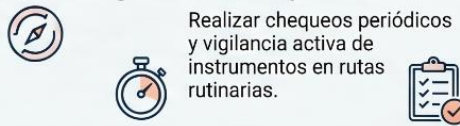


GESTIÓN DE LA ACTIVACIÓN EN VUELO

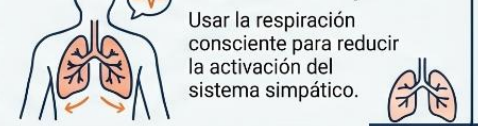
Estrategia ante Estrés Agudo



Mitigación de la Complacencia



Técnica de Recuperación



Hay una zona óptima de activación para el rendimiento; el exceso de estrés lo degrada tanto como el defecto.

Capítulo 7. Percepción social, influencia y normas de grupo

7.1 Influencia social y conformidad

Las personas tendemos a alinear nuestro comportamiento con el del grupo, aun contra nuestro juicio individual. Esto se demostró en experimentos clásicos (Asch, 1951): personas dieron respuestas que sabían incorrectas porque los demás del grupo así lo hacían.

En aviación general argentina, manifestaciones de conformidad/influencia:

- «Si los otros instructores vuelan en estas condiciones, yo también»: alumno o PPA joven se alinea con la cultura de la escuela o aeroclub aun cuando esa cultura es operacionalmente peligrosa.
- «Mi instructor decía que...»: el alumno repite una práctica aprendida aun cuando el manual indica otra cosa.
- «En este aeroclub se hace así»: convenciones locales que pueden estar desactualizadas o ser inseguras.
- Hacer un vuelo en condiciones marginales porque «un camarada más viejo dijo que se podía».

Defensa: criterio individual fundamentado en regulación, POH y mínimos personales. Cuando hay duda, consultar fuente regulatoria, no opinión informal.

7.2 Presión de pares y «get-there-itis»

«Get-there-itis» (o «press-on-itis», también «hazardous attitude por compromiso de destino») es el conjunto de presiones que llevan al piloto a continuar un vuelo cuando las condiciones aconsejan abortar o cambiar de plan. Es uno de los factores humanos más documentados en accidentes de aviación general.

Fuentes típicas:

- Compromisos familiares («mi señora me espera para la cena»).
- Eventos profesionales («mañana tengo reunión clave»).
- Costos económicos («ya pagué el combustible», «no quiero pagar dos días de hangar»).
- Presión del pasajero («pero hijo, ya estamos acá, llévanos»).
- Auto-presión («si me vuelvo, voy a quedar mal»).
- Cultura informal («en este aeroclub todos llegan»).

Defensa: tomar las decisiones GO/NO-GO basadas en datos objetivos (METAR, TAF, NOTAM, performance, mínimos personales) ANTES de subir al avión, dejándolas escritas. Si las condiciones cambian durante el vuelo, criterio preestablecido para divergir o regresar.

SÍNDROME DE “GET-THERE-ITIS”

La necesidad impulsiva de llegar al destino rápido, a menudo a expensas de la seguridad.

SEÑALES DE ALERTA

- Mirar el reloj frecuentemente
- Pensamientos como “debemos estar allá”
- Impaciencia e irritabilidad
- Minimizar riesgos
- Saltarse pasos del checklist

¡VAMOS, VAMOS!
YA DEBEMOS ESTAR
LLEGANDO.

PELIGROS

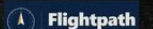
- Toma de decisiones apresuradas
- Presión autoimpuesta o de los pasajeros
- Mayor probabilidad de errores
- Desviación de procedimientos seguros

ANTÍDOTO

- Planifique con realismo
- Vuele según las condiciones, no según el reloj
- La seguridad es el destino más importante
- Piense: “Mejor llegar tarde que no llegar”



RECUERDE: La presión por llegar no mejora el vuelo, lo complica.
SU MEJOR DECISIÓN ES LA QUE MANTIENE LA SEGURIDAD.



ADVERTENCIA: La JST ha investigado en Argentina múltiples accidentes con la línea común de «continuación de vuelo en condiciones meteorológicas inferiores a las VMC del piloto/regulación, presumiblemente bajo presión percibida por el piloto». No es debilidad reconocer el límite. Es profesionalismo.

7.3 Diferencias culturales

La «cultura de seguridad» de una escuela, de un aeroclub o de un operador influye fuertemente en el comportamiento individual. Hay culturas que premian la prudencia (un piloto que aborta o regresa es felicitado) y culturas que la castigan (es objeto de burla, «volviste por dos nubes»). El alumno PPA debe ser consciente de la cultura del lugar donde se forma:

- ¿Se reportan los incidentes abiertamente o se ocultan?
- ¿Los pilotos consultan dudas con los instructores o «se las arreglan solos»?
- ¿Los chequeos se hacen completos o se «pasan rápido»?
- ¿Las decisiones GO/NO-GO se charlan o se asume que «hoy se vuela»?

Una cultura justa es aquella donde se distingue entre error honesto (no penado, sí analizado), comportamiento de riesgo (corregido) e infracción deliberada (sancionada). El concepto se desarrolla más en la Parte 9.

PARTE 3 — Factores que afectan el rendimiento

Esta parte enumera y explica los factores fisiológicos, psicológicos y de estilo de vida que degradan el rendimiento del piloto. Cada PPA argentino debe internalizar la autoevaluación honesta como parte del prevuelo: la pregunta «¿estoy en condiciones de volar?» es tan importante como cualquier chequeo del avión.

Capítulo 8. Fatiga

8.1 Tipos de fatiga

- Fatiga aguda: resultado de actividad reciente intensa (un día largo, vuelo prolongado, deshidratación). Se resuelve con descanso adecuado.



La fatiga aguda y crónica degrada el juicio, el tiempo de reacción y la toma de decisiones del piloto.

- Fatiga crónica: acumulación durante semanas o meses sin recuperación adecuada. Más peligrosa: no se resuelve con una noche de sueño.
- Fatiga mental: agotamiento del recurso atencional. Aparece sin esfuerzo físico, tras tareas cognitivas prolongadas (vuelo IFR de varias horas, navegación VFR exigente).
- Fatiga circadiana: por desincronización del ritmo biológico (jet lag, turnos rotativos).

8.2 Síntomas y degradación del rendimiento

- Tiempo de reacción aumentado.
- Atención fluctuante, dificultad para mantener vigilancia.
- Errores en cálculos simples.

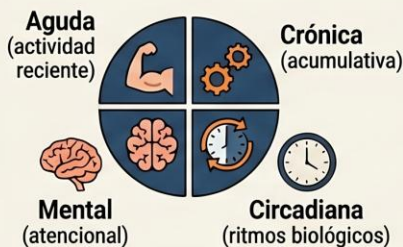
- Microsueños (de 1–10 segundos) en vuelo: el piloto no se da cuenta.
- Irritabilidad, juicio degradado.
- Visión borrosa, fatiga ocular.
- Toma de decisiones empobrecida: tendencia a opciones cómodas (continuar) en lugar de las correctas (abortar).

Comparación con alcohol: 17 horas continuas despierto degradan el rendimiento equivalente a 0,5 g/L de BAC (Blood Alcohol Concentration - Concentración de Alcohol en Sangre o Alcoholemia). 24 horas continuas equivalen a 1 g/L (gravemente ebrio). El piloto fatigado al final de un día laboral largo NO está en condiciones aeronáuticas.

Fatiga en Aviación: Guía de Gestión y Seguridad Operacional

IDENTIFICACIÓN Y IMPACTO COGNITIVO

Clasificación de la Fatiga



Degradación del Rendimiento



Equivalencia con el Alcohol



Horas Despierto y Equivalencia BAC

Horas Despierto	Equivalencia BAC (g/L)	Estado de Degradación
17 Horas	0,5 g/L	Rendimiento disminuido
24 Horas	1,0 g/L	Gravemente ebrio

RIESGOS CRÍTICOS Y MITIGACIÓN

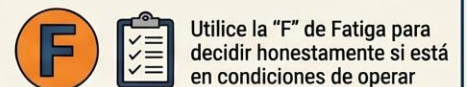
El Peligro del Microsueño



Higiene del Sueño y Sustancias



Autoevaluación IMSAFE



La fatiga aguda, crónica y circadiana degrada el juicio, la memoria de trabajo y el tiempo de reacción del piloto.

8.3 Higiene del sueño

- Adultos necesitan 7–9 horas de sueño nocturno. Algunas personas funcionan con menos, pero acumulan deuda.
- La calidad importa: dormir 8 horas con interrupciones equivale a 5–6 horas continuas.
- Sueño REM (movimientos oculares rápidos): es donde se consolida el aprendizaje y se procesan emociones. Privación de REM degrada gravemente.

- Cafeína: vida media 5–7 horas. Tomar café después de las 16:00 dificulta conciliar el sueño nocturno.
- Alcohol: facilita conciliar pero fragmenta el sueño y suprime REM. Mal aliado del descanso.
- Ejercicio físico mejora la calidad del sueño, pero no en las 2 horas previas.
- Pantallas (celular, TV, computadora): la luz azul retrasa la liberación de melatonina. Limitarlas en la hora previa al sueño.

8.4 La mnemotécnica IMSAFE

IMSAFE es una autoevaluación rápida que cada piloto debe hacer ANTES de cada vuelo:

- I — Illness (enfermedad): ¿tengo gripe, resfriado, sinusitis, diarrea? ¿Algún síntoma?
- M — Medication (medicación): ¿tomé algún medicamento, de venta libre o recetado, en las últimas horas?
- S — Stress (estrés): ¿estoy bajo presión emocional o laboral significativa?
- A — Alcohol: ¿bebí en las últimas 8 horas? ¿en las últimas 12? (ver capítulo siguiente)
- F — Fatigue (fatiga): ¿dormí lo suficiente? ¿descansé desde el último vuelo?
- E — Eating/Emotion (alimentación / emoción): ¿comí adecuadamente? ¿hay algún tema emocional grave (separación, duelo)?

Si en cualquiera de las seis casillas la respuesta es problemática, el piloto NO vuela. Es tan simple y tan difícil como eso.



El checklist personal IMSAFE: la herramienta de autoevaluación que todo piloto debe completar antes de volar.

Capítulo 9. Estrés

9.1 Naturaleza del estrés

El estrés es la respuesta fisiológica y psicológica del organismo a una demanda percibida como excesiva o amenazante. No es siempre malo: el estrés óptimo (eustress) energiza y enfoca. El estrés excesivo (distress) degrada.

Tipos de estresores en aviación:

- Físicos: calor, frío, ruido, vibración, hipoxia.
- Fisiológicos: hambre, sed, fatiga, enfermedad.
- Psicológicos: ansiedad, miedo, preocupaciones personales, presión de tiempo.
- Operacionales: condiciones meteorológicas adversas, falla de equipo, comunicación difícil con ATC, tráfico denso, conflicto con pasajeros.

9.2 Respuesta de estrés

Cascada fisiológica clásica («pelea o huida», Cannon, 1915):

- Liberación de adrenalina y cortisol.
- Aumento de FC, FR, PA (Frecuencia Cardíaca, Frecuencia Respiratoria, Presión Arterial).
- Vasoconstricción periférica (manos frías).
- Sudoración, tensión muscular.
- Pupilas dilatadas, visión de túnel.
- Memoria a corto plazo se reduce; pensamiento se vuelve concreto, no creativo.
- Tareas automatizadas siguen ejecutándose bien; tareas nuevas o complejas se degradan.

9.3 Gestión del estrés

- Reconocimiento: la primera defensa es darse cuenta de que se está estresado.
- Respiración consciente: 4 segundos inhalando, 4 sosteniendo, 4 exhalando. Reduce la frecuencia cardíaca y la activación del sistema simpático.
- Vocalizar la tarea: «alcanzo a Río Cuarto en 10 minutos. Reviso combustible. Verifico altímetro».
- Una cosa a la vez: en emergencia, NO multitarea. AVIATE primero (mantener control del avión), después NAVIGATE (ubicarse y decidir destino), después COMMUNICATE (informar a ATC).
- Compartir carga: si hay copiloto, instructor o pasajero adulto, asignar tareas (leer carta, sostener checklist).
- Volver a lo conocido: si el plan original ya no funciona, volver a un aeródromo seguro conocido es mejor que improvisar.

- Cultivar habilidades de gestión del estrés FUERA del avión: ejercicio físico regular, técnicas de relajación, terapia si hay estresores crónicos significativos.

Capítulo 10. Alimentación, hidratación y sustancias

10.1 Alimentación

- La glucosa es el combustible principal del cerebro. La hipoglucemia degrada rápidamente el rendimiento cognitivo.
- Antes de volar: comida ligera, balanceada, no muy grasa (la digestión consume sangre del cerebro a las vísceras), no muy abundante.
- Para vuelos largos: llevar a bordo agua, fruta, barras de cereal, frutos secos. Comer cada 2–3 horas.
- Evitar comidas que producen gases (gaseosas, legumbres) antes de vuelo: a altitud, los gases se expanden (Ley de Boyle) y producen molestias significativas.

10.2 Hidratación

- El aire de cabina, especialmente a altitud, es muy seco. La deshidratación es subestimada pero degrada rápidamente.
- Síntomas: cefalea, fatiga, irritabilidad, mareo, calambres, retención urinaria (deshidratación moderada paradójicamente reduce la diuresis).
- Recomendación: 250–500 ml de agua por hora de vuelo. Evitar cafeína (diuréticos) y **obviamente** alcohol.
- Para vuelos largos en aviones livianos sin baño, planificar escalas o limitar líquidos en la hora previa, pero NO dejar de hidratarse durante el vuelo.

