

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

UNIDAD DE POSGRADO

**ERROR HUMANO ASOCIADO A ACCIDENTES E INCIDENTES
AÉREOS DE LA DIRECCIÓN DE AVIACIÓN DE LA POLICÍA
NACIONAL DEL PERÚ 2011-2018**



ASESOR

ALBERTO ALCIBÍADES SALAZAR GRANARA

LIMA- PERÚ

2023



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada

CC BY-NC-ND

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
UNIDAD DE POSGRADO**

**ERROR HUMANO ASOCIADO A ACCIDENTES E INCIDENTES
AÉREOS DE LA DIRECCIÓN DE AVIACIÓN DE LA POLICÍA
NACIONAL DEL PERÚ 2011-2018**

TESIS

**PARA OPTAR
EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN MEDICINA**

**PRESENTADA POR
MARÍA RAQUEL SOLARI DÍAZ**

**ASESOR
DR. ALBERTO ALCIBÍADES SALAZAR GRANARA**

LIMA, PERÚ

2023

JURADO

Presidente: Dr. Navarrete Mejía Pedro Javier

Miembro: Dr. Mendoza Arara Pedro Jesús

Miembro: Dr. Díaz Vélez Cristian

A mis padres Roberto y María, quienes sacaron adelante a mis hermanos y a mí, con lo poco que empezaron y crearon un imperio.

A mi esposo, quien, a pesar de todas las críticas, sé que son constructivas y me impulsan a seguir adelante.

A mis hermanos, Roberto, Santiago, María Lastenia y cuñados, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis hijos María Fernanda, Giacomo y Vasco, que espero sigan los buenos pasos; los amo con todo mi corazón y decirles que siempre estaré ahí para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Carmona, gerente general de STARPERÚ, por siempre creer en mi capacidad humana como médico aeronáutico.

Al Gral. PNP Augusto Reynaldo Ortiz García Rosell, por permitir y lograr este gran sueño de crear la primera unidad de Medicina Aeronáutica en la Policía Nacional del Perú.

ÍNDICE

	Págs.
PORTADA.....	i
JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	25
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES	51
FUENTES DE INFORMACIÓN	52
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Datos de los accidentes e incidentes y del piloto al mando en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, periodo 2011-2018	31
Tabla 2. Datos generales de las aeronaves en los accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, periodo 2011-2018.	33
Tabla 3. Factores humanos asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018	33
Tabla 4. Resumen de los factores humanos asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018	40
Tabla 5. Resumen de los actos inseguros de los operadores asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018	40
Tabla 6. Resumen de las condiciones previas para actos inseguros asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018	41
Tabla 7. Resumen de la supervisión insegura asociada a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018	42
Tabla 8. Resumen de la Influencia organizacionales asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018	42

RESUMEN

La presente investigación tuvo como **objetivo** evaluar el error humano asociado a los accidentes / incidentes en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018. **Metodología:** Fue un estudio cuantitativo, observacional, correlacional, retrospectivo y transversal que evaluó 33 accidentes e incidentes de aviación, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión. Con ayuda del programa SPSS 25, se realizó estadística descriptiva y prueba exacta de Fisher **Resultados:** Se reportaron 5 accidentes (15.2%) y 28 (84.8%) incidentes. Se reportaron 5 fallecidos por accidente (20%), mientras que en los incidentes las lesiones más frecuentes fueron lumbalgia mecánica (46.4%), lesión en la columna cervical (17.9%) y lesión en el hombro (10.7%), además el 67.9% requirió hospitalización y el 32.1% de los afectados quedaron en estado de coma. Los principales actos inseguros de los operadores fueron los errores de decisión (45.5%) y de percepción (45.5%), con condiciones previas de baja gestión de recursos (27.3%) y supervisión inadecuada en el 12.1% de los casos; respecto a las influencias organizacionales, el proceso operativo (3%) y el clima organizacional fueron muy bajos (6.1%). Los errores basados en habilidades ($p=0.031$), el entorno tecnológico en condiciones previas inseguras ($p=0.007$) y la operación inadecuada del plan ($p=0.038$) se asociaron significativamente a los accidentes de aviación. Finalmente, se **concluyó** que existió error humano asociado a los accidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018, estos correspondieron a actos inseguros de los operadores, condiciones previas para actos inseguros y supervisión insegura.

Palabras clave: Accidentes de aviación; medicina aeroespacial, pilotos (DeCS)

ABSTRACT

The **objective** of this investigation was to evaluate the human error associated with accidents / incidents in the Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018. **Methodology:** It was a quantitative, observational, correlational, retrospective and cross-sectional study that evaluated 33 aviation accidents and incidents, which met the inclusion criteria. With the help of the SPSS 25 program, descriptive statistics and Fisher's exact test. **Results:** 5 accidents (15.2%) and 28 (84.8%) incidents were reported. Five deaths were reported by accident (20%), while in the incidents the most frequent injuries were mechanical low back pain (46.4%), cervical spine injury (17.9%) and shoulder injury (10.7%), in addition to 67.9 % required hospitalization and 32.1% of those affected remained in a coma. The main unsafe acts of the operators were decision errors (45.5%) and perception errors (45.5%), with previous conditions of poor resource management (27.3%) and inadequate supervision in 12.1% of the cases; Regarding organizational influences, the operational process (3%) and the organizational climate were very low (6.1%). Skill-based errors ($p=0.031$), technological environment in unsafe preconditions ($p=0.007$), and inadequate plan operation ($p=0.038$) were significantly associated with aviation accidents. Finally, it was **concluded** that there was human error associated with aviation accidents in the Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018, these corresponded to unsafe acts of the operators, previous conditions for unsafe acts and unsafe supervision.

Keywords: Accidents, aviation, aerospace medicine, pilots (MeSH)

NOMBRE DEL TRABAJO

ERROR HUMANO ASOCIADO A ACCIDENTES E INCIDENTES AÉREOS DE LA DIRECCIÓN DE AVIACIÓN DE LA POLICÍA NAC

AUTOR

MARÍA RAQUEL SOLARI DÍAZ

RECuento DE PALABRAS

18645 Words

RECuento DE CARACTERES

106930 Characters

RECuento DE PÁGINAS

73 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

252.6KB

FECHA DE ENTREGA

Nov 22, 2023 8:29 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 22, 2023 8:31 AM GMT-5

● **13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

I. INTRODUCCIÓN

Descripción de la situación problemática

El progreso de la industria de la aviación y los servicios aeroportuarios se considera esencial para el desarrollo económico y social (1). A pesar de los numerosos beneficios sociales y económicos, la expansión del transporte aéreo se enfrenta a varios desafíos de salud (2). El accidente de aviación es uno de estos problemas, pues pone en peligro vidas humanas (3).

A medida que los aviones se han vuelto mecánicamente confiables, los humanos han desempeñado un papel causal cada vez más importante en los accidentes, es decir ocurrencia de eventos inesperados cuyos resultados son lesiones o traumatismos generados tras la utilización de una aeronave, considerado desde el embarque hasta el desembarque (4,5), e incidentes de aviación, es decir cualquier suceso relacionado con el uso de una aeronave, que puede afectar la seguridad de su utilización (6,5). A nivel mundial, la incidencia de accidentes de aviación es de 2,6 accidentes por millón de salidas (7). Se estima que entre el 70% a 80% de los accidentes se pueden atribuir, al error humano (6,8). Mientras que una cifra exacta de incidentes a nivel mundial no ha sido registrado, pero en el entorno español, en el informe anual publicado en el 2021, reportó la existencia de 10 incidentes catalogados como graves, que al realizar la comparación con los reportado en los últimos 10 años, se puede identificar un reducción de más de la mitad (incidentes registrados en el año 2019 (25), en el año 2018 (26), en el año 2013 (24)) (9).

El error humano puede surgir de muchos factores, incluida la violación intencional o no intencional de los procedimientos, o de las influencias organizacionales de un nivel gerencial que inadvertidamente afecta el vuelo (8). También se ha reconocido que los errores humanos dentro de los sistemas complejos son imposibles de evitar y, de hecho, la gestión de los riesgos de la influencia humana nunca será 100% efectiva. Por lo tanto, la falibilidad humana puede controlarse hasta cierto punto, pero no eliminarse (10).

El analizar el error humano, y las condiciones asociadas al mismo, ha conllevado a que se desarrollen numerosos sistemas de clasificación que ayuden a

reconocerlos, que son útiles para el profesional de salud en medicina, pues este debe asegurarse de que los pilotos capacitados y los candidatos a piloto cumplan con los requisitos físicos y mentales necesarios durante el examen físico de cada vuelo (11,12,13). Además, este debe identificar la presencia de efectos secundarios indeseable que pueda debilitar física y mentalmente la capacidad de vuelo y la capacidad de toma de decisiones del piloto (13).

En este contexto, el papel del profesional médico en la reducción de errores secundarios a factores humanos incluye la detección exhaustiva de condiciones médicas y mentales que lo descalifican con chequeos anuales y revisión de registros médicos, la optimización de la prescripción farmacológica para disminuir los riesgos de efectos secundarios potenciales (13,14), la detección del abuso de sustancias y el asesoramiento sobre el desempeño humano principal amenaza observadas en la aviación (es decir, mitigación de la fatiga con técnicas de higiene del sueño, contramedidas mentales y físicas al estrés, etc.) (13). A pesar de la importancia de los estudios sobre el error humano y accidentes e incidentes de aviación en el campo de la medicina, son pocos los estudios al respecto.

A nivel nacional, la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL), ejecuta una función de extrema importancia ya que propicia el desarrollo social y económico del Perú; además, interviene en la resolución de dificultades de carácter social debido a que combate cotidianamente el crimen. Esta unidad es indispensable para las funciones de la Policía Nacional del Perú, ya que ejecuta una serie de labores que favorecen la acción cívica, realizando vuelos que procuran una mejor calidad de vida en las comunidades, ya sea participando en la búsqueda, rescate y salvamento durante los desastres naturales, accidentes aéreos y de alta montaña, es por ello que todas sus misiones son realizadas por el personal y las aeronaves operativas (15), en extensas jornadas de al menos 24 horas, los 7 días a la semana, lo que genera elevados valores de estrés, cansancio emocional, fatiga, despersonalización y carente realización personal en el talento humano. Ello requiere que constantemente se susciten avances en la investigación sobre la adaptación de la persona a la tecnología, así también sobre la conservación de la salud bio-psico-social con la finalidad de generar un desempeño seguro y eficaz así como evitar los accidentes (16).

Objetivos

En el presente estudio, se planteó como objetivo general evaluar el error humano asociado a accidentes/ incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL) desde el 2011 al 2018. Los objetivos específicos fueron: a) Identificar los actos inseguros de los operadores asociados a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018. b) Identificar las condiciones previas para actos inseguros asociados a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018. c) Evaluar la supervisión insegura asociada a accidente / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018. d) Identificar el error en las influencias organizacionales asociados a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Justificación

Ante lo expuesto, es que el presente estudio se justifica, pues ayudará a conocer y evaluar los errores humanos relacionados a la actividad de los pilotos de la DIRAVPOL en situaciones de riesgo. Sumado a ello, en el Perú, no se cuentan con estudios estructurados bajo el mismo enfoque temático; lo que da un añadido a la investigación, transformándola en un aporte innovador a la literatura nacional. Por último, con la obtención de los datos, se podrán proponer estrategias y protocolos de acción ante emergencias médicas en el sector aeronáutico, adaptándolas a los requerimientos de la población y de los pilotos.

II. MARCO TEÓRICO

En base a la temática, se han llegado a identificar los siguientes estudios:

Zorrilla M, en 2015, en Estados Unidos, llevó a cabo una investigación con el objeto de identificar los errores comunes de pilotos frente a condiciones adversas. Fue un estudio observacional, descriptivo y transversal que trabajó con 10 casos del Buró Nacional de Seguridad en el Transporte. Los resultados mostraron como principales errores: 4 casos de desorientación espacial, 3 casos de falta de acción - decisión, 3 casos de toma de decisiones - juicios, 2 casos donde las razones fueron indeterminadas, 1 caso de decisiones relacionadas a las condiciones, 1 caso de falla técnica en la estructura, 1 caso de falla técnica en el motor y 1 casos en el seguimiento de procedimientos directivos. Se concluyó que la desorientación y la toma de decisiones fueron los errores más comunes de los pilotos de Lancair, condiciones directamente asociadas a las habilidades en situaciones de riesgo (17).

Mon R, en 2016, en España, realizó una investigación cuyo propósito fue establecer los aspectos de la conducta humana que puedan causar un accidente aéreo. Fue un estudio descriptivo que incluyó a 22 informes. Como principales resultados se evidenció que 86% de profesionales atribuyeron como causa del error a la falta de comunicación, fatiga acumulada y al trabajo en equipo. El autor concluyó que los motivos personales y la carga de trabajo incrementaron el estrés y la presión, y por ende los errores por distracción (18).

Munene I, en 2016, en Estados Unidos, elaboró un estudio con el objeto de analizar los accidentes de aviación en base a los niveles de error humano propuesto por la herramienta Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). Fue una investigación observacional, descriptiva y transversal que incluyó 55 informes de accidentes. Los resultados mostraron que el 76% de accidentes de aviación estuvieron relacionados a los factores humanos, específicamente 56.4% fueron errores basados en las habilidades, 56.4% en el entorno físico; 36.4% fueron errores de decisión, 9.1% por procesos organizacionales y 7.3% por planificación inadecuada de las operaciones. Se concluyó que la mayoría de accidentes aéreos fueron causados por actos inseguros de los pilotos (19).

Walton R et al., en 2016, en Alemania, publicaron una investigación con el objeto de establecer las principales características de los accidentes de aviación general en pilotos del sexo femenino y masculino. Fue un estudio observacional, descriptivo y transversal que incluyó a 56 284 pilotos del sexo masculino y 2287 pilotos del sexo femenino. Los resultados mostraron que el mal manejo de la aeronave fue el error más común de los pilotos de sexo masculino y femenino. Además, se observó con mayor frecuencia en los accidentes de pilotos mujeres; 81 % frente a 48 % en varones; $p < 0,001$. Los accidentes de los hombres tenían más probabilidades de implicar decisiones erróneas; 29 % frente al 19 % de los accidentes de las mujeres; $p = 0,027$ o falta de atención; 32 % frente al 19 %; $p = 0,004$. En los pilotos, entre 55 a 63 años, el 26 % de los accidentes se produjeron sin un error evidente en comparación con el 7 % identificado entre aquellos con 40 y los 49 años; $p = 0,003$. Se concluyó que los accidentes de aviación general fueron superiores en pilotos del sexo femenino y con menos experiencia en la materia (20).

Chang Y et al., en 2016, en China examinaron los factores de riesgo humanos asociados con los pilotos en salidas de pista. Fue un estudio analítico que incluyó a 145 pilotos de líneas aéreas. Como principales resultados se encontró que el error humano se consideró un factor relacionado a accidentes de aviación, se identificó a los errores en la habilidad del piloto; ponderación más alta 0.396, en la interacción con el personal; ponderación de 0.123, la relación con la organización ponderación de 0.129 y el entorno factores relacionados, ponderación 0.155. Concluyeron que se deben plantear estrategias para reducir los riesgos humanos relacionados con las salidas de pista (21).

Laukkala T et al., en 2017, en Estados Unidos, realizaron una investigación con el objetivo de identificar los accidentes fatales entre pilotos con déficit de atención e hiperactividad y evaluar la seguridad del vuelo que ofrecen. Fue un estudio descriptivo que incluyó a 30 informes. El estudio detectó accidentes de aviación entre el 2000 y 2015, dentro de los cuales nueve fueron causados por pilotos con problemas de déficit de atención e hiperactividad, la prevalencia calculada fue de 0.18%. Los autores concluyeron que deben realizarse evaluaciones neurológicas periódicas para evitar accidentes fatales (22).

Aguar M et al., en 2017, en Estados Unidos, determinaron las tasas de accidentes de aviación general y las causas/factores de percances. Fue un estudio descriptivo que incluyó a 336 reportes de accidentes. Como principales resultados, se encontró que el vuelo controlado hacia el terreno (CFIT) y las ráfagas de viento fueron las causas más frecuentes en los accidentes (62%). Para los accidentes CFIT, la mitad ocurrió con visibilidad degradada con solo el 9% operando bajo las reglas de vuelo por instrumentos (IFR) y la mayoría (85%) involucrando aeronaves propulsadas por motores sin turbocompresor. Los accidentes en los que se debería haber sobrevivido, sin embargo, resultaron en un desenlace fatal se caracterizaron por una accesibilidad deficiente (60 %) y una infrautilización del arnés de hombro (41 %) (23).