10.3 Alcohol

El alcohol es el ENEMIGO NÚMERO UNO de la actuación humana en aviación. Sus efectos:

- Depresor del sistema nervioso central.
- Degrada juicio, percepción visual, equilibrio, tiempo de reacción, memoria a corto plazo.
- Aumenta susceptibilidad a hipoxia y desorientación espacial.
- Diurético: deshidrata.
- Aun en pequeñas cantidades (BAC 0,2 g/L) hay degradación medible del rendimiento.
- La «resaca» (hangover) sigue degradando el rendimiento mucho después de que el alcohol se haya metabolizado, por deshidratación y alteración metabólica.

Regulación argentina (RAAC) y normativa OACI:

- Prohibido tripular bajo influencia de alcohol. La tolerancia legal típica es 0,0 g/L en aviación (cero, NO el 0,5 de conducción de auto).

- Período mínimo desde el último trago hasta el vuelo: «8 horas de la botella a la palanca» («eight hours bottle to throttle», regla universal). En la práctica recomendada, 24 horas. Las inspecciones y los controles aleatorios son legales y se realizan.

ADVERTENCIA: Volar bajo efecto de alcohol es delito de fondo (RAAC, Código Aeronáutico) y, si causa daño, agravante. No hay ninguna circunstancia en que sea aceptable. La regla operacional segura: si duda si bebió suficiente para que le afecte, NO VOLAR.

10.4 Otras drogas y sustancias

- Marihuana y cannabis: prohibidos. Efectos cognitivos persistentes 24–48 horas post-consumo aun sin sensación subjetiva de efecto.
- Cocaína, anfetaminas, drogas de diseño: prohibidos. Efectos cardíacos y psiquiátricos graves.
- Tabaco: legal pero perjudicial. CO sanguíneo aumenta «altitud fisiológica» del piloto. Recomendación operacional: no fumar dentro de las 4 horas previas al vuelo.
- Cafeína: legal y útil en dosis moderadas. Mejora alerta. Sobre 300 mg/día (3 tazas grandes) puede aumentar nerviosismo, tremor, fragmentación del sueño.

Preparación del Piloto: La Regla de las 8 Horas y la Seguridad de la Medicación

<p style="text-align: center;">La Cronología de 8 Horas de Alcohol</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> </div> <p style="text-align: center;">Última Copa Vuelo</p> <p style="text-align: center;">La Regla de 'Botella a la Palanca' de 8 Horas</p> <p>Mantenga un mínimo de 8 horas (se recomiendan 24) entre su última bebida y el vuelo.</p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Política de Tolerancia Cero (0.0 g/L BAC)</p> <p>A diferencia de conducir, la aviación requiere una concentración de alcohol en sangre de cero.</p>
<p style="text-align: center;">El Peligro de los Efectos Residuales</p> <p>Las resacas degradan el juicio y el equilibrio incluso después de que el alcohol haya abandonado el torrente sanguíneo.</p>	<p style="text-align: center;">Seguridad de la Medicación y el Chequeo IMSAFE</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Medicamentos Contraindicados</p> <p>Evite antihistamínicos sedantes, ansiolíticos y estimulantes como la pseudoefedrina que causan ansiedad.</p>
<p style="text-align: center;">Consulte Primero a su AME</p> <p>Siempre verifique cualquier medicamento con un Examinador Médico de Aviación antes de operar una aeronave.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-left: 10px;"> <p>I : Enfermedad</p> <p>M : Medicación</p> <p>S : Estrés</p> <p>A : Alcohol</p> <p>F : Fatiga</p> <p>E : Emoción</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">La Autoevaluación IMSAFE</p> <p>Evalúe estos factores críticos antes de cada despegue.</p>

La regla "8 horas de botella a palanca" es el mínimo legal; el alcohol afecta el rendimiento muchas horas después de su consumo.

10.5 Medicación

La regla genera: si está tomando un medicamento, consultar al médico aeronáutico (AME) o a su médico de cabecera ANTES de volar. La automedicación es un riesgo subestimado.

Medicamentos comunes con efectos relevantes:

- Antihistamínicos clásicos (loratadina, difenhidramina, clorfeniramina): sedantes. NO volar.
- Antihistamínicos no sedantes (loratadina, cetirizina) en dosis estándar: generalmente aceptables, consultar AME.
- Descongestionantes (pseudoefedrina): estimulantes; aumentan PA, FC, ansiedad. Pueden causar palpitaciones.
- Analgésicos de venta libre (paracetamol, ibuprofeno): generalmente aceptables en dosis terapéuticas; el dolor subyacente, no la pastilla, suele ser el problema.
- Antiinflamatorios y corticoides: consultar; el problema subyacente importa.
- Ansiolíticos (alprazolam, clonazepam): NO volar. Sedantes con vida media larga.
- Antidepresivos: algunos pueden ser compatibles con vuelo PPA tras evaluación AME; otros no. Decisión médica caso por caso.
- Antibióticos: el medicamento generalmente no impide volar, pero la enfermedad subyacente sí. Esperar a estar recuperado.
- Medicación para hipertensión, diabetes, cardiopatía: depende del medicamento y de la condición; controlada con seguimiento AME suele ser compatible.
- Vacunas (incluida COVID-19, fiebre amarilla, antigripal): pueden producir reacción 24–48 horas. No volar el día de la aplicación.

10.6 Donación de sangre

Tras una donación de 500 ml, el organismo tarda 24–72 horas en recuperar volumen, y semanas en recuperar plenamente los glóbulos rojos. La capacidad de transporte de O₂ está reducida. Recomendación operacional: no volar dentro de 24–48 horas tras una donación.

10.7 Buceo previo al vuelo

Tras una inmersión con tanque (SCUBA), el cuerpo contiene nitrógeno disuelto en exceso. Subir a altitud poco después puede liberar burbujas (enfermedad descompresiva, «bends»). Recomendaciones:

- Inmersión simple, no en techo: esperar 12 horas antes de volar.
- Inmersión profunda, repetida o con descompresión: esperar 24 horas.
- Estos tiempos son mínimos; algunas autoridades recomiendan 24 horas en todo caso para PPA.

Capítulo 11. Salud general y autoevaluación

11.1 El Certificado Médico Aeronáutico

En Argentina, el RAAC 67 regula la certificación médica aeronáutica. Para PPA se requiere Clase 2. Vigencia (verificar edición vigente):

- Edad hasta 40 años: 36 meses.
- Mayores de 40 años: 12 meses.

La emisión la hace un médico examinador aeronáutico (AME) habilitado por la ANAC. El examen evalúa visión, audición, cardiología, neurología, salud general.



Causas habituales de inaptitud temporal o definitiva:

- Diabetes mellitus no controlada o con complicaciones (la controlada con dieta o medicación oral en algunos casos es compatible).
- Hipertensión severa o mal controlada.
- Cardiopatía isquémica significativa, arritmias, marcapasos sin evaluación específica.
- Trastornos neurológicos (epilepsia, ACV).
- Trastornos psiquiátricos significativos no estabilizados.
- Adicciones.
- Trastornos visuales severos no corregibles.
- Trastornos auditivos no compensados.
- Embarazo: depende del trimestre y condición; consultar AME.

11.2 Limitaciones impuestas en el CMA

El CMA puede tener restricciones que el piloto DEBE cumplir:

- «Se requiere usar lentes correctores» (VML): el piloto debe llevar y usar lentes.
- «Lentes de repuesto a bordo» (VHC): tener un segundo par disponible.
- «Operar sólo con copiloto».
- «Operación VFR diurno solamente».
- Limitaciones de altitud, de horario, de zona geográfica.

ADVERTENCIA: Volar incumpliendo una restricción del CMA invalida la cobertura del seguro y constituye infracción regulatoria. Si el piloto está al límite de la corrección visual y olvida los lentes, la decisión profesional es NO volar.

PARTE 4 — Entorno físico

El entorno físico de la cabina y del exterior del avión impone condiciones a las que el piloto debe adaptarse. En aviación general liviana, sin presurización y sin climatización, el piloto está expuesto a temperaturas, ruido, vibración, presión y aceleraciones que afectan su rendimiento de forma significativa.

Capítulo 12. Temperatura

12.1 Calor

En Argentina, los aeródromos del NOA (Salta, Tucumán), Cuyo (Mendoza, San Juan) y Litoral en verano alcanzan 35–45 °C de OAT en superficie. La cabina cerrada al sol puede llegar a 50 °C antes de despegar.

Efectos:

- Pérdida de líquidos por sudoración: hasta 1 L/hora en cabina muy caliente.
- Deshidratación si no se compensa.
- Vasodilatación periférica: caída de presión arterial, mareo, lipotimia.
- Calambres por pérdida de electrolitos.
- Pensamiento enlentecido, irritabilidad, juicio degradado.
- En casos extremos: golpe de calor (temperatura corporal > 40 °C, fallo neurológico).

Defensa:

- Volar en horarios frescos (madrugada o caída de tarde) en verano del NOA.
- Hidratación abundante antes y durante el vuelo.
- Ventilación máxima en cabina.
- Ropa ligera, gorra, lentes de sol.
- Si la cabina estuvo cerrada al sol antes del vuelo, ventilar 5–10 minutos antes de subir.

Estrés por Calor en Cabinas No Climatizadas: Riesgos y Mitigación Aeronáutica

<p>Degradación Cognitiva y de Juicio</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento se enlentece • Aumenta irritabilidad • Errores en toma de decisiones. ❌ 	<p>Deshidratación Acelerada</p>  <p>Hasta 1 litro de líquido por hora de vuelo.</p> 	<p>Vasodilatación Periférica</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Caída de presión arterial • Mareos • Calambres • Pérdida de conciencia. 									
<p>Planificación y Ventilación Previa</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Volar en horarios frescos • Ventilar cabina 10 min antes. 	<p>Hidratación Activa y Ropa Ligera</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Consumir de 250 a 500 ml/hora (agua) • Utilizar vestimenta ligera. 	<p>Gestión de Carga de Trabajo</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Priorizar "Aviate" • Evitar tareas innecesarias para reducir fatiga mental. <p>Comparativa de Líquidos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situación</th> <th>Pérdida Estimada</th> <th>Ingesta Recomendada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cabina a >35°C</td> <td>~1000 ml / hora</td> <td>500 ml / hora (agua)</td> </tr> <tr> <td>Cabina Estándar</td> <td>~200 ml / hora</td> <td>250 ml / hora (agua)</td> </tr> </tbody> </table>	Situación	Pérdida Estimada	Ingesta Recomendada	Cabina a >35°C	~1000 ml / hora	500 ml / hora (agua)	Cabina Estándar	~200 ml / hora	250 ml / hora (agua)
Situación	Pérdida Estimada	Ingesta Recomendada									
Cabina a >35°C	~1000 ml / hora	500 ml / hora (agua)									
Cabina Estándar	~200 ml / hora	250 ml / hora (agua)									

El estrés térmico en cabinas sin climatización causa deshidratación y degrada la capacidad cognitiva del piloto.

12.2 Frío

En Patagonia, sierras y Andes en invierno, las temperaturas exteriores son de -5 a -25 °C. La cabina sin calefacción adecuada se mantiene fría. Efectos:

- Vasoconstricción periférica: manos y pies fríos, dificultad para operar mandos finos.
- Temblor: reduce destreza.
- Hipotermia: caída de temperatura corporal central, somnolencia, confusión, en casos severos pérdida de conciencia.
- Riesgo aumentado de hipoxia en altitud.

Defensa:

- Vestimenta en capas, primera capa térmica.
- Guantes finos compatibles con operación de mandos.
- Calzado adecuado, no zapatillas finas.
- Verificar que la calefacción del avión funciona ANTES del despegue (en run-up: aplicar calor y comprobar).
- Llevar agua, comida y abrigo de supervivencia en vuelos sobre Patagonia: aterrizaje precautorio puede dejar al piloto horas en frío hostil.

Capítulo 13. Ruido y vibración

Como se mencionó en la Parte 1: el ruido de cabina degrada acumulativamente la audición y, en plazos cortos, dificulta la comunicación, aumenta la fatiga y la irritabilidad. La vibración mecánica del motor en aviones de pistón:

- Fatiga muscular si las manos están firmemente en los mandos.
- Visión borrosa de instrumentos (oscilación pequeña pero perceptible).
- Tensión psicológica al cabo de varias horas.

Defensas:

- Auriculares ANR (Active Noise Reduction): reducen 20–30 dB. Inversión muy recomendable para PPA serio.
- Almohadillas en mandos, asiento ergonómico.
- Pausas en vuelos largos.

Capítulo 14. Aceleraciones

Ya tratadas en el Cap. 3.6. En PPA no acrobático, recordar que:

- Los G+ moderados son tolerables sin efectos.
- Los G negativos son mucho menos tolerables.
- Las aceleraciones lineales (despegue, frenado) producen ilusión somatogravica.
- La defensa contra desorientación en aceleración es CREER EN LOS INSTRUMENTOS.

Capítulo 15. Ergonomía de cabina

La ergonomía es la adaptación del entorno (cabina, mandos, asientos, instrumentos) a las características y limitaciones humanas. Una cabina ergonómicamente bien diseñada reduce errores y fatiga.

- Asiento: ajustado para alcanzar cómodamente pedales y mandos, espalda recta, vista clara sobre el morro. Un asiento mal ajustado produce dolor lumbar, dificulta alcanzar pedales en emergencia y degrada la vista exterior.
- Mandos: la posición y operación del acelerador (throttle), mezcla, paso, flaps debe ser instintiva para el piloto. Hay aviones donde mezcla y paso están invertidos respecto al estándar; verificar.
- Instrumentos: la disposición «six pack» estándar facilita la lectura. Los glass cockpits modernos integran información pero exigen entrenamiento específico.
- Iluminación: en vuelo diurno, anti-reflejo en pantallas; en vuelo nocturno, regulable y de color preferentemente rojo o ámbar.
- Carga de trabajo física: levantar carga pesada antes del vuelo, esfuerzos para cerrar puertas o asegurar carga, todos contribuyen a fatiga previa.

El piloto debe «hacer suyo» el avión en cada vuelo: ajustar asiento, verificar referencia visual, organizar cartas y elementos a mano, asegurar cinturón, antes de iniciar el rodaje. Pequeños minutos invertidos en este ajuste ergonómico previo evitan distracciones en vuelo.

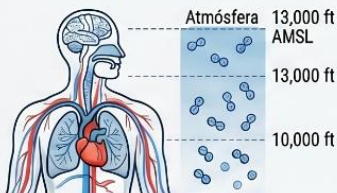
Capítulo 16. Presión y altitud — recordatorio integrado

La altitud impone presión parcial de O₂ reducida (tratada en Parte 1, hipoxia) y, ante cambios rápidos, barotraumas (oído, sinusal, dental, intestinal). Los cambios típicos para PPA:

- Barotrauma del oído (ya tratado): mayor riesgo en descenso, especialmente congestionado.
- Barotrauma sinusal: dolor agudo frontal o maxilar en descenso si los senos paranasales están inflamados. Puede invalidar al piloto temporalmente.
- Barotrauma dental: una caries o un empaste mal sellado puede atrapar gas y producir dolor agudo al cambiar la altitud.
- Gas intestinal: se expande en ascenso (al subir 1.000 ft, expansión del 4 %; a 18.000 ft, duplica). Molestias, distensión. Recomendación: evitar gaseosas, legumbres y comidas pesadas antes del vuelo en altitud.

Fisiología del Vuelo: El Sistema Respiratorio y Barotraumatismos

El Sistema Respiratorio y la Altitud



Presión Parcial de Oxígeno

La presión total cae al ascender, reduciendo la presión parcial de oxígeno para saturar la hemoglobina, aunque el O₂ permanece al 21%.



Estímulo del CO₂

El cuerpo responde principalmente al exceso de CO₂, no a la falta de oxígeno, dificultando la detección inicial de la hipoxia.



Límites de Oxígeno (RAAC 91)

Sobre 10,000 ft hasta 13,000 ft: tripulación usa oxígeno si exposición > 30 min.
Sobre 13,000 ft: uso obligatorio.

Peligros en Altitud: Hipoxia e Hiperventilación

Hipoxia Hipóxica (Deficiencia de O₂ por baja presión) vs. **Hipoxia vs. Hiperventilación**



Síntomas:

- Euforia, cefalea, hormigueo, cianosis, visión de túnel.

Hiperventilación (estrés) tiene síntomas similares.

Regla de oro: Sobre 10,000 ft sin O₂, asuma Hipoxia y descienda.

Tiempo Útil de Conciencia (TUC)

- A 18,000 ft: 20-30 min.
- A 25,000 ft: 3-5 min.



(Tiempo para acciones tras perder oxígeno)

Barotraumatismos: La Expansión de los Gases



Ley de Boyle

Volumen inversamente proporcional a la presión



Barotrauma de Oído

Frecuente en descenso. Trompa de Eustaquio bloqueada (resfrío/alergia) causa dolor agudo.



Aeroembolismo Dental

Aire en caries/empastes mal sellados se expande al ascender, provocando dolor intenso.



Gases Intestinales

A 18,000 ft, el gas intestinal duplica volumen. Evitar legumbres y bebidas gaseosas antes del vuelo.

Factores Agravantes y Prevención



Efecto del Tabaquismo

Tabaquismo: Monóxido de carbono en sangre eleva altitud fisiológica 4,000-5,000 ft.



Mnemónica IMSAFE (Autoevaluación previa)

- I - Illness
- M - Medication
- S - Stress
- A - Alcohol
- F - Fatigue
- E - Emoting/Eating

Técnicas de Igualación



Liberar presión: bostezo, deglución o Maniobra de Valsalva (soplar suavemente con nariz/boca cerradas).

Advertencia: Nunca vuele congestionado.

NOTA: Para PPA en Argentina operando habitualmente bajo 10.000 ft, los barotraumas son riesgos menores pero reales. La regla operacional: no volar congestionado.

PARTE 5 — Trabajo en equipo

La idea de «trabajo en equipo» en una cabina de avión suele asociarse a la aviación comercial con dos o más pilotos. Pero el alumno PPA, aunque normalmente vuele solo o con un instructor en doble comando, opera siempre en equipo en sentido amplio: con su instructor durante la formación, con el controlador o el operador AFIS durante el vuelo, con los mecánicos antes y después, con su pasajero adulto en algún rol funcional, con otros pilotos del aeroclub. Las habilidades de trabajo en equipo —liderazgo, seguimiento, asignación de tareas, comunicación abierta, gestión de conflictos— son tan aplicables al PPA como al comandante de Airbus.

Capítulo 17. CRM y SRM

17.1 Origen y evolución del CRM

Crew Resource Management (CRM, actualmente Complete Resource Management) nació tras el accidente de United 173 (Portland, 1978) en el cual una tripulación absorta en un problema de tren dejó agotar el combustible. Comandante autoritario, primer oficial que no insistió, mecánico cuyas advertencias no fueron escuchadas. La compañía United Airlines, con la NASA, desarrolló el primer programa de CRM (entonces llamado «Cockpit Resource Management»). Posteriormente se extendió a toda la tripulación («Crew Resource Management») y luego a otras profesiones de alto riesgo (cirugía, plantas nucleares).



La gestión de recursos de cabina (CRM) optimiza la comunicación y el trabajo en equipo para reducir errores operacionales.

Las habilidades CRM clásicas:

- Liderazgo y seguimiento (leadership / followership).
- Comunicación bidireccional eficaz.
- Gestión de la carga de trabajo y delegación de tareas.
- Toma de decisiones en equipo.
- Conciencia situacional compartida.
- Resolución de conflictos.
- Asertividad sin agresividad.
- Mantención de estándares (no normalizar la desviación).

17.2 SRM — CRM aplicado al monopiloto

Single-pilot Resource Management (SRM) es la adaptación de CRM al piloto solo, típico en PPA. La idea central: aunque no haya copiloto, el piloto tiene RECURSOS —externos e internos— que debe gestionar como si fueran tripulación:

- Recursos externos: ATC y FIS, despachadores, pasajeros adultos (pueden ayudar leyendo cartas, sosteniendo checklists), tecnología (GPS, autopiloto, alertas), otros pilotos en frecuencia.
- Recursos internos: atención, memoria, juicio, energía, capacidad de decisión.

SRM se enseña en varios módulos integrados:

- Aeronautical Decision Making (ADM, ver Capítulo 21).
- Risk Management (gestión de riesgos).
- Task Management (gestión de tareas).
- Situational Awareness (conciencia de la situación, ver Cap. 22).
- Controlled Flight Into Terrain Awareness (prevención de impacto contra el terreno).
- Automation Management (gestión de la automatización: GPS, autopiloto).

17.3 Roles en doble comando

Durante toda la formación PPA, el alumno comparte cabina con un instructor. Los roles deben estar claros antes de cada vuelo:

- ¿Quién es PIC durante este vuelo de instrucción? (Normalmente el instructor, pero conviene confirmar).
- ¿Qué hará el alumno? ¿Qué hará el instructor?
- ¿Quién comunica con torre?
- ¿En qué momento el instructor toma los mandos? Con qué frase («I have controls» / «yo tengo los mandos» / «avión mío»). Es importante una transferencia clara y vocal de los mandos para evitar simultaneidad o vacío.

- ¿Cómo se aborta una maniobra mal hecha? ¿Quién decide el go-around?

El error frecuente en doble comando inicial: ambos creen que el otro está volando el avión. La defensa es la verbalización explícita: «Tengo los mandos», confirmado por «Tenés los mandos».

Capítulo 18. Liderazgo, seguimiento y asertividad

18.1 Liderazgo

El piloto al mando es el LÍDER de la operación, aun cuando vuele solo. Liderar implica:

- Asumir la responsabilidad de la decisión y de sus consecuencias.
- Conocer la regulación, el avión, el procedimiento.
- Planificar con anticipación.
- Mantener disciplina propia (cumplir checklists, fraseología, procedimientos).
- Estar abierto a información que contradice las propias suposiciones (humildad).
- Comunicar las intenciones (a ATC, a pasajeros).
- Aceptar el resultado: si decidió volver, no lamentarse; si decidió seguir y salió bien, no atribuírselo a la suerte.

18.2 Seguimiento (Followership)

Cuando el alumno PPA está como segundo a bordo (otro PPA, instructor, piloto comercial), es un «seguidor» pero NO un pasajero pasivo. Sus deberes:

- Aviar el avión si el PIC se incapacita.
- Hablar si ve algo mal («Capitán, no veo el aeródromo en la posición que esperaba», «Capitán, la mezcla está rica para esta altitud»).
- Operar tareas que el PIC le delegue: leer carta, sostener checklist, monitorear instrumento, comunicar.
- Aprender observando.

18.3 Asertividad

Asertividad es la capacidad de expresar opiniones, pedidos o desacuerdos de forma firme pero respetuosa. Es lo opuesto tanto de la agresividad (imponer) como de la pasividad (callar).

En aviación, la asertividad insuficiente es uno de los factores recurrentes en accidentes. La cabina «de gradiente alto» —donde el comandante no permite cuestionamientos, o el primer oficial es demasiado sumiso— es un riesgo conocido. Tenerife 1977 es el ejemplo histórico canónico: el ingeniero de vuelo de KLM percibió la duda pero no insistió ante el comandante.

La técnica «PACE» o similar para escalar asertividad cuando hay desacuerdo o preocupación:

- P — Probing (sondear): «¿Está seguro de que tenemos altitud para librar las sierras?»

- A — Alerting (alertar): «Capitán, no veo la pista, parece que estamos al norte del rumbo».
- C — Challenging (cuestionar): «Capitán, debemos dar vuelta. Las condiciones empeoraron».
- E — Emergency / Emergencia: «Capitán, tomo los mandos. Vamos a alternativo».

Para el PPA, la asertividad relevante es:

- Con el instructor: el alumno DEBE preguntar lo que no entiende. Un alumno tímido aprende menos y genera riesgo.
- Con ATC: el piloto DEBE pedir aclaración si una autorización no quedó clara («Repetir, por favor», «Confirme nivel de vuelo»).
- Con la presión social: el piloto DEBE poder decir «hoy no se vuela» a su familia, jefe, amigo.

CRM Y SRM: GESTIÓN PROFESIONAL DE RECURSOS AERONÁUTICOS

EL FACTOR HUMANO Y SRM

Optimiza la interacción piloto-sistema.
SRM es el arte de gestionar recursos internos y externos para un vuelo seguro.

SRM es la gestión de recursos para un vuelo seguro

LAS TRES PREGUNTAS CLAVE

Evaluación constante antes del vuelo.

AUTOEVALUACIÓN IMSAFE

Evalúe antes del despegue.

COMUNICACIÓN ASERTIVA (PACE)

P - SONDEO
Haga Preguntas, Aclare dudas.

A - ALERTA
Declare Preocupaciones, Identifique riesgos (ej., "Estamos por debajo de la ruta").

C - DESAFÍO
Ofrezca Alternativa, Cuestione plan inseguro.

E - EMERGENCIA
Tome acción de Emergencia si es necesario.

Escala **gradual** de asertividad

CONCIENCIA SITUACIONAL Y RECURSOS

Mantenga la **SA** gestionando la atención. Use '**AVIAR-NAVEGAR-COMUNICAR**' y listas de verificación para la carga de trabajo.

CRM y SRM: el uso efectivo de todos los recursos disponibles reduce la carga de trabajo y mejora la toma de decisiones en vuelo.

Capítulo 19. Carga de trabajo y delegación

La carga de trabajo (workload) es la suma de demandas mentales y físicas sobre el piloto en un momento dado. El vuelo tiene picos:

- Despegue: muchas tareas en pocos segundos.
- Aproximación y aterrizaje: alta concentración + integración tráfico + comunicación + configuración del avión.

- Cambios de espacio aéreo: nueva frecuencia, código transponder, notificaciones.
- Emergencia: máxima carga.

Estrategias de gestión de carga:

- Adelantar tareas: programar próxima frecuencia mientras se está en crucero estable; ajustar QNH y subescala antes de iniciar descenso; revisar carta del aeródromo antes de iniciar aproximación.
- Priorizar: AVIATE-NAVIGATE-COMMUNICATE.
- Delegar: si hay otro piloto a bordo, asignarle tareas. Si hay pasajero adulto, asignarle tareas no críticas (sostener carta, leer en voz alta una secuencia).
- Reducir tareas innecesarias: en alta carga, no es momento de hacer turismo visual hacia un punto interesante; postergar la conversación con pasajero.
- Mantener buffer: planificar para que la carga no sea máxima en momentos críticos.

Capítulo 20. Pasajeros: gestión y briefing

El PPA tiene como primer privilegio operacional llevar pasajeros (sin recibir remuneración por ello). Llevar pasajeros añade complejidad: distracción potencial, responsabilidad sobre su vida, gestión de su comportamiento. Las buenas prácticas:

- Briefing previo al vuelo: explicar al pasajero qué es el avión, dónde sentarse, cómo abrocharse el cinturón, qué hacer en caso de emergencia, cómo abrir la puerta, dónde está el extintor, no tocar nada.
- Briefing de comportamiento en vuelo: silencio en fases críticas (rodaje, despegue, aproximación, aterrizaje), comunicación normal solo en crucero estable, advertir al piloto si se siente mal (mareo, claustrofobia, calor).
- Bolsas para mareo a mano (sickness bags).
- Establecer que el piloto es la autoridad final. Si el pasajero presiona por hacer algo (sobrevolar la casa de su familia, llegar pronto a un evento), la decisión la toma el piloto.
- Niños: cinturón obligatorio, asiento adecuado, briefing simplificado, supervisión continua.
- Animales: solo si el avión los acepta, asegurados en caja apropiada.