Vilcas G, en 2017, en Lima, presentó una investigación con el objetivo de proveer requisitos y limitaciones a la Norma Técnica Complementaria 001-2015, para garantizar la seguridad en las operaciones de los pilotos y de las personas eternas, así como de los bienes en tierra. El estudio básico, descriptivo y transversal estuvo conformado por una muestra de 196 pilotos y operadores. Como principales resultados, se encontró que 71% de pilotos percibió la supervisión protocolar como deficiente. Además 61% consideró que no se cumplía con la Norma Técnica Complementaria de aviación. 67% de pilotos menores de 35 años consideraron que la supervisión de las aeronaves no se realizaba correctamente. Se brindaron recomendaciones para la implementación de nuevos requisitos que salvaguardarían la seguridad en las operaciones mediante la valoración práctica. En conclusión, esta iniciativa generó solidez en las operaciones de RPAS de uso civil, para prevenir accidentes y para proteger a terceros, propiedades terrestres y operaciones de vuelo (24).

Donmez K et al., en 2018, en Turquía, efectuaron una investigación con el objeto de establecer la relación entre las operaciones de vuelo y las operaciones organizacionales en accidentes de aeronaves, bajo el análisis de los factores humanos y sistemas de clasificación. Fue un estudio, observacional, descriptivo y transversal que trabajó con 386 casos. Como principales resultados, se encontró que el 64% de los accidentes se produjo durante la fase de aproximación del vuelo.

El 30% ocurrió durante la fase de vuelo en ruta. Según el sistema de clasificación y análisis de factores humanos, las causas de accidentes constaron de 3 niveles: 36% de errores basados en habilidades, 33% de errores de decisión y 31% de errores de percepción. Se observó una respuesta incorrecta al factor de emergencia en el 22 % de todos los accidentes y un factor de mala decisión en el 12 %. Se concluyó que existió asociación entre las operaciones de vuelo y las operaciones organizacionales durante los accidentes de aeronaves, ambas subyugadas al error humano (25).

Gimeno J, en 2018, en España, desarrolló una investigación con el objetivo de analizar los accidentes aéreos durante cinco años. Fue un estudio descriptivo que incluyó a 50 reportes de accidentes. El estudio reportó fallas en los motores y en el tren de aterrizaje. Se identificó que 12% de accidentes fatales se generó cuando el vuelo aún no había empezado. 75% de accidentes fue a casusa de falencias en la seguridad en pista, turbulencias y fallo de algún componente. Dentro de los factores de riesgo se encontraron fatiga y mantenimiento inadecuado ocasionado por la incapacidad del operador. Las causas conocidas fueron los errores humanos y técnicos. Además, el componente humano fue importante en gran parte de los accidentes, debido a la pérdida de control en el vuelo. El autor concluyó que las fallas en los accidentes de aviación pudieron ser evitables (26).

Miranda A, en 2018, en Estados Unidos, determinaron los factores externos que influyen en el desempeño y las decisiones de los aviadores involucrados en percances de la aviación naval. Fue un estudio descriptivo que incluyó a 95 accidentes. Como principales resultados se encontró que las afecciones de las habilidades del aviador se debieron a la conciencia mental, percepción errónea y al entorno tecnológico. Los errores basados en el rendimiento fue el tipo más común de acto inseguro citado dentro del conjunto de datos de percances, pues se describió en el 77.89% de los casos. Las fallas de conciencia mental fueron la condición previa más común, citada en 62 contratiempos. La supervisión inadecuada fue la falla de supervisión insegura más común; se identificó en 46 325 de casos y los problemas de políticas y procesos fueron los más comunes entre las influencias organizacionales, se determinó en 48.42% de casos. Concluyeron que

las fallas en el trabajo de equipo fueron perjudiciales tanto para la habilidad como para el criterio del aviador (27).

Hermankova L et al., en 2018, en República Checa, hicieron una investigación con el objeto de establecer si el factor humano es causa de la mayoría de accidentes de aviones. Fue un estudio observacional, descriptivo y transversal que examinó la evolución de los accidentes de aviación en el período 2000-2017. Los resultados mostraron que menos de 15 accidentes por año estuvieron suscitados por el factor humano. Las principales razones fueron la conciencia situacional, distracción en la cabina, uso de drogas o alcohol, personal no calificado e incumplimiento de los procedimientos. Se concluyó que el factor humano no fue la causa principal de los accidentes aéreos en República Checa durante los años 2000 y 2017 (28).

Skrzynska J et al., en 2018, en Polonia, desarrollaron una investigación con el objeto de analizar las principales causas de accidentes aéreos en la aviación civil polaca. Fue un estudio observacional, descriptivo y transversal que evaluó 210 accidentes. Los resultados mostraron como principal causa al factor humano, pues de describió en el 80% de casos, especialmente a aquellos relacionados con la evaluación situacional; que se identificó en el 39%, sobre confianza determinado en el 19% de casos y mala condición psicofísica, evidenciado en el 15%. Se concluyó que el factor humano fue la principal causa de accidentes aéreos en la aviación civil polaca (29).

Boyd D, en 2018, en Estados Unidos, realizó un estudio donde evaluó la frecuencia de accidentes de aviación general que involucran aviadores octogenarios. Fue un estudio descriptivo que incluyó la revisión de 32 registros de accidentes aéreos. Como principales resultados se encontró que la proporción de aviadores mayores de 80 años se duplicó y su tasa de accidentes aumentó (6 y 11 percances/1000 aviadores, respectivamente) entre 2002 y 2016. Los accidentes de aterrizaje estuvieron representados para los pilotos octogenarios en comparación con los aviadores de 30 a 39 años (31 y 17%, respectivamente) y no reflejaban una experiencia inferior, pero a menudo se debían a una deficiencia en el ensanchamiento de la aeronave. La proporción de accidentes fatales fue

comparable (11 y 13%, respectivamente) para las cohortes de mayor y menor edad (30).

Kilic B, en 2019, en Turquía, efectuó una investigación con el objeto de analizar los accidentes durante los vuelos de instrucción de aviación general, en base a la herramienta HFACS. Fue un estudio observacional, descriptivo y transversal que evaluó 70 informes. Los resultados mostraron como principales causantes o contribuyentes de los accidentes aéreos a los errores basados en las habilidades, que se identificó en el 80% de casos, entorno físico determinado en el 58.57%, estado mental adverso en el 28.57%, error de decisión en 24.28% y errores de percepción en el 24.28%. Se concluyó que la mayoría de accidentes fueron suscitados por errores humanos, especialmente por aquellos que se basaron en las habilidades (31).

Damien K et al., en 2019, en Irlanda, estructuraron un estudio con el objeto de analizar los factores humanos en cincuenta accidentes aéreos controlados en el terreno entre los años 2007 y 2017. Fue una investigación observacional, descriptiva y transversal que evaluó 50 accidentes. Los resultados mostraron un total de 1289 factores humanos, entre los que destacaron las acciones inseguras y las condiciones preliminares. Además, se manifestó que la mayoría de accidentes ocurrieron en vuelos de crucero, en donde la fatiga, distracción y complacencia de la tripulación contribuyó con la generación de siniestros. Se concluyó que los factores humanos representaron un componente fundamental en los accidentes aéreos controlados en el terreno entre los años 2007 y 2017 (10).

Goncalves A et al., en 2019, en Brasil, llevaron a cabo un estudio con el objeto de analizar los informes de accidentes de helicóptero desde la perspectiva del factor humano. Fue una investigación observacional, descriptiva y transversal. Los resultados mostraron como principales factores humanos a los actos inseguros 81.2%. principalmente relacionados a errores de decisión 67.7%, errores basados en las habilidades 59.4%, violaciones rutinarias 33.1% y errores de percepción 6.8%), a las condiciones previas para los actos inseguros 37.6%, particularmente aquellos asociados al entorno físico 15%, entorno tecnológico 14.3%, administración de recursos humanos 9% y estado mental alterado 6.8%, a la

supervisión insegura 48.9%, específicamente aquellos con una supervisión inadecuada 45.9% y planificación inadecuada de las operaciones 11.3% y a las influencias organizacionales 18%; donde destacaron el proceso organizativo 15% y clima organizacional 6%. Se concluyó que los accidentes de helicópteros se suscitaron en la mayoría de casos por actos inseguros (32).

Kilic B et al., en 2020, en Turquía, ejecutaron un estudio con el objeto de examinar los factores que contribuyeron con los accidentes de aviación comercial durante la noche, en base a la herramienta HFACS. Fue una investigación observacional, descriptiva y transversal que analizó 30 accidentes. Los resultados mostraron como principales factores al entorno físico, que se identificó en el 63.33% de casos, error basado en las habilidades en el 33.3%, error de decisión en el 26.66%, errores de percepción en el 26.66% y violaciones excepcionales en el 16.66%. Se concluyó que los errores humanos contribuyeron en la mayoría de accidentes de aviación comercial durante la noche (11).