NOTA: *Un pasajero frecuente puede ser entrenado en algunas tareas útiles: leer cartas en voz alta, sostener checklists, vigilar tráfico visual. Esto puede liberar capacidad cognitiva del piloto en situaciones complejas. NO es CRM formal, y de ninguna manera delega responsabilidad, pero ayuda operacionalmente.*

PARTE 6 — Comunicación

La comunicación es la transferencia de información y comprensión entre personas. En aviación es CRÍTICA: la mayoría de los accidentes en operación normal o anormal tiene en su cadena una falla de comunicación —del piloto con ATC, del piloto con la torre, del piloto con su pasajero, del piloto consigo mismo (autodiálogo)—. Esta parte se centra en los mecanismos de la comunicación, en sus barreras y en la fraseología radial.



Capítulo 21. Modelo básico de la comunicación

Comunicación efectiva requiere:

- Emisor: la persona que origina el mensaje.
- Codificación: convertir la idea en lenguaje o signo.
- Canal: medio por el que viaja el mensaje (voz directa, radio, intercomunicador, escrito, gesto).
- Receptor: persona que recibe.
- Decodificación: interpretar el mensaje.
- Comprensión confirmada: el emisor sabe que el receptor entendió correctamente. CRÍTICO en aviación: por eso el read-back.
- Retroalimentación: el receptor responde, lo que cierra el bucle.
- Contexto: el entorno y la situación en que ocurre la comunicación.

Una comunicación se rompe si falla cualquiera de estos eslabones.

Capítulo 22. Barreras en la comunicación

22.1 Barreras físicas

- Ruido de fondo (motor, viento, vibración).
- Equipamiento defectuoso (micrófono malo, auriculares con audio entrecortado).
- Saturación de frecuencia (varios aviones en simultáneo).
- Distancia (recepción de radio degradada).

22.2 Barreras del lenguaje

- Idiomas distintos (en Argentina ATC es en español; en vuelos internacionales y en SAEZ se opera también en inglés).
- Modismos regionales (un PPA argentino oyendo a un instructor chileno o uruguayo).
- Tecnicismos no comprendidos.
- Fraseología no estándar.
- Velocidad excesiva al hablar.

22.3 Barreras psicológicas

- Estrés del emisor o receptor: el receptor estresado capta peor; el emisor estresado se expresa peor.
- Expectativa: el receptor escucha lo que espera, no lo que se dijo realmente («expectation bias»).
- Distracción: el receptor está mentalmente ocupado en otra tarea cuando llega el mensaje.
- Prejuicios sobre el emisor (sexo, edad, acento, jerarquía): pueden filtrar lo que se entiende.
- Cansancio.

22.4 Barreras culturales y jerárquicas

- Diferencia de jerarquía (alumno-instructor, primer oficial-comandante): el subordinado se autocensura.
- Cultura aeroclubística: «yo no le voy a discutir al jefe de operaciones».
- Diferencias de edad: respeto excesivo al mayor.

Capítulo 23. Comunicación radial — aplicación PPA

La fraseología aeronáutica se trató en detalle en el manual de Performance y Planificación de Vuelo. Aquí se aborda desde la perspectiva de Factores Humanos: por qué la fraseología estándar existe, qué errores son frecuentes, cómo prevenirlos.

23.1 Principios de la fraseología estándar

- Brevedad: el tiempo de radio es limitado en frecuencia saturada.
- Claridad: pronunciación y volumen adecuados.
- Estandarización: las mismas palabras significan lo mismo en todo el mundo.
- No ambigüedad: cada palabra tiene un significado preciso.
- Confirmación: colación (read-back) de información crítica.

23.2 Errores frecuentes de PPA argentino

- Hablar atropelladamente, sin estructura «Quién contesta - Quién habla - Qué quiere - Final».
- Omitir matrícula al inicio: ATC no sabe a quién contesta.
- Repetir parcialmente la autorización («OK, voy a la pista» en lugar de «Autorizado a despegar pista 02, LV-ABC»).
- Decir «entendido» o «recibido» en vez de read-back completo: pierde la salvaguarda contra error.
- Mezclar español e inglés improvisado.
- Hablar con el micrófono demasiado cerca o lejos: distorsión.
- Activar el PTT (push-to-talk) antes de saber qué decir: ocupar frecuencia mientras se piensa.
- Interrumpir otra transmisión sin escuchar: «pisar» a otro avión o a ATC.
- No reconocer cambios de frecuencia: el ATC dijo «contacte 124,5» y el piloto sigue en la anterior.

23.3 Confirmación de instrucciones críticas (read-back)

Los siguientes elementos siempre requieren read-back:

- Autorización para entrar a pista, despegar, aterrizar, cruzar.
- Pista en uso.
- Niveles, altitudes asignadas.
- Rumbos asignados.
- Velocidades.
- Reglajes altimétricos (QNH).
- Códigos de transponder.
- Frecuencias para cambio.

Comunicaciones Aeronáuticas: La Voz del Piloto en el Espacio Aéreo

La Importancia y Naturaleza de la Comunicación



La Voz de la Seguridad Operacional

El medio esencial para anunciar intenciones, recibir instrucciones y coordinar tránsitos en el espacio aéreo.



Las 4 "C" de la Comunicación

Toda transmisión debe ser Clara, Concisa, Correcta (fraseología estándar) y Oportuna.

Estructura de la Transmisión

1) A quién llama

2) Quién es usted

3) Qué solicita o informa

Barreras y Factores Críticos



Barreras Físicas y del Lenguaje

El ruido del motor, la saturación de frecuencias y el uso de tecnicismos no estandarizados degradan el mensaje.



El Sesgo de Expectativa

Peligro psicológico donde el receptor escucha lo que espera oír y no lo que realmente se dijo.

Asertividad y Colación (Read-back)

Repetir instrucciones críticas y preguntar ante la duda son las defensas principales contra el error.

Elementos de colación (Read-back) obligatoria para el piloto

Elemento Crítico	Acción del Piloto
Autorizaciones de pista	Repetir textualmente (Entrar, Despegar, Aterrizar)
Instrucciones de altitud	Colacionar cambios de nivel o altitud asignada
Reglajes y Códigos	Repetir siempre el QNH y el código de Transponder



Si la información es compleja y el piloto no captó todo, decir «SAY AGAIN» o «REPITA POR FAVOR». Es preferible incomodar a ATC con una repetición que cumplir mal una autorización.

23.4 Comunicación con pasajeros

El pasajero recibe información del piloto antes y durante el vuelo. Buenas prácticas de comunicación con pasajeros:

- Lenguaje claro, sin jerga aeronáutica innecesaria.
- Explicar lo que se va a hacer antes de hacerlo («Vamos a virar a la derecha para mirar la sierra», «Voy a reducir potencia para descender, va a haber un ruido»).
- Tranquilizar sin minimizar: si hay turbulencia, «Esto va a moverse unos minutos. Es normal en esta zona. Quédese sentado y abrochado».
- Mantener calma en emergencia: la voz tranquila del piloto es el factor más estabilizador para el pasajero.

23.5 Autodiálogo y verbalización

El piloto solo en cabina puede beneficiarse de verbalizar sus acciones y pensamientos. Razones:

- Forzarse a articular ayuda a pensar con orden.
- Verbalizar un ítem de checklist obliga a mirarlo y verificarlo, no solo a pensarlo.

- En emergencia, decir «Tengo falla de motor, voy a velocidad de planeo, busco campo, después intento re arranque» estructura mentalmente la secuencia.

NOTA: *Algunos instructores insisten en que los alumnos «hablen el procedimiento» en voz alta durante los primeros vuelos. Es una técnica de aprendizaje y de gestión de carga muy efectiva. Recomendable mantenerla incluso después de obtener la licencia.*

PARTE 7 — Situación de riesgo

Esta parte se centra en cómo el piloto percibe, evalúa y maneja el riesgo. El riesgo es inherente a la aviación; no se elimina, se gestiona. El objetivo del piloto es desarrollar criterio para que su nivel de riesgo en cada vuelo se mantenga consistentemente bajo y, sobre todo, conocido y asumido conscientemente.

Guía de Autoevaluación Pre-Vuelo: Checklist IMSAFE

Análisis de factores fisiológicos, psicológicos y de estilo de vida que podrían degradar el rendimiento humano en cabina.

Evaluación de Estado Fisiológico (I-M-A)

I - Enfermedad (Illness) y M - Medicación



- Identificar síntomas de gripe, congestión (riesgo de barotrauma).
- Consultar efectos secundarios de fármacos con un médico aeronáutico.

A - Alcohol



- Respetar la tolerancia **0,0 g/L**.
- Regla de "**8 a 24 horas de la botella a la palanca**".



Evaluación de Rendimiento y Entorno Mental (S-F-E)

S - Estrés y F - Fatiga



- Evaluar presiones externas, calidad del sueño y fatiga acumulada.
- **24 horas sin dormir** equivalen a una **intoxicación grave**.

E - Alimentación y Emoción



- Verificar niveles de glucosa, hidratación (250-500ml/hora).
- Estabilidad emocional ante eventos personales recientes.

Decisión Final: GO / NO-GO

GO

NO-GO

Si cualquiera de las categorías presenta dudas, la decisión profesional de seguridad es **cancelar el vuelo**.

Flightpath

El checklist IMSAFE evalúa la condición personal del piloto antes de cada vuelo: Enfermedad, Medicación, Estrés, Alcohol, Fatiga, Alimentación.

Capítulo 24. Conceptos de peligro, riesgo y vulnerabilidad

24.1 Definiciones

- Peligro (hazard): condición, objeto o acto con potencial de causar daño. Ejemplo: una pista corta, una nube cumulonimbus, un piloto fatigado.
- Riesgo (risk): combinación de la probabilidad de que un peligro se materialice y la severidad de su consecuencia. El riesgo se gestiona; el peligro se identifica.
- Vulnerabilidad: grado en que el sistema (piloto, avión, operación) puede ser dañado por un peligro dado. Un piloto experto en montaña es menos vulnerable a un cruce cordillerano que un piloto recién recibido.
- Mitigación: acción para reducir la probabilidad o la severidad.

24.2 Matriz de riesgo

Una matriz clásica relaciona probabilidad y severidad. Para PPA:

Probabilidad / Severidad	Catastrófica	Mayor	Menor	Despreciable
Frecuente	Inaceptable	Inaceptable	Indeseable	Aceptable c/ mitig.
Probable	Inaceptable	Indeseable	Indeseable	Aceptable c/ mitig.
Ocasional	Indeseable	Indeseable	Aceptable c/ mitig.	Aceptable
Remota	Indeseable	Aceptable c/ mitig.	Aceptable	Aceptable
Improbable	Aceptable c/ mitig.	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Ejemplos aplicados a PPA argentino:

- Continuar VFR hacia un cumulonimbus: probabilidad de encontrar turbulencia severa = probable, severidad = catastrófica → INACEPTABLE. Mitigación: desvío, espera, no volar.
- Volar con neumáticos bajos: probabilidad de problema en aterrizaje = ocasional, severidad = menor → mitigable. Mitigación: inflar antes de volar.
- Vuelo nocturno PPA sin habilitación: probabilidad de pérdida de orientación o ilusión visual = probable, severidad = catastrófica → INACEPTABLE. Mitigación: no volar de noche sin habilitación.

Capítulo 25. Percepción del riesgo y sesgos



La decisión go/no-go frente a condiciones adversas es uno de los momentos más críticos de la operación aérea.

25.1 Sesgos cognitivos relevantes

La percepción del riesgo está distorsionada por sesgos cognitivos sistemáticos:

- Sesgo de confirmación (confirmation bias): el piloto busca y «encuentra» información que confirma su decisión preferida (continuar) e ignora la que la contradice (METAR empeorando).
- Sesgo de complacencia: tras varios vuelos sin incidente, se subestima el riesgo. «Siempre llego sin problemas, hoy también».
- Optimismo (optimism bias): «los accidentes le pasan a otros, no a mí».
- Plan continuation bias («continuation bias», «get-there-itis»): cuesta cambiar el plan original aun cuando los datos lo aconsejan.
- Sesgo de disponibilidad: el piloto sobreestima la probabilidad de eventos que le son familiares o que le impactaron recientemente, y subestima los desconocidos.
- Sesgo de anclaje: el piloto se queda con el primer dato (METAR de hace 2 horas) sin actualizarlo.
- Sesgo de retrospectión (hindsight bias): «sabía que esto iba a pasar» tras un incidente; en realidad no se sabía antes, se lee la cadena causal hacia atrás.

25.2 Defensas contra los sesgos

- Conocer el sesgo es el primer paso para no caer en él.
- Mínimos personales escritos antes del vuelo: criterios objetivos que el piloto se comprometió a respetar (visibilidad mínima, viento máximo, combustible mínimo de aterrizaje, etc.). Si la situación viola un mínimo, abortar.
- Verificar datos críticos con fuentes independientes: METAR + TAF + observación visual + reporte de otro piloto en frecuencia.
- Consultar criterio externo: un instructor por radio o teléfono, otro piloto, jefe de operaciones.
- Postergar la decisión: si hay duda, esperar 30 minutos o un día puede cambiar la imagen completamente.
- Verbalizar el plan B antes de iniciar el vuelo: «si en X situación, hago Y». Permite ejecutar el plan B sin tener que decidirlo bajo presión.

Capítulo 26. Modelo PAVE y mnemotécnica 5P

26.1 PAVE — checklist de riesgo previo al vuelo

PAVE es una herramienta sencilla para evaluar riesgos antes del vuelo. Cubre cuatro dimensiones:

- P — Pilot (piloto): ¿estoy yo en condiciones? Aplica el IMSAFE.
- A — Aircraft (aeronave): ¿está el avión apto? Cumple con MEL, prevuelo OK, combustible adecuado, performance suficiente para las condiciones.
- V — enVironment (entorno): meteorología, terreno, espacio aéreo, NOTAM, horarios de torre, alternativos, condiciones del aeródromo de origen y destino.
- E — External pressures (presiones externas): ¿qué me empuja a volar hoy? ¿Compromisos, costos, ego? ¿Es una razón válida o una presión?

Modelo PAVE: Evaluación de Riesgo Prevuelo

El modelo **PAVE** es una mnemónica de seguridad aeronáutica diseñada para segmentar el riesgo en cuatro categorías críticas, permitiendo al piloto evaluar sistemáticamente si el vuelo puede realizarse de manera segura.

P - Piloto (Mnemónica IMSAFE)

- Evaluar salud, medicación, estrés, alcohol, fatiga y nutrición/emociones antes de subir a la cabina.



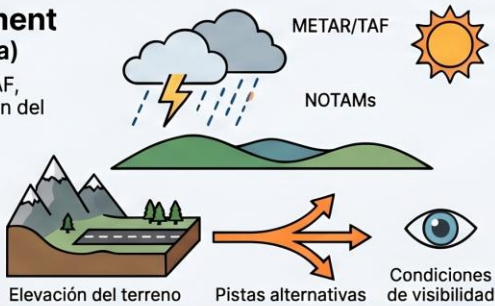
A - Aeronave (Estado y Límites)

- Verificar aeronavegabilidad, combustible, performance según temperatura y estado de los equipos críticos.



V - enVironment (Entorno y Clima)

- Revisar METAR/TAF, NOTAMs, elevación del terreno, pistas alternativas y condiciones de visibilidad.



E - Presiones Externas (Factores Psicológicos)

- Identificar compromisos familiares o laborales que generen el deseo peligroso de "llegar a destino".



El modelo PAVE permite evaluar el riesgo antes de cada vuelo: Piloto, Aeronave, enVironment, Presiones Externas.

26.2 5P — checklist iterativa antes y durante el vuelo

Variante operativa más amplia y dinámica: evaluar 5 P en momentos clave (preflight, prerrodaje, prerrotación, preascenso, predescenso, preaproximación):

- Plan: ¿el plan original sigue siendo válido? ¿Las condiciones cambiaron?
- Plane (avión): ¿el avión sigue normal? Indicaciones, sistemas.
- Pilot: ¿yo sigo OK? ¿Fatiga? ¿Estrés?
- Passengers: ¿están bien? ¿Mareados? ¿Cooperativos?
- Programming: ¿el GPS, el autopiloto, los instrumentos están programados correctamente para la fase siguiente?

La idea es no «decidir una vez al inicio», sino DECIDIR EN CADA HITO si las condiciones siguen siendo aceptables.

Capítulo 27. Aeronautical Decision Making (ADM)

27.1 El modelo DECIDE

DECIDE es un modelo de toma de decisiones específico para aviación. Seis pasos cíclicos:

7. D — Detect (detectar): notar que algo cambió en la situación.
8. E — Estimate (estimar): evaluar la severidad. ¿Es crítico, importante, secundario?
9. C — Choose (elegir): definir un objetivo. ¿Qué quiero conseguir (aterrizar a salvo, llegar al destino, evitar daño)?
10. I — Identify (identificar): enumerar opciones para alcanzar el objetivo.
11. D — Do (hacer): tomar la acción elegida.
12. E — Evaluate (evaluar): ¿la acción produjo el efecto esperado? Si no, volver al paso 1.



El modelo DECIDE estructura la toma de decisiones en vuelo: Detectar, Estimar, Elegir, Identificar, Hacer, Evaluar.

Aplicación ejemplo: en crucero, el piloto ve que la visibilidad cayó y las nubes parecen estar bajando.

- D: detecto deterioro meteorológico.
- E: si sigue así, en 15 min las nubes me obligan a volar bajo, o entrar a IMC. Severidad: alta, ya estoy en zona de riesgo.
- C: mi objetivo es mantenerme en VMC seguro. Aterrizar pronto.

- I: opciones — (a) seguir y esperar mejora, (b) virar 180° y volver al aeródromo anterior, (c) desviar a aeródromo más cercano en buen tiempo, (d) aterrizar en pista alternativa cercana, (e) aterrizaje precautorio fuera de aeródromo si nada de lo anterior funciona.
- D: elijo (b), 180° y vuelvo a aeródromo anterior, mejor conocido.
- E: tras 10 min de retorno, la visibilidad mejoró. Continuo a aeródromo de retorno. OK.

27.2 Decisión bajo presión de tiempo: NDM y reconocimiento de patrón

El modelo DECIDE es analítico y lleva tiempo. En emergencias agudas, los expertos NO siguen modelos analíticos: usan reconocimiento de patrón (Naturalistic Decision Making, Klein 1998). Reconocen la situación como un patrón aprendido y aplican la respuesta asociada.

Para PPA, esto implica:

- La experiencia construye patrones. Cada vuelo, cada emergencia simulada en instrucción, cada caso JST estudiado, suma.
- Los procedimientos memorizados (boldface items del POH) son patrones precargados.
- La instrucción de calidad obliga a practicar emergencias hasta que la respuesta sea automática y luego es analítica para los detalles.

NOTA: *Por eso los manuales de Conocimiento General y de Performance enfatizan tanto las cifras y los procedimientos exactos: no son trivia, son los patrones que el piloto necesitará en milisegundos cuando algo salga mal.*

PARTE 8 — Error humano

El error humano es ubicuo e inevitable. La aviación moderna no aspira a eliminarlo, sino a comprenderlo, anticiparlo, contenerlo y aprender de él. Esta parte presenta las clasificaciones de error más utilizadas en la disciplina, el modelo de Reason del «queso suizo», y la taxonomía HFACS. Saber clasificar un error que uno mismo o un colega cometieron es el primer paso para diseñar defensas concretas.

Capítulo 28. Naturaleza del error humano

28.1 Definición y filosofía

Un error es una acción, decisión o falta de acción que produce una desviación entre la situación intencionada y la real, sin ser deseada por el operador. Algunas precisiones:

- No es lo mismo error que infracción. Una infracción es deliberada (saltarse una regla a sabiendas).
- No es lo mismo error que mala suerte. Una falla mecánica no es un error humano del piloto.
- Un error puede tener o no consecuencias. Muchos errores se cometen y se autocorrigen sin que nadie los note.
- El error es un síntoma del sistema, no su causa primaria. Cuando un piloto experimentado comete un error obvio, hay que preguntar QUÉ del sistema lo facilitó (cabina mal diseñada, procedimiento ambiguo, fatiga inducida por turnos, comunicación deficiente).

28.2 La perspectiva moderna del error

Históricamente, ante un accidente se preguntaba: «¿quién tuvo la culpa?». La respuesta sancionaba al individuo y cerraba el caso. Esta «aproximación al individuo» (person approach, Reason 1997) tiene un defecto fatal: no aprende. Mientras el sistema permanezca igual, otro piloto cometerá el mismo error.

La aproximación moderna —«aproximación al sistema» (system approach)— sostiene que:

- Los errores son consecuencias, no causas.
- Las causas están en el sistema (procedimientos, equipo, formación, cultura, organización).
- Las defensas se diseñan en el sistema, no se «exigen» del individuo (no se le exige «no equivocarse»).
- La sanción se reserva para infracciones deliberadas y comportamiento imprudente; no para errores honestos.

Capítulo 29. Clasificación de errores

29.1 Clasificación de Rasmussen (SRK)

Rasmussen (1983) clasificó el comportamiento humano en tres niveles, cada uno con su tipo de error:

- Skill-based (basado en habilidades): tareas automatizadas, ejecutadas sin pensamiento consciente. Errores típicos: SLIPS (desliz: acción no intencionada al ejecutar) y LAPSES (lapsos: olvidos).
- Rule-based (basado en reglas): aplicación de reglas conocidas a situaciones familiares. Errores típicos: MISTAKES por aplicar la regla incorrecta, aplicar bien una regla obsoleta, o no aplicar una regla por no recordarla.
- Knowledge-based (basado en conocimiento): situaciones nuevas que exigen razonamiento. Errores típicos: MISTAKES por información incompleta, mala comprensión del problema, modelo mental incorrecto.

29.2 Clasificación de Reason (slips, lapses, mistakes, violations)

James Reason (1990) propuso una clasificación más operacional:

- SLIP (desliz): la intención era correcta pero la ejecución fue mala. Ejemplo: el piloto quiso bajar flaps a 20° y bajó a 30°. La acción no coincidió con la intención.
- LAPSE (lapso): olvido de un paso. Ejemplo: olvidar quitar carb heat antes del despegue. Olvidar bajar el tren en aterrizaje.
- MISTAKE (error de juicio o decisión): la intención misma era incorrecta. Ejemplo: el piloto decide despegar con un METAR marginal pensando que es seguro; o calcula mal el centrado y decide despegar sobrepasado.
- VIOLATION (infracción): desviación deliberada de la regla. Ejemplo: el piloto sabe que el viento cruzado excede el demostrado y decide aterrizar igual.

La distinción operacional importante:

- Slips y lapses son errores de ejecución. Se reducen con listas de control, automatización, ergonomía.
- Mistakes son errores de juicio o conocimiento. Se reducen con formación, criterio, mejor información, mentores.
- Violations responden a cultura, presión, hábito. Se reducen con liderazgo, ejemplo, cultura justa, supervisión.

29.3 Ejemplos PPA por categoría

Categoría	Ejemplo en aviación general argentina
Slip	Al mover el acelerador el piloto roza la mezcla y la lleva a corte, parando el motor.
Slip	El piloto quería rumbo 270 y giró equivocadamente a 090 (espejo en el giro direccional).
Lapse	Olvido de quitar calefacción del carburador antes del despegue: pérdida de potencia.
Lapse	Olvido de bajar tren en C172RG en final: aterrizaje con tren arriba.
Lapse	No actualizar QNH al cambiar de FIR: 50 hPa de desfasaje, error de altitud.
Mistake	Decidir continuar VFR hacia destino con cumulonimbus en formación. El piloto cree que pasa por el costado, pero entra en zona convectiva.
Mistake	Calcular combustible con consumo POH pero olvidar la reserva legal.
Mistake	Decidir aterrizar en pista corta sin recalcular performance para 35 °C y peso máximo.
Violation rutinaria	Vuelo sin presentación de FPL en cross-country, «porque acá siempre se hace así».
Violation rutinaria	Aterrizajes en pasto húmedo no autorizado por POH.
Violation excepcional	Vuelo bajo influencia de alcohol (delito de fondo).
Violation excepcional	Volar con CMA vencido.

Capítulo 30. El modelo de Reason (queso suizo)

James Reason propuso una metáfora visual ampliamente usada en aviación: el modelo del «queso suizo» (Swiss cheese model). El sistema operacional tiene varias capas de defensa contra el accidente:

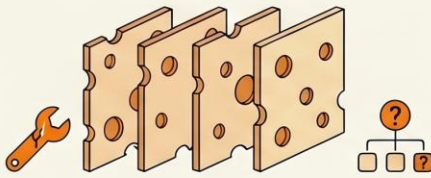
- Decisiones organizacionales: políticas, dotación de recursos, cultura, supervisión.
- Condiciones latentes: prácticas de mantenimiento, formación insuficiente, procedimientos ambiguos, mala ergonomía. Son las «agujeros latentes» en el queso, dormidos hasta que se alinean con otros.
- Condiciones que predisponen actos inseguros: fatiga, estrés, falta de información, distracción, presión.

- Actos inseguros: errores y violaciones del operador en la línea (el piloto, el mecánico, el controlador).
- Defensas activas: alarmas, sistemas redundantes, procedimientos, listas de control, supervisión.

El Modelo del Queso Suizo: Gestión del Error en Aviación

ANATOMÍA DE LAS CAPAS DE DEFENSA

FALLAS LATENTES



- Deficiencias dormidas en el sistema (ej., cultura pobre, mantenimiento deficiente) que crean "agujeros" en el queso.

ANATOMÍA DE LAS CAPAS DE DEFENSA

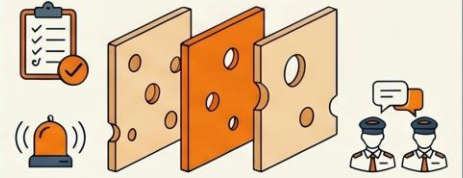
ACTOS INSEGUROS



- Errores o violaciones cometidos por el piloto en la línea de vuelo (slips, lapses o mistakes) que representan la falla de la última barrera de defensa.

ANATOMÍA DE LAS CAPAS DE DEFENSA

DEFENSAS ACTIVAS



- Barreras como listas de control, alarmas, entrenamiento (CRM/TEM) y regulaciones diseñadas para interceptar el error antes de que progrese.

LA DINÁMICA DEL ACCIDENTE

ALINEACIÓN DE AGUJEROS



- Un accidente ocurre únicamente cuando las debilidades de cada capa se alinean, permitiendo que la trayectoria del fallo sea ininterrumpida.

LA DINÁMICA DEL ACCIDENTE

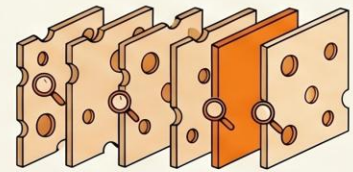
GESTIÓN DEL SISTEMA



- La seguridad no busca eliminar el error humano (inevitable), sino añadir capas de defensa y detectar fallas latentes antes de que se alineen.

LA DINÁMICA DEL ACCIDENTE

TRAYECTORIA DEL FALLO



- El análisis de un accidente debe rastrear los agujeros hacia atrás, identificando por qué las defensas fallaron en lugar de solo culpar al piloto.

Flightpath

El Modelo del Queso Suizo: los accidentes ocurren cuando las fallas latentes y activas de múltiples capas de defensa se alinean.