González M, en 2021, en Colombia, publicó una investigación con el objeto de analizar la accidentalidad del área civil colombiana a través de la herramienta "Human Factors Analysis and Classification System". Fue un estudio observacional, descriptivo y transversal que incluyó a 136 aeronaves. Los resultados mostraron que la aviación agrícola fue la más accidentada, especialmente en las fases de crucero y maniobra, por la pérdida del control de vuelo. Al aplicar la herramienta HFACS, los errores cimentados en las habilidades representaron el 33.3% de motivos de accidentes, seguido por las violaciones habituales que fueron 9.5% y las falencias relacionadas a la decisión que se presnetaron en 7.5% de casos. Se concluyó que los accidentes fueron más prevalentes en la aviación agrícola, a causa de los errores basados en las habilidades (33).

Newman D, en 2021, en Australia, publicó un estudio donde se evaluaron los accidentes de aviones, con especial énfasis en las causas subyacentes del accidente y los resultados de supervivencia. Fue un estudio descriptivo que incluyó a 51 reportes de accidentes. Como principales resultados se encontró que 52.9% de accidentes fueron fatales, resultando en un total de 36 muertes. Hubo 24 accidentes no fatales. En términos de resultados de lesiones, hubo 4 lesiones

graves y 9 lesiones leves, y 22 accidentes en los que no se registraron lesiones. Los accidentes fatales se debieron principalmente a la pérdida de control por parte del piloto (44.4%), falla estructural en vuelo del fuselaje (25.9%) e impacto con el terreno (25.9%). Concluyeron que los resultados de este estudio destacan los riesgos que implica el vuelo (34).

Así mismo, es necesario conocer las bases teóricas que dan respaldo al estudio. Un accidente de aviación se define como un suceso asociado con la operación de un avión que tiene lugar entre el momento en que una persona aborda el avión y el momento en que todas ha desembarcado, en el cual: el avión sufre daños sustanciales, el avión no se encuentra o es completamente inaccesible. Se considera que una aeronave ha desaparecido cuando la búsqueda oficial ha terminado y no se han localizado los restos. Además el fallecimiento o lesiones graves resultan de: estar en el avión, contacto directo con el avión o cualquier cosa adherida al mismo y/o exposición directa a la explosión (8,14).

Son excepciones las lesiones autoinfligidas o infligidas por otras personas, o cuando las lesiones sean a polizones escondidos fuera de las áreas normalmente disponibles para los pasajeros y la tripulación; o cuando la aeronave sufre daños o fallas estructurales que: afectan negativamente la resistencia estructural, el rendimiento o las características de vuelo de la aeronave, y normalmente requeriría una reparación mayor o el reemplazo del componente afectado, salvo avería del motor o accesorios del mismo; o por daños limitados a hélices, puntas de alas, antenas, neumáticos, frenos, pequeñas abolladuras o perforaciones en el revestimiento de la aeronave; o cuando la aeronave no se encuentra o es completamente inaccesible (8,14).

Un incidente en aviación se define como un suceso, distinto de un accidente, asociado con la operación de una aeronave que afecta o podría afectar la seguridad de la operación. Entre los tipos de incidentes destacan; un incidente grave, que involucra circunstancias que indican que hubo una alta probabilidad de accidente y asociado con la operación de una aeronave que, en el caso de una aeronave tripulada, tiene lugar entre el momento en que cualquier persona aborda la aeronave con la intención de volar hasta ese momento del desembarque, o en el

caso de una aeronave no tripulada, tiene lugar entre el momento en que la aeronave está lista para moverse con el propósito de volar hasta el momento en que se detiene al final del vuelo y la propulsión primaria el sistema se apaga (7,8,14).

Durante el estudio de contingencias en aeronáutica se examinan específicamente 3 factores: el humano, el técnico y el medio ambiental. El error o factor humano se define como el fracaso de las acciones previstas para alcanzar un fin deseado, ausente de intervenciones de algún acontecimiento imprevisible. Este error no es intencional, es una violación deliberada de la política: el error humano no tiene en cuenta los errores intencionales o la negligencia. Su denominación se cimienta en una serie de particularidades, como ser muy cercano temporalmente al accidente y ser sumamente dependiente a la voluntad del empleado (35,36,37).

El error humano puede definirse también como un comportamiento humano inapropiado que reduce los niveles de eficacia o seguridad del sistema, lo que puede provocar o no un accidente o una lesión. Desde una perspectiva clínica se pueden considerar como síntomas de condiciones fisiológicas o mentales subyacentes, como enfermedad o fatiga. Desde esta perspectiva se argumenta que tales condiciones existen insidiosamente con la tripulación hasta que las condiciones ambientales las activan, lo que lleva a que se manifiesten como errores (28,6).

Los actos inseguros de los operadores pueden clasificarse en dos categorías: errores y violaciones. En general, los errores representan las actividades mentales o físicas de las personas que no logran el resultado deseado. No es sorprendente, dado que los humanos por su propia naturaleza cometen errores, estos actos inseguros dominan la mayoría de las bases de datos de accidentes. Dentro de este concepto se describen 3 niveles de errores que contribuyen a los accidentes e incidentes de aviación (12).

Los errores basados en habilidades se definen como el comportamiento basado en habilidades dentro del contexto de la aviación que ocurren sin un pensamiento consciente significativo. Como resultado, estas acciones basadas en habilidades son particularmente vulnerables a fallas de atención y/o memoria. De hecho, las

fallas de atención se han relacionado con muchos errores basados en habilidades, como la falla en los patrones de escaneo visual, la fijación de tareas, la activación involuntaria de controles y el orden incorrecto de los pasos en un procedimiento, entre otros (38,39).

A diferencia de las fallas de atención, las fallas de memoria a menudo aparecen como elementos omitidos en una lista de verificación, pérdida de lugar u intenciones olvidadas. El tercer y último tipo de errores basados en la habilidad identificados en muchas investigaciones de accidentes involucra errores técnicos. Independientemente de la formación, la experiencia y los antecedentes educativos de uno, la forma en que uno lleva a cabo una secuencia específica de acciones puede variar mucho. Es decir, dos pilotos con entrenamiento, grados de vuelo y experiencia idénticos pueden diferir significativamente en la forma en que maniobran su aeronave (40,41).

La segunda forma de error, errores de decisión, representa un comportamiento intencional que procede según lo planeado, pero el plan mismo resulta inadecuado o inapropiado para la situación. Estos actos inseguros representan las acciones o inacciones de personas que no tenían el conocimiento adecuado o simplemente tomaron una decisión inadecuada. Los errores de decisión difieren notablemente de los errores basados en habilidades en que los primeros implican actos deliberados y conscientes, mientras que los segundos implican un comportamiento altamente automatizado (38,40).

Los errores de decisión se pueden agrupar en tres categorías generales: errores de procedimiento, de elección y de resolución de problemas. Los errores de procedimiento, ocurren durante tareas altamente estructuradas. La aviación, particularmente dentro de los entornos militar y comercial, por su propia naturaleza está muy estructurada y, en consecuencia, gran parte de la toma de decisiones del piloto es de procedimientos. Hay procedimientos muy explícitos que deben realizarse en prácticamente todas las fases del vuelo. Aun así, los errores pueden ocurrir, ya menudo ocurren, cuando una situación no se reconoce o se diagnostica erróneamente, y se aplica el procedimiento incorrecto. Esto es particularmente cierto cuando los pilotos se encuentran en situaciones de emergencia en las que el

tiempo es crítico, como un mal funcionamiento del motor durante el despegue (42-45).

Sin embargo, incluso en la aviación, no todas las situaciones tienen procedimientos correspondientes para tratarlas. Por lo tanto, muchas situaciones requieren que se haga una elección entre múltiples opciones de respuesta. Enfrentados a situaciones como esta, pueden ocurrir errores de elección o errores basados en el conocimiento como también se los conoce (42).

Finalmente, hay ocasiones en las que un problema no se comprende bien y no se dispone de procedimientos formales y opciones de respuesta. Es durante estas situaciones mal definidas que se requiere la invención de una solución novedosa. Las personas que se encuentran en esta situación deben recurrir a procesos de razonamiento lentos, donde el tiempo es escaso. No es sorprendente que, si bien este tipo de toma de decisiones es menos frecuente que otras formas, la proporción relativa de errores cometidos en la resolución de problemas es notablemente mayor (44,46).

De la misma manera, los errores de percepción ocurren cuando la percepción que una persona tiene del mundo difiere de la realidad. Por lo general los errores de percepción se presentan cuando la información sensorial está degradada o es inusual, como es el caso de las ilusiones visuales y la desorientación espacial, o cuando la tripulación simplemente calcula mal la altitud o la velocidad de la aeronave (28,47).

Las ilusiones visuales, por ejemplo, ocurren cuando el cerebro trata de llenar los vacíos con lo que siente que pertenece a un entorno visualmente empobrecido, como el que se ve de noche o cuando se vuela en un clima adverso. Del mismo modo, la desorientación espacial ocurre cuando el sistema vestibular no puede resolver la orientación en el espacio y, por lo tanto, hace una mejor suposición cuando las señales visuales (horizonte) están ausentes. En cualquier caso, el individuo desprevenido a menudo se deja tomar una decisión basada en información defectuosa, y el potencial de cometer un error es elevado (12,48).

Es importante señalar que no es la ilusión o la desorientación lo que se clasifica como un error de percepción. Más bien, es la respuesta errónea del piloto a la ilusión o desorientación (31).

Las violaciones se refieren al incumplimiento deliberado de las normas y reglamentos que rigen la seguridad del vuelo. Si bien hay muchas formas de distinguir entre tipos de violaciones, se han identificado dos formas distintas, según su etiología. Las violaciones de rutina, tienden a ser habituales por naturaleza y a menudo toleradas. Por otro lado, a diferencia de las violaciones rutinarias, las violaciones excepcionales aparecen como desviaciones aisladas de la autoridad, no necesariamente indicativas del patrón de comportamiento típico de un individuo (28,47).

Las condiciones previas de actos inseguros incluyen la condición de los operadores, factores ambientales y de persona. La condición de un individuo puede, influir en el desempeño en el trabajo. Desafortunadamente, este vínculo crítico en la cadena de eventos que conducen a un accidente a menudo pasa desapercibido para los investigadores que tienen poca capacitación formal en factores humanos, psicología o medicina. Son tres condiciones de los operadores que impactan directamente en el desempeño: Estado mental adverso, estado fisiológico adverso y limitaciones físicas/mentales (12,42).

Estar preparado mentalmente es fundamental en la aviación. Como tal, la categoría de estados mentales adversos se relaciona con aquellas condiciones mentales que afectan el rendimiento. En la aviación se requiere que la tripulación considere el estado mental adverso, pues afecta la capacidad del aviador para concentrarse, como en la velocidad aerodinámica, la altitud y otros asuntos de seguridad de vuelo. Los principales entre estos son la pérdida de conciencia situacional, la fijación de tareas, la distracción y la fatiga mental debido a la pérdida de sueño u otros factores estresantes. También se incluyen en esta categoría los rasgos de personalidad y las actitudes perniciosas como el exceso de confianza y la complacencia (11,13,47).

En este contexto, si una persona está mentalmente cansada por cualquier motivo, aumenta la probabilidad de que se produzca un error. De manera similar, el exceso de confianza y otras actitudes peligrosas como la arrogancia y la impulsividad influirán en la probabilidad de que se cometa una violación (49).

La segunda categoría, estados fisiológicos adversos, se refiere a aquellas condiciones médicas o fisiológicas que impiden operaciones seguras. Pilotar aeronaves es una tarea que requiere concentración y atención constantes durante períodos prolongados para realizar operaciones de vuelo seguras. Por tanto, el estado fisiológico adverso, puede tener un impacto negativo en la seguridad del vuelo. Por ejemplo, durante el vuelo, la congestión nasal y de los senos paranasales puede inducir un dolor agudo intenso que se resuelve con perforación timpánica debido a los cambios en la presión barométrica que a menudo acompañan al vuelo. La gastroenteritis y la deshidratación que la acompaña y la urgencia de eliminación frecuente pueden dificultar el enfoque en la verificación cruzada de instrumentos, la limpieza del espacio aéreo en vuelo y la respuesta rápida a las instrucciones de eliminación de conflictos (50,51).

La tercera y última categoría involucra las limitaciones físicas/mentales de un individuo. Específicamente, esta categoría se refiere a aquellos casos en que los requisitos operativos exceden las capacidades del individuo. En la aviación, si bien reducir la velocidad no es realmente una opción, prestar atención adicional a los instrumentos de vuelo básicos y aumentar la vigilancia a menudo aumentará el margen de seguridad. Desafortunadamente, cuando no se toman precauciones, los resultados pueden ser catastróficos, ya que los pilotos a menudo no pueden ver otras aeronaves, obstáculos o líneas eléctricas debido al tamaño o contraste del objeto en el campo visual (28,44,47).

También, hay ocasiones en que el tiempo requerido para completar una tarea o maniobra excede la capacidad de uno. Si bien las personas varían ampliamente en su capacidad para procesar y responder a la información, los pilotos generalmente se destacan por su capacidad para responder rápidamente. Sin embargo, se resalta que cuando se requiere que las personas respondan rápidamente (es decir, se dispone de menos tiempo para considerar todas las posibilidades o elecciones a

fondo), la probabilidad de cometer un error aumenta notablemente. Hay al menos dos problemas adicionales que deben abordarse. Estos involucran a personas que simplemente no son compatibles con la aviación, ya sea porque no son aptos físicamente o no poseen la aptitud para volar (12,28,47).

Los factores de personal se relacionan con una serie de cosas que las tripulaciones a menudo se hacen a sí mismas para crear estas condiciones previas para actos inseguros. Estos incluyen gestión de recursos de la tripulación y preparación personal (44).

La gestión de los recursos de la tripulación se considera la piedra angular de la aviación. Esta se relaciona con los casos de mala coordinación entre el personal. Dentro del contexto de la aviación, esto incluye la coordinación dentro y entre las aeronaves, así como con el control del tránsito aéreo, el mantenimiento y otro personal de apoyo. También incluye la coordinación antes del despegue y después del aterrizaje. No es difícil imaginar un escenario en el que la falta de coordinación de la tripulación haya provocado confusión y una mala toma de decisiones en la cabina. De hecho, las bases de datos de accidentes de aviación están repletas de instancias de mala coordinación entre las tripulaciones (12,44).

En la aviación, o para el caso en cualquier entorno laboral, se espera que las personas se presenten al trabajo listas para desempeñarse a niveles óptimos. Puede ocurrir una falla en la preparación personal cuando las personas no se preparan física o mentalmente para el deber (52).

Además de los factores de personal, los factores ambientales también pueden contribuir a las condiciones deficientes de los operadores y, por lo tanto, a actos inseguros. En términos muy generales, estos factores ambientales se pueden capturar dentro de dos categorías generales: el entorno físico y el entorno tecnológico (44).

El entorno físico influye en la tripulación. El término entorno físico se refiere tanto al entorno operativo (p. ej., clima, altitud, terreno) como al ambiental, como calor, vibración, iluminación, toxinas, etc. en la cabina. Por ejemplo, como se mencionó

anteriormente, volar en un clima adverso reduce las señales visuales, lo que puede provocar desorientación espacial y errores de percepción. Otros aspectos del entorno físico, como el calor, pueden provocar una deshidratación que reduce el nivel de concentración del piloto, produciendo una posterior ralentización de los procesos de toma de decisiones o incluso la incapacidad de controlar la aeronave (44,47).

En aviones militares, las fuerzas de aceleración pueden causar una restricción en el flujo de sangre al cerebro, producir visión borrosa o incluso pérdida del conocimiento. Además, una pérdida de presurización a grandes alturas, o maniobrar a grandes altitudes sin oxígeno suplementario en aeronaves sin presión, obviamente puede provocar hipoxia, lo que conduce al delirio (12).

El entorno tecnológico, en el que a menudo se encuentran los pilotos, también puede tener impacto en su rendimiento. El término entorno tecnológico abarca una variedad de temas que incluyen el diseño de equipos y controles, características de pantalla/interfaz, diseños de listas de verificación, factores de tareas y automatización. Por ejemplo, uno de los problemas de diseño clásicos que se descubrió por primera vez en la aviación fue la similitud entre los controles que se usaban para subir y bajar los flaps y los que se usaban para subir y bajar el tren de aterrizaje. Tales similitudes a menudo causaron confusión entre los pilotos, lo que resultó en la elevación frecuente del tren de aterrizaje mientras aún estaba en tierra (1,11,39).

Los supervisores influyen en la condición de los pilotos y el tipo de entorno en el que operan. Se han identificado cuatro categorías de supervisión insegura: Supervisión inadecuada, operación inadecuada del plan, no corregir el problema conocido y violaciones de supervisión. El papel de cualquier supervisor es proporcionar a su personal la oportunidad de tener éxito. Para hacer esto, deben brindar orientación, capacitación, liderazgo, supervisión, incentivos o lo que sea necesario para garantizar que el trabajo se realice de manera segura y eficiente, el incumplimiento de estas genera una supervisión inadecuada (38,39,44).

La supervisión y la orientación profesional sólida son ingredientes esenciales en cualquier organización exitosa. Si bien es importante empoderar a las personas para que tomen decisiones y funcionen de manera independiente, esto no aleja al supervisor de la responsabilidad. La falta de orientación y supervisión es causa de muchas de las violaciones y accidentes de aviación (12).