Cada capa tiene «agujeros» (debilidades, fallas latentes). Un accidente ocurre cuando los agujeros de todas las capas se alinean. La defensa contra el accidente no es eliminar errores individuales (imposible), sino:

- Detectar y reparar agujeros latentes.
- Multiplicar las capas de defensa.
- Diseñar capas tales que sus agujeros NO sean correlacionados.

NOTA: cuando se investiga un accidente, no se busca SÓLO «el último error del piloto». Se busca por qué ese error fue posible, no fue detectado y no fue mitigado, rastreando hacia atrás en el tiempo y los procedimientos el origen real del accidente. Cada caso revela agujeros latentes que pueden corregirse.

Capítulo 31. HFACS — Human Factors Analysis and Classification System

31.1 Estructura HFACS

HFACS (Wiegmann y Shappell, 2003) operacionaliza el modelo de Reason con cuatro niveles taxonómicos, cada uno con categorías específicas:

Nivel 1: Actos inseguros del operador (Unsafe Acts)

- Errores de decisión (decision errors): elección incorrecta entre opciones disponibles.
- Errores basados en habilidad (skill-based errors): slips y lapses.
- Errores de percepción (perceptual errors): ilusiones, mala interpretación visual.
- Violaciones rutinarias (routine violations): infracciones habitadas, toleradas por el grupo.
- Violaciones excepcionales (exceptional violations): infracciones aisladas, no típicas del individuo.

Nivel 2: Precondiciones de actos inseguros

- Estado mental adverso: fatiga, estrés, complacencia, distracción, ansiedad, motivación.
- Estado fisiológico adverso: enfermedad, intoxicación, hipoxia, ilusiones físicas, deshidratación.
- Limitaciones físicas/mentales: capacidad insuficiente para la tarea, falta de aptitud.
- Gestión de recursos de tripulación (CRM) deficiente: mala comunicación, asertividad insuficiente, liderazgo deficiente.
- Preparación personal: falta de descanso, alimentación inadecuada, alcohol previo, automedicación.

Nivel 3: Supervisión insegura

- Supervisión inadecuada: instrucción insuficiente, evaluación deficiente, falta de seguimiento.
- Operaciones planeadas inapropiadamente: programación de vuelos inadecuada, asignaciones excesivas, tripulación mal balanceada.
- Falla en corregir problemas conocidos: tolerancia de fallas reincidentes, falta de acción ante reportes.
- Violaciones de supervisión: el supervisor mismo viola normas.

Nivel 4: Influencias organizacionales

- Gestión de recursos: presupuesto, dotación, equipo, mantenimiento.
- Clima organizacional: cultura de seguridad, presión por producir, comunicación interna.
- Procesos organizacionales: procedimientos, supervisión documentada, capacitación continua.

31.2 Aplicación HFACS a un caso típico PPA

Caso ilustrativo (compuesto a partir de patrones JST, no de un accidente específico):

Un PPA con 70 horas vuela un C172 en travesía SAAR-SAZS (Rosario-Bariloche). El TAF de Bariloche indicaba ráfagas y nubes bajas para la tarde. El piloto, con compromiso familiar al día siguiente, sale al mediodía. A 60 NM de destino, las nubes están a 4.000 ft con visibilidad caída. Continúa. A 30 NM intenta descender bajo techo, choca contra cordón montañoso (CFIT – Controlled Flight Into Terrain -Vuelo Controlado contra el Terreno). Sobrevive con heridas, avión perdido.

Análisis HFACS:

- Nivel 1 — Actos inseguros: decisión incorrecta de continuar (decision error), error perceptual al estimar el techo (perceptual error).
- Nivel 2 — Precondiciones: estado mental con presión externa (compromiso familiar), motivación a llegar; preparación: no consultó NOTAM ni TAF actualizado por la mañana; CRM: solo, sin instructor que pudiera cuestionar.
- Nivel 3 — Supervisión: el aeroclub no tenía revisión obligatoria del briefing meteorológico antes de cross-country PPA novato; el jefe de operaciones no recibió aviso de la salida.
- Nivel 4 — Organizacional: el aeroclub tenía cultura de «pilotos autónomos» sin verificación cruzada; no había política escrita de mínimos personales graduales para PPA con baja experiencia.

Recomendaciones derivadas (típicas):

- Establecer mínimos personales graduales para PPA por horas y por área operacional.
- Briefing meteorológico verificado por jefe de operaciones para cross-country menor de 100 horas.
- Capacitación específica para vuelos cordilleranos.
- Programa de mentoría entre pilotos experimentados y novatos.

Capítulo 32. Errores específicos del PPA— taxonomía operacional

32.1 Continuación VFR en IMC

Es la causa de muerte más documentada de PPA en aviación general en Argentina y el mundo. La cadena típica:

13. Pronóstico era marginal pero el piloto creyó que «mejoraría».
14. Salida con visibilidad buena en origen.
15. Deterioro progresivo en ruta.
16. Reducción de altitud para mantener visual con el terreno.
17. Entrada inadvertida a IMC.

18. Pérdida de orientación espacial.

19. Pérdida de control: espiral mortal o impacto.

Defensas: mínimos personales estrictos, NO salir si TAF marginal, virar 180° al primer signo de deterioro, declarar emergencia y pedir asistencia ATC sin pudor.

32.2 Agotamiento de combustible

Causas habituales:

- Mala planificación: cálculo optimista o usando promedios en condiciones reales peores (viento más fuerte).
- No actualización en vuelo: viento real distinto al planeado, sin recalcular.
- Mala gestión del selector (Piper PA-28): consumo de un solo tanque que se agota.
- Confianza ciega en el indicador de cabina.
- No incluir reserva legal en el cálculo.
- «Get-home-itis»: «llego con justa».

Defensas: planificar con reservas + 30 min adicionales personales, actualizar en vuelo cada hora, declarar MINIMUM FUEL temprano, no aterrizar nunca con menos de 30 min utilizables.

32.3 Pérdida de control en baja velocidad

Típicamente en patrón de tráfico, viraje básica-final con viento o sobrecargado. Causas:

- Viraje pronunciado de base a final con poco viento de cara: aumenta factor de carga, VS sube, entra en pérdida.
- Viraje skidding con timón de dirección para corregir aproximación profunda: alas asimétricas, entrada en pérdida con barrena.
- Distracción en final: tráfico, ATC, problema técnico → no monitorea velocidad.

Defensas: aproximación estabilizada, no exceder 30° MAXIMO de banqueo en circuito, mantener bola al centro, monitoreo continuo de velocidad.

32.4 CFIT en montaña

Argentina tiene relieve significativo en NOA, Cuyo y Patagonia. Causas habituales:

- Subestimación de elevación del terreno en cartas no detalladas.
- Mal cálculo de DA (Decision Altitude – Altitud de Decisión: continuo aproximación o hago escape) en aeródromos altos en verano.
- Vuelo bajo techo de nubes contra cordón montañoso oculto.
- Falta de oxígeno, juicio degradado.
- Vuelo de noche o crepúsculo en zona desconocida con terreno muy irregular.

Defensas: conocer la ruta, mantener altitud de seguridad MORA, no volar bajo techo en zonas montañosas, oxígeno disponible para cordillera, GPS con base topográfica.

32.5 Runway excursions

Salida de pista en aterrizaje o despegue. Causas:

- Aterrizaje con viento cruzado superior al demostrado.
- Velocidad de aproximación excesiva: aterrizaje largo, no quedan metros para frenar.
- Aterrizaje en pista corta sin verificación de performance.
- Frenado deficiente en pista contaminada (pasto mojado, ripio resbaladizo).
- Aborto de despegue tardío.
- Pérdida de control direccional en despegue (P-factor no compensado con pedal).

Defensas: planificación de performance, aproximación estabilizada, criterio de go-around preestablecido, técnica de viento cruzado practicada.

PARTE 9 — Reportes e investigación del error humano. Documentación apropiada

Un sistema de aviación que aprende es aquel donde los errores y los incidentes se reportan, se analizan y producen cambios. El alumno PPA debe entender el ciclo: cómo reportar un evento, qué autoridades intervienen, qué protege al reportante, qué documentación debe llevar y conservar.

Capítulo 33. Cultura de seguridad y cultura justa

33.1 Tipos de cultura de seguridad

James Reason describió cinco componentes de una cultura organizacional madura en seguridad:

- Cultura de información: las personas en el sistema reportan datos relevantes (errores propios, observados, condiciones marginales).
- Cultura justa: las personas se sienten seguras al reportar errores honestos. Sólo las infracciones deliberadas o la negligencia grave se sancionan.
- Cultura de aprendizaje: la organización analiza los reportes y modifica procedimientos, equipos, formación.
- Cultura flexible: la organización puede cambiar configuración (cadena de mando, procedimientos) según las demandas.
- Cultura de reporte: el reporte es habitual, no excepcional. Se reportan también near-misses y observaciones.

33.2 La «cultura justa»

La cultura justa es el fundamento sin el cual nada se reporta. Distingue:

- Error honesto: comportamiento normal con buena intención que resulta mal. NO se sanciona; se analiza y se mejora el sistema.
- Conducta de riesgo: comportamiento con desviación menor de norma, generalmente por hábito o por presión. Se corrige con conversación, entrenamiento.
- Conducta imprudente o temeraria: comportamiento con desprecio consciente del riesgo. Se sanciona disciplinariamente.
- Conducta dolosa: acción con intención de causar daño. Se sanciona penalmente.

En Argentina, la JST opera bajo este principio: la investigación de accidentes NO tiene fines punitivos, sino preventivos. Sus reportes no se usan como prueba en procesos administrativos o judiciales contra individuos. Esto es esencial para que los pilotos cooperen con la investigación.

Capítulo 34. La JST y el sistema argentino

34.1 Roles de los organismos

- ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil): autoridad reguladora. Emite y suspende licencias, certifica aeronaves y operadores, fija reglamentos (RAAC), audita.
- EANA (Empresa Argentina de Navegación Aérea): proveedor de servicios de tránsito aéreo, AIP, NOTAM.
- JST (Junta de Seguridad en el Transporte): organismo investigador, independiente operacionalmente. Investiga accidentes e incidentes graves; publica informes con recomendaciones de seguridad operacional.
- INMAE (Instituto Nacional de Medicina Aeronáutica y Espacial): autoridad médica aeronáutica.
- Ministerio público (fiscalía, justicia): procesa lo penal y administrativo independientemente de la JST.



NOTA: Es importante para el PPA entender la diferencia: la JST busca aprender; la justicia busca responsabilidad. El piloto involucrado en un accidente debe cooperar con ambos procesos, pero entender que sus declaraciones tienen distinto efecto.

34.2 Definiciones operativas (Anexo 13 OACI, adoptadas por Argentina)

- Accidente: suceso relacionado con la operación de una aeronave en el que (a) una persona sufre lesiones graves o mortales, (b) la aeronave sufre daños o falla estructural que afecten su resistencia, su performance o sus características de vuelo, o (c) la aeronave desaparece o es totalmente inaccesible.
- Incidente grave: incidente que estuvo a punto de ser un accidente. Por ejemplo, un casi-impacto en pista, una falla de motor controlada con aterrizaje exitoso.
- Incidente: suceso, distinto de un accidente, asociado con la operación de una aeronave que afecte o pueda afectar la seguridad operacional.
- Suceso reportable (Mandatory Occurrence Report, MOR): conjunto de eventos que deben reportarse a la autoridad aun sin daño (excursión leve, falla controlada, casi-incidente con tráfico, etc.). La ANAC publica la lista.

Capítulo 35. Reportes — qué, cómo, cuándo

35.1 Reportes obligatorios (MOR)

Tras un accidente o incidente grave, el piloto al mando (o el operador) DEBE reportar a la JST. La obligación está en el Código Aeronáutico y en el RAAC. El reporte inicial es típicamente telefónico, seguido de un formulario escrito. La JST habilita líneas y procedimientos descritos en su sitio (<https://www.argentina.gob.ar/jst>).

La ANAC también recibe reportes de seguridad operacional (SMS) en el ámbito de operadores comerciales. Para PPA particular, la vía principal es la JST.

Información mínima del reporte inicial:

- Datos del piloto al mando: nombre, licencia, contacto.
- Datos de la aeronave: matrícula, modelo, propietario, operador.
- Fecha, hora local y UTC, lugar.
- Fase del vuelo: rodaje, despegue, ascenso, crucero, descenso, aproximación, aterrizaje.
- Descripción del suceso.
- Personas a bordo, lesiones.
- Daños a la aeronave y a terceros.
- Condiciones meteorológicas en el momento.
- Otra información relevante.

35.2 Reportes voluntarios (ASR — Aviation Safety Reports)

Los reportes voluntarios son aquellos que un piloto presenta SIN obligación legal, para alertar al sistema sobre una condición de riesgo. Pueden ser:

- Casi-incidentes (near miss): casi colisión con otro tráfico, casi excursión, casi pérdida de control.
- Condiciones marginales en aeródromos: pista irregular, señalización deficiente, obstáculos no señalizados.
- Procedimientos confusos.
- Equipo defectuoso recurrente.
- Errores propios o de colegas detectados a tiempo.

La ANAC promueve estos reportes con sistemas anónimos o de confidencialidad. Su valor estadístico para el sistema es enorme: por cada accidente hay decenas de incidentes y centenares de condiciones de riesgo que, si se reportan a tiempo, evitan futuros accidentes (modelo del «iceberg» de Heinrich).

NOTA: *El alumno PPA debe acostumbrarse a reportar lo que ve. Reportar no es delatar; es contribuir al sistema. Una escuela/aeroclub donde los pilotos reportan errores propios y observados es una escuela/aeroclub donde se aprende y se mejora.*

35.3 Documentación que el piloto debe llevar y conservar

- Libro de vuelo (logbook) personal: registro de todos los vuelos con fechas, aeronave, tiempos, condiciones, observaciones. Es la prueba de experiencia para revalidación de habilitaciones.
- Licencia y habilitaciones vigentes.
- Certificado Médico Aeronáutico vigente.
- Documentación del avión (a bordo): certificado de matrícula, certificado de aeronavegabilidad, POH/AFM, bitácoras, seguro, planilla de pesaje.
- Constancia de cierre de plan de vuelo si correspondió.
- Documentación de mantenimiento (responsabilidad del operador, pero el piloto debe verificar).
- Tras un incidente: registro detallado de su versión por escrito mientras los recuerdos están frescos. Es legítimo y recomendable.