Por otro lado, ocasionalmente el ritmo operativo y/o la programación de la tripulación aérea es tal que las personas corren un riesgo inaceptable, el descanso de la tripulación se ve comprometido y, en última instancia, el rendimiento se ve afectado negativamente. Tales operaciones, aunque posiblemente inevitables durante emergencias, se consideran inaceptables. En este contexto, la operación inadecuada del plan, se relaciona con estas fallas (39,38,53).

La tercera categoría, no corregir el problema conocido, se refiere a aquellas instancias en las que las deficiencias entre las personas, el equipo, la capacitación u otras áreas de seguridad relacionadas son conocidas por el supervisor, pero se permite que continúen sin realizar ningún cambio o mejora. Asimismo, el hecho de no corregir o disciplinar constantemente el comportamiento inapropiado ciertamente fomenta una atmósfera insegura y promueve la violación de las reglas (44).

Las violaciones de supervisión, por otro lado, están reservadas para aquellas instancias en las que los supervisores ignoran deliberadamente las reglas y regulaciones existentes (44,54).

La influencia organizacional, se relaciona con las decisiones falibles de la dirección, que pueden afectar directamente las prácticas de supervisión, así como las condiciones y acciones de los operadores. En términos generales, las fallas latentes giran en torno a cuestiones relacionadas con la gestión de recursos, el clima organizacional y los procesos operativos (54).

La gestión de recursos abarca el ámbito de la toma de decisiones a nivel corporativo con respecto a la asignación y el mantenimiento de los activos de la organización, como recursos humanos (personal), activos monetarios, equipos e instalaciones.

En términos generales, las decisiones corporativas sobre cómo deben gestionarse dichos recursos suelen basarse en dos objetivos, a veces contradictorios: el objetivo de la seguridad y el objetivo de operaciones rentables y puntuales (52,55).

En tiempos de relativa prosperidad, ambos objetivos pueden equilibrarse fácilmente y cumplirse en su totalidad. Sin embargo, también puede haber momentos de austeridad donde existe un desequilibrio entre las dos. Situación que conlleva a un déficit en seguridad y capacitación, además de una reducción de la financiación para nuevos equipos, la compra de alternativas menos efectivas y de bajo costo, o peor aún, la falta de repuestos de calidad para las aeronaves y equipos de apoyo existentes (54,56).

El clima organizacional se refiere a una amplia clase de variables que influyen en el desempeño de los trabajadores. El clima organizacional puede verse como la atmósfera de trabajo dentro de la organización. Una señal reveladora del clima de una organización es su estructura, como se refleja en la cadena de mando, la delegación de autoridad, los canales de comunicación y la responsabilidad formal por las acciones. Al igual que en la cabina, la comunicación y la coordinación también son vitales dentro de una organización. Si la gerencia y el personal no se comunican, o si nadie sabe quién está a cargo, la seguridad organizacional claramente se ve afectada y los accidentes pueden ocurrir (44,54).

La cultura y las políticas de una organización también son variables importantes relacionadas con el clima. La cultura realmente se refiere a las reglas, valores, actitudes, creencias y costumbres no oficiales o tácitas de una organización. Las políticas, por otro lado, son lineamientos oficiales que dirigen las decisiones de la gerencia sobre cosas como contratación y despido, promoción, retención, licencia por enfermedad y una miríada de otros temas importantes para el negocio diario de la organización. Cuando las políticas están mal definidas, son antagónicas o contradictorias, o cuando son reemplazadas por reglas y valores no oficiales, abunda la confusión (12,44,54).

El proceso operativo se refiere a las decisiones y reglas corporativas que rigen las actividades diarias dentro de una organización, incluido el establecimiento y uso de

procedimientos operativos estándar y métodos formales para mantener controles y equilibrios (supervisión) entre la fuerza laboral y la gerencia. Específicamente, el ritmo operativo, la presión del tiempo y los horarios de trabajo, son variables que pueden afectar negativamente a la seguridad (53).

Antes de que puedan llevarse a cabo las actividades productivas, es necesario que existan ciertas condiciones previas, como un equipo confiable y bien mantenido, y una fuerza laboral bien capacitada y profesional. Los pilotos trabajan dentro de una organización altamente estructurada que requiere una gestión eficaz y una supervisión cuidadosa. Además, dicha gestión y supervisión es necesaria en numerosos departamentos dentro de la organización, incluidos, entre otros, operaciones, mantenimiento y capacitación (48).

Los estudios iniciales sobre aviación estaban enfocados en mejorar la eficacia operativa de la máquina de vuelo. Posteriormente al desarrollo tecnológico, este último deja de tener tanta relevancia y surge la alerta sobre el error humano, dándole énfasis a la seguridad operacional y supervisión de las posibles alteraciones en el sistema, que llevó a propuestas realizadas desde enfoques de tipo organizacional. Estas investigaciones detalladas se han enfocado en el estudio de los accidentes, lo que han demostrado que hay diversas falencias y el principal responsable sigue siendo el piloto (51).

La OACI utiliza el modelo SHELL para manifestar los elementos principales de los factores humanos. SCHELL es una versión expandida de este modelo. El modelo de SCHELL da una idea del alcance de los factores humanos, significa (57):

S (software): los procedimientos y otros aspectos del diseño del trabajo.

C (cultura): las culturas organizativas y nacionales que influyen en las interacciones.

H (hardware): los equipos, herramientas y tecnologías utilizadas en el trabajo.

E (medio ambiente): las condiciones ambientales en que se produce el trabajo.

L (liveware): los aspectos humanos del sistema de trabajo.

L (liveware): las interrelaciones entre humanos en el trabajo

Todos los elementos se interrelacionan entre sí, por lo tanto cualquier falla o resentimiento entre los elementos del modelo SHELL generarán resultados exitosos o fallidos (57).

De manera específica, la Aviación de la Policía Nacional del Perú cuenta con su propio plan de estudio, para el entrenamiento de los pilotos, cuyo plan curricular se basa en tres etapas, la primera de adaptación y descarte, el cual tiene una duración de 15 horas; la segunda de maniobras básicas, el cual tiene una duración de 25 horas y la tercera de navegación visual, la cual tiene una duración de 10 horas, haciendo un total de 50 horas (58).

Dicho plan, se encuentra dentro de un período de instrucción de 180 días, dividida en dos fases: la primera la teórica, la cual toma un período de 30 días, donde al alumno se le dictan clases sobre ingeniería del avión, procedimientos de operación normal y emergencia, y otras de su competencia relacionados con la especialidad de ala fija en avión Cessna 172-H y 206, cuya calificación es mediante la escala centesimal, cuya nota mínima aprobatoria es de 80%, exceptuando procedimientos de límites y emergencia donde la nota aprobatoria es 100%. Posteriormente, se continúa con la segunda fase, que es la práctica, conformada por tres etapas, adaptación y descarte en un período de vuelo de instrucción de 15 horas, maniobras básicas en un período de vuelo de 25 horas y navegación visual en un período de vuelo de 10 horas, cuya calificación se efectúa en formas de vuelo según legajos personales, con calificación de satisfacción o no satisfactorio (58).

Cabe resaltar que si se desapruueba en la etapa de adaptación pre-solo o de descarte de vuelo, el postulante queda eliminado del curso, pero si aprueba el postulante continuará con su instrucción hasta completar las 50 horas de vuelo y ser finalmente calificado como Aviador Policial (58).

Siendo de esta manera como la “Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú” capacita a sus aviadores, con el propósito de minimizar los accidentes e incidente de aviación y reducir el error humano.

Por otro lado, es necesario, enfatizar y conceptualizar algunos términos necesarios e importantes para el estudio.

Error humano: fracaso de acciones ya previstas al pretender alcanzar un fin deseado, en ausencia de intervenciones de algún acontecimiento imprevisible (18).

Accidentes: acontecimiento fortuito que suscita un detrimento involuntario para los individuos o las cosas (59).

Incidentes: acontecimiento que tuvo el potencial de accidente y en el que existieron individuos que no presentaron daños, con detrimentos en las propiedades o pérdidas en los procesos (60).

Aviación: locomoción aérea ejecutada a través de equipos más pesados que el aire (61).

Aeronáutica: ciencia o arte de la navegación aérea, que incluye a una serie de medios dirigidos al transporte por aire (62).

Medicina aeronáutica: Rama de la medicina que se ocupa de los estudios y efectos del vuelo a través de la atmósfera o en el espacio sobre el cuerpo humano y con la prevención o curación de disfunciones fisiológicas o psicológicas derivadas de esos efectos (63).