Capítulo 36. Investigación de accidentes — proceso

La JST, ante un accidente o incidente grave, sigue un procedimiento estandarizado (alineado con Anexo 13 OACI):

20. Notificación inicial.
21. Despacho de equipo investigador al lugar.
22. Preservación del lugar del accidente (asegurar pruebas).
23. Entrevistas a piloto sobreviviente (si aplica), testigos, controladores, mecánicos.
24. Examen de la aeronave, restos, motor, instrumentos. Análisis de combustible, aceite.
25. Análisis del entorno: meteorología real, condiciones de pista, NOTAM aplicables.

26. Análisis del piloto: experiencia, formación, descansos, salud, sustancias (toxicología si hubo víctima fatal).
27. Análisis del operador: cultura, procedimientos, supervisión.
28. Análisis del sistema: regulación aplicable, ATS, mantenimiento del aeródromo.
29. Elaboración del informe final con causas probables y recomendaciones de seguridad.
30. Publicación del informe.

El informe NO atribuye culpas. Identifica «factores contribuyentes». Las recomendaciones se dirigen a las organizaciones (operador, autoridad, fabricante, escuela) para mejorar el sistema.

36.1 Lectura crítica de informes JST

La JST publica informes en su sitio. Es lectura RECOMENDADA y casi obligatoria para el alumno PPA. Lecciones que se obtienen:

- Patrones recurrentes: cuáles son los errores más comunes en aviación argentina.
- Tipos de aeronave involucrados: cuáles tienen incidencia desproporcionada.
- Regiones y aeródromos con condiciones específicas.
- Recomendaciones que pueden aplicarse al propio operar (mínimos personales, prácticas, equipamiento).

NOTA: Una buena práctica de instrucción PPA es discutir, en clase o con instructor, uno o dos informes JST reales por semana. La identificación con el piloto involucrado («yo podría haber estado ahí») es la mejor forma de internalizar las lecciones.

PARTE 10 — Monitoreo y auditoría

La aviación es uno de los sistemas más auditados del mundo. Detrás de cada vuelo hay capas de monitoreo: la autoridad supervisa a los operadores, los operadores supervisan a los pilotos, los pilotos se monitorean a sí mismos. Esta parte presenta los conceptos de SMS (Safety Management System), SSP (State Safety Programme) y las prácticas de auditoría aplicables al ámbito aeronáutico.

Capítulo 37. Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS)

37.1 Origen y concepto

La OACI, mediante el Anexo 19 y el Doc. 9859 (Manual de Gestión de la Seguridad Operacional), estableció que los Estados deben implementar un SSP (State Safety Programme) y exigir a sus operadores (líneas aéreas, escuelas, mantenimiento, ATC, aeródromos) un SMS (Safety Management System).

Un SMS es un enfoque sistemático y proactivo para gestionar la seguridad. Tiene cuatro componentes:

- Política y objetivos de seguridad: compromiso de la alta dirección, política escrita, responsabilidades, designación de personal.
- Gestión de riesgos de seguridad operacional: identificación de peligros, evaluación de riesgos, mitigación.
- Garantía de seguridad operacional: monitoreo continuo, gestión del cambio, mejora continua.
- Promoción de la seguridad operacional: formación, comunicación interna, cultura.

37.2 SMS en aeroclubes y escuelas argentinas

Las escuelas de aviación (CIAC, Centros de Instrucción de Aeronáutica Civil) y los operadores comerciales en Argentina están obligados a tener SMS. Los aeroclubes con operación de instrucción significativa también lo aplican. El piloto PPA interactúa con su SMS de varias formas:

- Cumpliendo procedimientos del operador (SOPs, briefings).
- Reportando eventos al sistema de reportes interno.
- Participando en reuniones de seguridad.
- Recibiendo formación periódica.
- Estando sujeto a auditorías y observaciones.

37.3 SSP — programa estatal (State Safety Program - Programa Estatal de Seguridad Operacional)

El SSP argentino, en cabeza de la ANAC, articula:

- Identificación de problemas sistémicos en aviación civil argentina.

- Definición de indicadores nacionales de seguridad (tasas de accidentes por tipo de operación, por fase de vuelo, etc.).
- Acciones regulatorias para reducir riesgos identificados.
- Cooperación con la JST y otros organismos.
- Reporte a OACI y participación en programas internacionales.

Capítulo 38. Auditoría operacional

38.1 Tipos de auditoría

- Auditoría externa: la realiza la ANAC u otra autoridad sobre un operador, escuela, taller, aeródromo. Verifica cumplimiento regulatorio.
- Auditoría interna: la realiza el propio operador sobre sí mismo, periódicamente. Forma parte del SMS.
- Auditoría operacional en vuelo (LOSA — Line Operations Safety Audit): observadores entrenados acompañan vuelos comerciales para documentar amenazas, errores y su gestión. Datos anonimizados se usan para mejorar el sistema. No aplica directamente a PPA pero su metodología inspira la formación TEM (Parte 11).

38.2 Indicadores de seguridad operacional

La organización mide indicadores cuantitativos y cualitativos:

- Reactivos: tasas de accidentes, incidentes, lesiones. Reflejan lo ya ocurrido.
- Proactivos: número de reportes voluntarios, observaciones de procedimientos, hallazgos de auditorías. Reflejan condiciones presentes.
- Predictivos: indicadores tempranos derivados de análisis estadístico, patrones emergentes. Anticipan eventos futuros.

Capítulo 39. Autoauditoría del piloto PPA

El piloto privado puede aplicar a sí mismo los principios de monitoreo continuo. Algunas prácticas concretas:

- Autoevaluación post-vuelo: tras cada vuelo, ¿qué hice bien? ¿qué hice mal? ¿qué pudo haber salido mejor?
- Libro de vuelo con anotaciones cualitativas: no sólo horas, sino observaciones aprendidas («hoy aprendí que el viento en la rampa del aeródromo X engaña: la manga indica menos de lo que es a la altura del circuito»).
- Verificación periódica de mínimos personales: ¿siguen siendo válidos? ¿debo ajustarlos según mi experiencia ganada?

- Revisión anual de conocimientos: leer el POH, revisar el AIP, hacer ejercicios de peso y balance, leer un informe JST reciente.
- Recurrencia con instructor: aunque el RAAC exija un mínimo, una sesión de doble comando anual con instructor es saludable.
- Examen médico no esperando el último día de vigencia: anticipar el CMA da margen para resolver hallazgos sin perder tiempo de vuelo.
- Mantenimiento físico y de salud general: el piloto es el sistema más importante del avión.

NOTA: *Algunos pilotos experimentados llevan un «diario de seguridad personal»: una libreta donde anotan situaciones que les inquietaron, decisiones que tomaron mal o bien, lecciones de otros que oyeron. Es una herramienta de aprendizaje continua y privada que muchos atribuyen a su longevidad operacional.*

PARTE 11 — Actuación humana correspondiente al Piloto Privado de Avión. Gestión de amenazas y errores (TEM)

Esta parte final integra todo el contenido del manual en un marco aplicado al PPA operando aviones livianos y deportivos. El modelo central es TEM (Threat and Error Management – Administración de Errores y Amenazas), desarrollado por la Universidad de Texas en colaboración con la NASA, adoptado por OACI como marco estándar de la actuación humana. TEM no es una teoría más: es una herramienta práctica que cada PPA debe internalizar.

Capítulo 40. Modelo TEM — Threat and Error Management

40.1 Tres conceptos centrales

- Amenaza (threat): toda condición o evento, ajeno a la influencia del piloto, que aumenta la complejidad operacional del vuelo. Ejemplos: meteorología adversa, terreno montañoso, ATC saturado, tráfico denso, presión de tiempo, fatiga del piloto (aunque interna, no la elige), equipo inoperativo permitido.
- Error (error): acción u omisión del piloto que se desvía de la intención organizacional o del piloto, reduciendo el margen de seguridad. Slips, lapses, mistakes, violations.
- Estado indeseado de la aeronave (Undesired Aircraft State, UAS): consecuencia de una amenaza mal gestionada o un error no detectado. Ejemplo: el avión en posición, configuración o energía inadecuada. Si no se gestiona, escala a accidente.

El piloto profesional —y el PPA bien formado— GESTIONA amenazas, gestiona errores, gestiona UAS. No los previene siempre (es imposible), pero los reconoce, los responde y los neutraliza antes de que se concatenen.

40.2 Categorías de amenazas

Amenazas EXTERNAS al avión:

- Meteorológicas: turbulencia, formación de hielo, tormentas, viento, baja visibilidad.
- ATC: instrucciones complejas, cambios de pista, demoras, idioma en aeropuerto internacional.
- Aeródromo: pista contaminada, obstáculos, condiciones de iluminación, calles de rodaje confusas, NOTAM activos.
- Tráfico: alta densidad, aviones más lentos/rápidos en el patrón, tránsito de aeronaves no controladas.
- Terreno: montañas, pasos angostos, ríos.
- Aves: bandadas, aves grandes en aproximación o despegue.

Amenazas INTERNAS del avión:

- Fallas y discrepancias técnicas: equipo inoperativo, marginal, recientemente reparado.

- Documentación incompleta o desactualizada.
- Configuración no familiar (avión diferente al habitual).

Amenazas asociadas al PIC:

- Fatiga, estrés.
- Falta de experiencia en el área, en el avión, en la operación.
- Distracciones personales.
- Presión externa (familia, jefe, costo).
- Salud marginal (resfrío, post-vacuna).

40.3 Gestión de amenazas (Threat Management)

La gestión efectiva de una amenaza tiene tres niveles:

- ANTICIPADA: identificada en planificación, antes del vuelo. Ejemplo: el TAF indica viento fuerte por la tarde; planifico aterrizar antes.
- DETECTADA: identificada durante el vuelo, no anticipada. Ejemplo: el viento real en ruta es 30 kt mayor al pronóstico; recalcule combustible.
- PERDIDA: amenaza que no fue identificada y resultó en error o UAS. Ejemplo: NOTAM no leído sobre pista parcialmente cerrada; aterrizo en sección no disponible.

La práctica TEM apunta a maximizar las amenazas anticipadas y reducir las pérdidas. La planificación rigurosa, los briefings de seguridad y la actitud de prever son las herramientas.

40.4 Gestión de errores (Error Management)

Cuando un error se comete (inevitablemente ocurrirá), la pregunta es cómo se gestiona:

- DETECTADO Y CORREGIDO: el piloto se da cuenta y revierte. Ej.: introduzco mal una frecuencia, ATC no me responde, verifico y la corrijo.
- DETECTADO Y NO CORREGIDO: el piloto se da cuenta pero no actúa (por tiempo, por miedo, por desconocimiento de la corrección).
- NO DETECTADO: el piloto no se da cuenta. El error queda latente y puede concatenarse.

Defensas para mejorar la detección de errores propios:

- Listas de control rigurosas.
- Verbalización de acciones críticas.
- Cross-check entre instrumentos.
- Verificación cruzada con ATC (read-back - colacionar).
- Solicitar segunda opinión cuando hay duda.
- Pausa intencional antes de acciones irreversibles («¿estoy seguro?»).

40.5 Gestión del estado indeseado de la aeronave (UAS Management)

Si una amenaza o error escalaron a UAS, el piloto debe:

31. Reconocer que el avión está en un estado indeseado.
32. Estabilizar: priorizar AVIATE (control de la aeronave) sobre todo lo demás.
33. Diagnosticar: ¿qué pasa? ¿por qué?
34. Corregir: aplicar la respuesta adecuada.
35. Reportar y aprender.

Ejemplos de UAS y respuesta:

- Aproximación no estabilizada en final: GO-AROUND, replanteo.
- Posición lateral incorrecta en patrón: corrección de rumbo, comunicación a torre.
- Pérdida de orientación: estabilizar avión, mantener rumbo, comunicar a ATC, pedir asistencia.
- Avión inadvertidamente en IMC: 180° suave, mantener actitud por instrumentos, descender bajo techo si es seguro, declarar emergencia.
- Avión con falla parcial de motor: avión a velocidad de planeo, buscar campo, intento de re-arranque, comunicar.

El Modelo TEM: Gestión de Amenazas y Errores para el Piloto Privado

- Comprender y anticipar factores de riesgo para la seguridad operacional.
- Detectar y neutralizar errores humanos antes de que escalen.
- Priorizar la estabilidad de la aeronave y mantener márgenes de seguridad.



TAXONOMÍA DE AMENAZAS PARA EL PPA

- Amenazas Externas:** Meteorología adversa, tráfico denso, fallas técnicas, pistas cerradas.
- Amenazas Internas (PIC):** Fatiga, estrés, falta de experiencia, salud marginal.
- Amenaza Perdida:** La que no se identifica y escala. Defensa: consultar fuentes y briefings.

Fase:	Acción de Gestión:	Objetivo:
AMENAZA	Anticipar / Detectar	Evitar el error
ERROR	Detectar / Corregir	Evitar el UAS
UAS	Reconocer / Estabilizar	Evitar el accidente

HERRAMIENTAS DE DEFENSA Y REGLAS DE ORO

- LA REGLA DE ORO:** Aviate (Volar, control) -> Navigate (Navegar, saber dónde) -> Communicate (Comunicar). El orden nunca se invierte.
- Briefing TEM:** Reflexión previa: ¿Qué amenazas hoy? ¿Qué errores? ¿Punto de decisión?
- Técnica de Verbalización:** Hablar procedimiento en voz alta ("mezcla rica, fiaps arriba") para verificación física y mental.



Capítulo 41. Aplicación TEM a la operación PPA en Argentina

41.1 Briefing TEM antes del vuelo

Una práctica recomendable para PPA: antes de cada vuelo (incluso solo), hacer un briefing TEM. Tres minutos de reflexión estructurada que pueden salvar el vuelo:

36. ¿Qué amenazas tiene este vuelo? Listar 3-5: meteorología, aeródromo, mi propio estado, presión de tiempo, aeronave.
37. ¿Cuáles errores específicos podría cometer ante esas amenazas? Anticipar.
38. ¿Qué defensas tengo? Mínimos personales, criterios de divergencia, contactos disponibles.
39. ¿Cuál es mi punto de decisión? «Si X ocurre, hago Y».

41.2 Casos típicos TEM en PPA en Argentina

Caso 1: Travesía SAAR (Rosario) - SACO (Córdoba) en verano

Amenazas anticipadas:

- Meteorología: probabilidad de tormentas convectivas por la tarde.
- DA alta en aeródromos de la región.
- ATC saturado en TMA Córdoba en horario pico.
- Calor en cabina, deshidratación.

Estrategias de gestión:

- Salir temprano (antes de mediodía) para evitar convección vespertina.
- Recalcular performance al peso real y temperatura prevista.
- Tener alternativos identificados (Río Cuarto, Villa María).
- Llevar 2 L de agua, frutas, gorra.
- Briefing del fraseo y procedimientos de TMA Córdoba antes de despegar.

Caso 2: Vuelo cordillerano paso Cristo Redentor (Mendoza-Chile)

Amenazas anticipadas:

- Altitud que demanda O₂.
- Viento del oeste y rotor en zona montañosa.
- Terreno hostil para aterrizaje precautorio.
- Temperatura fría.
- Cierre rápido de tiempo (nubes que tapan el paso).
- Falta de comunicación radio en zonas.
- Hipoxia degradando juicio sin que el piloto lo perciba.

Estrategias de gestión:

- Briefing específico con piloto experimentado en cordillera.
- Oxígeno a bordo y en uso desde 10.000 ft.
- Plan de combustible con reserva amplia (1 hora adicional sobre legal).
- Punto de no-retorno definido: si no estoy en el paso a tal hora con tal visibilidad, vuelvo.
- Equipo de supervivencia: ropa de abrigo, ELT, agua, alimento, manta térmica.
- Vuelo en horario óptimo (mañana temprano, viento más calmo).
- Acompañamiento por radio con FIS, reportes periódicos.

ADVERTENCIA: El cruce de cordillera es probablemente la operación de mayor riesgo para un PPA en Argentina. NO debe intentarse sin instrucción específica, sin oxígeno, sin equipo de supervivencia, sin condiciones meteorológicas óptimas, sin experiencia previa. Cada año la JST registra accidentes en el área.

Caso 3: Vuelo nocturno con habilitación de vuelo nocturno

Amenazas anticipadas:

- Visión reducida, ilusiones visuales más probables.
- Pérdida de referencias horizonte sobre terreno oscuro.
- «Agujero negro» en aproximación sobre zonas no iluminadas.
- Hipoxia degradando vista nocturna desde altitudes menores.
- Iluminación de cabina si falla.
- Falla de motor sobre terreno no visible.

Estrategias de gestión:

- Recurrencia con instructor antes de cada temporada.
- Adaptación a la oscuridad 30 min previa al despegue.
- Linterna roja, lentes de respeto.
- Mínimos personales más altos (techo, visibilidad).
- Aterrizar en aeródromo iluminado y conocido, no de noche en pista de pasto sin iluminación.
- O₂ desde altitudes menores (recomendado desde 5.000 ft).

Caso 4: Vuelo de instrucción primer solo

Amenazas anticipadas:

- Ausencia de instructor: pérdida de la red de seguridad inmediata.
- Estrés del alumno por la novedad.
- Posible degradación de procedimientos por nervios.

- Otros aviones en el circuito.

Estrategias de gestión:

- Instructor en frecuencia disponible para asesoramiento.
- Condiciones meteorológicas óptimas elegidas explícitamente.
- Briefing exhaustivo: maniobras a realizar, criterios de aborto, frase para volver al instructor.
- Práctica reciente con instructor de las maniobras.
- Hidratación, descanso previo, alimentación.



NOTA: *El primer solo es un hito emocionalmente intenso. La fatiga emocional debe gestionarse: dormir bien la noche anterior, no programar otras actividades estresantes el mismo día, ir confiado pero no sobreconfiado.*

Capítulo 42. Filosofía operativa final del PPA

42.1 La regla de oro

«AVIATE — NAVIGATE — COMMUNICATE». En cualquier situación, primero volar el avión (mantener actitud, control), después saber dónde está y a dónde va, después comunicar. El orden NO se invierte.

42.2 Las tres preguntas del piloto al mando

- ¿Estoy en condiciones? — IMSAFE.
- ¿Está el avión en condiciones? — Prevuelo riguroso, documentación, MEL.
- ¿Están las condiciones (entorno) en condiciones? — Meteo, NOTAM, performance, presiones.

Si cualquiera de las tres respuestas es negativa, NO se vuela. Esta es la disciplina central.

42.3 Mínimos personales del PPA

Los mínimos personales son límites OPERACIONALES más estrictos que los regulatorios, que el piloto se autoimpone por experiencia y conocimiento de sus limitaciones. Ejemplo de mínimos típicos para PPA novato:

- Visibilidad mínima: 10 km (mayor que mínimo legal de 5 km en muchos espacios).
- Techo mínimo: 3.000 ft AGL en ruta, 2.000 ft en circuito.
- Viento máximo en superficie: 15 kt en cara, 8 kt cruzado.
- Distancia máxima del aeródromo de origen sin instructor: 100 NM.
- No vuelo si IMSAFE marca algo problemático.
- No vuelo si cualquier sistema crítico tiene discrepancia no resuelta.
- No vuelo si la presión externa (familia, compromisos) me empuja a hacer lo que no haría en frío.

Los mínimos se relajan con experiencia, gradualmente, y con habilitaciones específicas. Nunca se relajan por presión del momento.

42.4 La mejor inversión en seguridad

Para cerrar: la mejor inversión que un PPA puede hacer en su seguridad operacional no es un GPS nuevo, un avión más moderno, ni más horas de vuelo casuales. Es:

- Recurrencia con instructor competente, anual al menos.
- Lectura periódica de informes JST.
- Mantener la salud física y mental, sueño regular, alimentación, ejercicio.
- Cultivar el hábito del «no go» cuando corresponde.
- Honestidad consigo mismo sobre los propios límites.
- Humildad para preguntar lo que no se sabe.

- Disciplina para cumplir procedimientos cuando nadie mira.

El piloto privado que envejece volando con buena salud y sin incidentes graves es, casi sin excepción, aquel que internalizó Factores Humanos como filosofía de operación, no como asignatura aprobada.

Bibliografía y fuentes consultadas

Este manual integra información de las siguientes fuentes, todas vigentes y aplicables al ámbito de la aviación civil argentina y al programa PPA. Se invita al alumno a consultarlas para profundizar puntos específicos.

Normativa argentina

- ANAC — Reglamentos Argentinos de Aviación Civil (RAAC). Parte 61 (Licencias), Parte 67 (Norma médica aeronáutica), Parte 91 (Reglas generales de operación), Parte 119/135/141 (operadores y centros de instrucción). Edición vigente en <https://www.argentina.gob.ar/anac>.
- Ley Nº 17.285 — Código Aeronáutico Argentino.
- Resoluciones y disposiciones complementarias de ANAC.

Publicaciones aeronáuticas argentinas

- ANAC — AIP Argentina. Sección GEN sobre regulación general; ENR sobre rutas y espacios; AD sobre aeródromos.
- ANAC — AIC sobre temas de factores humanos y seguridad operacional. <https://ais.anac.gob.ar/aic>
- JST — Informes de accidentes e incidentes. <https://www.argentina.gob.ar/jst>
- JST — Cápsulas didácticas y boletines de seguridad operacional.
- INMAE — Manuales y normas médico-aeronáuticas.

Documentos OACI

- OACI — Anexo 1 al Convenio de Chicago: Licencias al Personal.
- OACI — Anexo 6: Operación de aeronaves.
- OACI — Anexo 13: Investigación de accidentes e incidentes.
- OACI — Anexo 19: Gestión de la seguridad operacional.
- OACI Doc. 9683 — Human Factors Training Manual. Texto base de la disciplina FFHH.
- OACI Doc. 9859 — Safety Management Manual.
- OACI Doc. 9803 — Line Operations Safety Audit (LOSA).
- OACI Doc. 9866 — Manual de instrucción de seguridad operacional para operadores de aeronaves.
- OACI Doc. 8984 — Manual de medicina aeronáutica civil.
- OACI — Circulares 240 y siguientes sobre factores humanos en operaciones de mantenimiento, ATC y gestión.

Textos clásicos en Factores Humanos

- Hawkins, F. — Human Factors in Flight. Ashgate, 2ª edición 1993. Texto fundacional de la disciplina aplicada.
- Reason, J. — Human Error. Cambridge University Press, 1990. Modelo del queso suizo y clasificación de errores.
- Reason, J. — Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate, 1997. Cultura justa, gestión organizacional.
- Wiegmann, D. A.; Shappell, S. A. — A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis. Ashgate, 2003. Sistema HFACS.
- Helmreich, R. L.; Foushee, H. C. — Why CRM? Empirical and Theoretical Bases of Human Factors Training. Hubbard et al., 1993.
- Klein, G. — Sources of Power: How People Make Decisions. MIT Press, 1998. NDM y reconocimiento de patrón.
- Endsley, M. R. — Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. Human Factors, 1995.
- Helmreich, R. L. — The Threat and Error Management Model. University of Texas Human Factors Research Project.

Manuales y publicaciones FAA

- FAA — Aviation Instructor's Handbook (FAA-H-8083-9B). Sección sobre teoría del aprendizaje y factores humanos en instrucción.
- FAA — Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25C). Capítulos sobre fisiología aeronáutica, ADM.
- FAA — Risk Management Handbook (FAA-H-8083-2A). PAVE, 5P, DECIDE.
- FAA — Aeromedical Information (AIM, Sección 8).
- FAA Advisory Circulars: AC 60-22 (Aeronautical Decision Making), AC 120-51 (Crew Resource Management Training), AC 120-90 (Line Operations Safety Audits).
- FAA — Medical Facts for Pilots.

Textos académicos y aplicados

- Salas, E.; Maurino, D. (eds.) — Human Factors in Aviation. Academic Press, 2ª ed. 2010.
- Wiener, E. L.; Kanki, B. G.; Helmreich, R. L. (eds.) — Cockpit Resource Management. Academic Press, ediciones varias.
- Dekker, S. — Just Culture: Restoring Trust and Accountability in Your Organization. Ashgate, 3ª ed. 2016. Profundización sobre cultura justa.

- Dekker, S. — The Field Guide to Understanding Human Error. Ashgate.
- Maurino, D. E.; Reason, J.; Johnston, N.; Lee, R. B. — Beyond Aviation Human Factors. Avebury Aviation, 1995.
- Orasanu, J. — Crew Decision Making in High-Stress Environments. NASA Technical Reports.
- Stokes, A.; Kite, K. — Flight Stress: Stress, Fatigue and Performance in Aviation. Avebury Aviation, 1994.

Medicina aeronáutica y fisiología

- Ernsting's Aviation Medicine. Hodder Arnold, 4ª ed. 2006. Referencia clínica completa.
- DeHart, R. L.; Davis, J. R. (eds.) — Fundamentals of Aerospace Medicine. Lippincott Williams & Wilkins.
- FAA — Medical Facts for Pilots, brochures sobre hipoxia, alcohol, medicamentos, donación de sangre, buceo.
- Civil Aviation Authority (UK) — CAP 737: Crew Resource Management Training. CAP 757: Fundamental Human Factors Concepts.
- INMAE — Material educativo sobre certificación médica aeronáutica en Argentina.

Recursos didácticos y formativos

- AOPA Air Safety Institute — Cursos online y materiales sobre VFR-into-IMC, fatigue, decision making. <https://www.aopa.org/training-and-safety/air-safety-institute>
- Skybrary — <https://www.skybrary.aero>. Base internacional de conocimiento operacional con artículos sobre TEM, CRM, casos.
- EASA — Manual on Crew Resource Management.
- ATSB (Australia) — Investigation reports y publicaciones de seguridad.
- NASA Aviation Safety Reporting System (ASRS) — Casos anonimizados de incidentes.
- Universidad de Texas — Human Factors Research Project, materiales sobre TEM y LOSA.

Recursos digitales recomendados

- ANAC Argentina — <https://www.argentina.gob.ar/anac> y <https://ais.anac.gob.ar/aic>
- EANA — <https://www.eana.com.ar>
- JST — <https://www.argentina.gob.ar/jst> (informes, boletines, recomendaciones)
- OACI — <https://www.icao.int> (Anexos, documentos, manuales)
- FAA — <https://www.faa.gov> (Handbooks, AC, AIM)
- Skybrary — <https://www.skybrary.aero>
- AOPA — <https://www.aopa.org>

- EASA — <https://www.easa.europa.eu>

Esta bibliografía es indicativa y no exhaustiva. La disciplina de Factores Humanos en aviación evoluciona constantemente con nuevos estudios y casos. El alumno y el instructor deben revisar la edición vigente de los textos regulatorios argentinos, los informes recientes de la JST y los Anexos OACI con sus enmiendas. Las cifras numéricas (altitudes, tiempos, dosis) y procedimientos detallados en este manual son representativos y pedagógicos; el documento legal y operativo para cada vuelo es la regulación vigente y el POH/AFM del avión específico, complementado con el criterio profesional del piloto y, cuando corresponda, la consulta a su médico examinador aeronáutico.