Piloto: Individuo que dirige o conduce un avión (64).

Tripulación: grupo de individuos que en una aeronave tienen la función de maniobrar el vehículo u otorgar servicios (65).

Finalmente, se formularon las siguientes hipótesis.

Hipótesis alterna (Ha): El error humano se asocia significativamente a los accidentes o incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL) desde el 2011 a 2018.

Hipótesis nula (Ho): No existe error humano asociado significativamente a accidentes o incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL) desde el 2011 a 2018.

III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Según la intervención del investigador, fue observacional, debido a que solo observó el comportamiento de las variables y no intervino para manipularlos y alterar los resultados a su conveniencia (66).

Según el alcance fue correlacional, debido a que se determinó asociación entre las variables (67,68).

Según el número de mediciones de la o las variables de estudio fue transversal, debido a que los sujetos que intervinieron en la investigación fueron estudiados en un solo momento y no se les realizará seguimiento (67,68).

Según el momento de la recolección de datos fue retrospectivo, debido a que la realización del proyecto fue después de la obtención de la información necesaria para la recolección de los datos, pues dicha información fue extraída de las fuentes secundarias, en este caso los expedientes aeronáuticos (67,68).

3.2 Diseño muestral

Población universo

Accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú.

Población de estudio

Accidentes o incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, en el período entre enero de 2011 a diciembre de 2018.

Criterios de elegibilidad

Inclusión

- Expedientes de accidentes ocurridos entre los años 2011-2018.
- Expedientes de incidentes graves ocurridos entre los años 2011-2018.

- Expedientes con información completa (variables consideradas en la investigación) sobre accidentes e incidentes.

Criterios de exclusión

- Expedientes con información de accidentes /incidentes aquellos que involucren o estén relacionados con secuestro, actos criminales (sabotaje, narcotráfico, transporte ilegal), suplantación de identidad o falsedad de documentos.
- Expedientes con información de accidentes /incidentes cuya causa sea indeterminada.
- Expedientes con información de accidentes /incidentes ocurridos fuera del territorio nacional.

Tamaño de la muestra

33 accidentes e incidentes de aviación reportados por la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, en el período entre enero de 2011 a diciembre de 2018. El tamaño de muestra corresponde a todos los accidentes e incidentes reportados en los expedientes de la entidad en mención, en el periodo de estudio.

Muestreo o selección de la muestra

El muestreo fue de tipo no probabilístico, la técnica fue el muestreo por conveniencia, dado que se incluyeron todos los accidentes/incidentes que cumplieron los criterios de inclusión, en la entidad y periodo de estudio.

3.3 Técnicas y procedimiento de recolección de datos

Técnica

La técnica utilizada fue la documental, debido a que se recurrió a las fuentes secundarias de información, es decir se realizó una revisión de registros documentales de expedientes de incidentes y accidentes ocurridos en los años 2011-2018 en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (PNP). No fue necesario entrevistar a ningún miembro de la PNP relacionado al incidente o accidente para complementar la información.

Instrumentos de recolección y medición de variables

El instrumento utilizado fue una ficha de recolección, la cual fue elaborada por la propia investigadora, quien se basó en los objetivos planteados y en la operacionalización de las variables. Este instrumento no requirió de validez, ya que se trató de una ficha de recolección donde se obtuvieron datos objetivos y no subjetivos.

Este instrumento estuvo conformado por las siguientes secciones:

1. Datos generales del accidente / incidente: donde se colocó la fecha, hora de la ocurrencia del hecho, además del tipo de aeronave, el tipo de ala, el tipo del motor, el número de motores, el nivel de los daños en la aeronave, la fase de vuelo en la que ocurrió el accidente o incidente y las condiciones meteorológicas a la hora del accidente.
2. Datos de la tripulación y ocupantes a bordo: donde se colocó el nivel de lesiones, el porcentaje de supervivencia, la edad del piloto al mando, las horas de vuelo del piloto al mando, el estado de licencia médico del piloto al mando y el estado de licencias técnicas del piloto al mando.
3. Error Humano: Esta variable se evaluará mediante la clasificación Human Factors Analysis and Classification System - HFACS, que está basada en el modelo organizativo de Reason y fue desarrollado por Wiegmann y Shappell, este adopta un enfoque de sistemas para la investigación de accidentes, donde el error humano se considera un síntoma de un problema mayor en la organización, no la causa del accidente. Está conformado por 4 niveles secuenciales, lo que significa que los niveles superiores afectan a los niveles inferiores. Dentro de cada nivel, las fallas pueden causar agujeros en las barreras de seguridad. Los niveles son:

Nivel 1: Actos inseguros de los operadores: se categorizan en errores y violaciones, dentro de estas categorías generales se describen tres tipos de errores (basados en habilidades, de decisión y de percepción) y dos tipos de violaciones (violaciones de rutina e infracciones excepcionales).

Nivel 2: Condiciones previas para actos inseguros: se describen tres subdivisiones principales: factores medioambientales, las condiciones de los operadores y factores de personal. Entre los factores medioambientales se encuentra el entorno

físico y el entorno tecnológico, mientras que en las condiciones de los operadores se incluye el estado mental, estado fisiológico adverso y las limitaciones física/mentales. Entre los factores de personal se consideran: Gestión de recursos de la tripulación y preparación personal.

Nivel 3: Supervisión insegura: dentro de las cuales se incluyen cuatro categorías (supervisión inadecuada, operación inadecuada del plan, no corregir el problema conocido y violación de supervisión).

Nivel 4: Influencias organizacionales: estas fallas organizacionales giran en torno a tres temas: 1) gestión de recursos, 2) clima organizacional y 3) proceso operativo. Se resalta que cada categoría por nivel tiene como respuestas Presencia o Ausencia, respectivamente (69).

HFACS: para garantizar la correcta utilización de esta clasificación se tuvo que capacitar a 5 personas ajenas a los accidentes e incidentes en estudio, todos médicos, con la finalidad que puedan revisar los expedientes y realizar el correcto registro de los datos. Ellos contribuyeron con la categorización HFACS y recolección de información, al evaluar los expedientes donde se encontraban registrados los incidentes y accidentes. La capacitación se realizó durante 3 horas, luego de discutir y estandarizar lo que comprendía cada categoría, para ello, se utilizaron como ejemplos a 100 accidentes de aviones comerciales obtenidos de los registros de la Comisión de Investigación de Accidente de Transporte de Nueva Zelanda.

Hooper B y O 'Hare D, para la confiabilidad de esta clasificación calcularon por categorías utilizando Kappa de Cohen, donde obtuvieron un valor Kappa de 0.60 para 15 de las 19 categorías, indicando un acuerdo sustancial entre los codificadores, además obtuvieron una confiabilidad satisfactoria entre los evaluadores, con 18 de los 19 valores obtenidos que oscilaron entre 78.6% y 100% (69).

Procedimientos de recolección de la información

Se solicitó autorización de la Dirección de Aviación de la Junta de Investigación de la Policía Nacional del Perú para la revisión y autorización del presente estudio.

Posteriormente, dicha documentación fue socializada con el personal encargado de los registros de accidentes/incidente de aviación de la dirección en estudio. Los datos a analizar fueron colocados en el instrumento de recolección utilizado para el estudio. La recolección de información fue realizada por 5 médicos capacitados en la clasificación HFACS, quienes evaluaron las fuentes secundarias, es decir, los expedientes de accidentes/incidentes. Este proceso se llevó a cabo por 4 meses. Cada una de las fichas de recolección fue codificada, para luego evaluar la calidad del llenado y ser vaciadas a una hoja de cálculo.

El análisis de cada uno de los datos se inició con la elaboración de la base de datos y posteriormente la aplicación de los métodos estadísticos.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Procesamiento de datos

Los datos recopilados mediante los instrumentos fueron foliados y procesados en una base de datos, la cual fue diseñada en el software estadístico SPSS versión 25. Luego se realizó un proceso de depuración, categorización y consistencia.

Análisis descriptivo

Para evaluar el error humano asociado a los accidentes / incidentes de aviación se usaron frecuencias absolutas y frecuencias relativas, para expresar las variables cualitativas con sus respectivas categorizaciones. En el caso de las variables cuantitativas como la edad, se empleó el promedio y la desviación estándar. En cambio, en las variables hora de vuelo y porcentaje de supervivencia, se empleó la mediana y el rango intercuartílico. Todo ello, fue debido a la distribución de normalidad de cada una de las variables.

Análisis bivariado

Para evaluar el error humano asociado a los accidentes / incidentes de aviación se utilizó la prueba exacta de Fisher, se consideró un nivel de significancia máximo del 5%, donde un valor $p < 0.05$ resultó significativo, es decir, asociación de variables.

Presentación de resultados

Para la presentación de resultados se utilizaron tablas simples y tablas de doble entrada, además de herramientas gráficas como el diagrama de barras. Las tablas y gráficas fueron diseñadas con la herramienta Microsoft Excel 2019.

3.5 Aspectos éticos

El estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética institucional de la USMP mediante el número de oficio _____ (Anexo). También fue revisado y aprobado por la PNP mediante el número de oficio _____ (Anexo).

En el presente estudio se tuvo en consideración la confidencialidad de la información de los miembros de la Policía Nacional del Perú que ingresaron al estudio. El diseño retrospectivo del estudio no permite un trato directo con cada participante debido a ello no se requirió la firma de un consentimiento informado, toda la información que se requirió fue extraída de los expedientes de incidentes y accidentes. La ejecución del estudio no produjo algún tipo de riesgo o daño a los miembros de la Policía Nacional de Perú. El estudio tomó en cuenta los principios éticos de la declaración de Helsinki, particularmente aquel donde se habla sobre la confidencialidad en trabajos de investigación (70,71).

IV. RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

Los resultados corresponden a 33 accidentes e incidentes de aviación reportados por la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, en el período entre enero de 2011 a diciembre de 2018.

Tabla 1. Datos de los accidentes e incidentes y del piloto al mando en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, periodo 2011-2018

Datos del accidente/incidente	Accidente		Incidente	
	N=5	15.2%	N=28	84.8%
Fase de vuelo de ocurrencia del accidente				
Rodaje	1	20.0%	12	42.9%
Aterrizaje	0	0.0%	10	35.7%
Despegue	1	20.0%	4	14.3%
Otra*	3	60.0%	2	7.1%
Condiciones meteorológicas a la hora del accidente				
Kabota	1	20.0%	22	78.6%
Brokenb	2	40.0%	5	17.9%
Skaterc	2	40.0%	1	3.6%
Número de fallecidos				
Ninguno	0	0.0%	28	100.0%
1 fallecido	1	20.0%	0	0.0%
3 fallecidos	3	60.0%	0	0.0%
5 fallecidos	1	20.0%	0	0.0%
Porcentaje de supervivencia Me; [RI]	0 [35]		100.0 [00]	
Daños psicológicos				
Fatiga de vuelo	0	0.00%	28	100.0%
Fallecido	5	100.00%	0	0.0%
Lesiones				
Lumbalgia mecánica	0	0.0%	13	46.4%
Lesión en la columna cervical	0	0.0%	5	17.9%
Lesión en el hombro	0	0.0%	3	10.7%
Otros**	0	0.0%	7	25.0%
Fallecido	5	100.0%	0	0.0%
Atención hospitalaria				
Hospitalización	0	0.0%	19	67.9%
Coma	0	0.0%	9	32.1%
Morgue	5	100.0%	0	0.0%
Edad del piloto al mando en años ($\bar{x} \pm DE$)	38.0 \pm 4.2		37.5 \pm 4.8	
Horas de vuelo del piloto al mando Me; [RI]	761 [1496]		427 [521]	

Fuente: Expedientes de accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú entre los años 2011-2018

\bar{x} : Promedio, DE: Desviación estándar

Me: Mediana, RI: Rango intercuartílico

* Incluye fases en pista, remolque, aire y descenso.

** incluye Hernia del núcleo pulposo columna dorsal, Fractura en mano 5to metacarpiano, Esguince en tobillo izquierdo, Fisura en epicóndilo izquierdo y Lesiones en mano derecha, columna lumbar y columna dorsal.

a CAVOK (acrónimo del inglés "Ceiling (or Clouds) And Visibility [are] OK") indica que la visibilidad es de 10 o más kilómetros, sin nubes por debajo de la altura de referencia (5.000 pies o la altitud mínima de sector que corresponda al aeropuerto en cuestión

b BROKEN (nubosidad abundante); entre 5 y 7 octas cubierto.

c SKATER poca cantidad de nubes

En la tabla 1, se muestra que, en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, en el periodo 2011-2018, hubo 5 accidentes y 28 incidentes. Los ACCIDENTES sucedieron en todas las fases de vuelo, excepto en la fase de aterrizaje, en condiciones meteorológicas de broken (40%) y skater (40%), hubo hasta 5 fallecidos por accidente (20%), en todos los accidentes hubo fallecidos por ende no se consideraron daños psicológicos, lesiones o atención hospitalaria, asimismo, la edad promedio del piloto fue de 38 años y hasta el 50% de los pilotos tuvieron 761 horas de vuelo.

Los INCIDENTES sucedieron mayormente en las fases de rodaje (12 casos) y aterrizaje (10 casos), en condiciones meteorológicas de kabot (22 casos), no hubo fallecidos, entre las lesiones observadas se encuentran lumbalgia mecánica (13 casos), lesión en la columna cervical (5 casos), lesión en el hombro (3 casos) y otras (7 casos), finalmente, en 19 (67.9%) pilotos fue necesario hospitalización y 9 (32.1%) los afectados quedaron en estado de coma, con una edad promedio del piloto de 37.5 años y hasta el 50% de los pilotos tuvieron 427 horas de vuelo.. Cabe señalar que todos los pilotos (involucrados en accidentes o incidentes) tenían licencia médica y licencia técnica aptas.

Tabla 2. Datos generales de las aeronaves en los accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, periodo 2011-2018

Datos generales de la aeronave y el piloto al mando	Accidente		Incidente	
	N=5	%	N=28	%
Tipo de aeronave				
CESSNA	3	60.0%	14	50.0%
EC 145	0	0.0%	6	21.4%
MI 17	1	20.0%	2	7.1%
Otro*	1	20.0%	6	21.4%
Tipo de ala				
Fija	3	60.0%	20	71.4%
Aleatoria	2	40.0%	8	28.6%

Fuente: Expedientes de accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú entre los años 2011-2018

* Incluye naves tipo UH1H, PIPER NAVAJO Y ENECATTI, ANTONOV 32B, ISLANDER BN-2B, BEECHRAFT B1900C y AN 132.

La tabla 2 muestra que los ACCIDENTES sucedieron mayormente en las naves tipo CESSNA (3 casos) y con ala tipo Fija (3 casos). En cambio, los INCIDENTES sucedieron mayormente en las naves tipo CESSNA (14 casos) y EC 145 (6 casos) y con ala tipo Fija (20 casos).

Tabla 3. Factores humanos asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018

Factor Humano	Accidente		Incidente		p*
	N	%	N	%	
Nivel1: Actos inseguros de los operadores					
ERRORES					
Errores basados en habilidades					
Sí	3	60.0%	3	10.7%	0.031
No	2	40.0%	25	89.3%	
Errores de decisión					
Sí	3	60.0%	12	42.9%	0.639
No	2	40.0%	16	57.1%	
Errores de percepción					
Sí	4	80.0%	11	39.3%	0.152
No	1	20.0%	17	60.7%	
VIOLACIONES					
Violaciones de rutina					
Sí	1	20.0%	1	3.6%	0.284

No	4	80.0%	27	96.4%	
Infracciones excepcionales					
Sí	0	0.0%	1	3.6%	0.999
No	5	100.0%	27	96.4%	
Nivel 2: Condiciones previas para actos inseguros					
FACTORES MEDIO AMBIENTALES					
Entorno físico					
Sí	1	20.00%	3	10.70%	0.500
No	4	80.00%	25	89.30%	
Entorno tecnológico					
Sí	3	60.00%	1	3.60%	0.007
No	2	40.00%	27	96.40%	
FACTORES DE PERSONAL					
Gestión de recursos de la tripulación					
Sí	1	20.00%	8	28.60%	0.999
No	4	80.00%	20	71.40%	
Preparación personal					
Sí	4	80.00%	19	67.90%	0.999
No	1	20.00%	9	32.10%	
Nivel 3: Supervisión insegura					
Supervisión inadecuada					
Sí	1	20.00%	3	10.70%	0.500
No	4	80.00%	25	89.30%	
Operación inadecuada del plan					
Sí	2	40.00%	2	7.10%	0.038
No	3	60.00%	26	92.90%	
Nivel 4: Influencias organizacionales					
Gestión de recursos					
Sí	2	40.00%	3	10.70%	0.155
No	3	60.00%	25	89.30%	
Clima organizacional					
Sí	0	0.00%	2	7.10%	0.999
No	5	100.00%	26	92.90%	
Proceso operativo					
Sí	0	0.00%	1	3.60%	0.999
No	5	100.00%	27	96.40%	
Total	5	100%	28	100%	

Fuente: Expedientes de accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú entre los años 2011-2018

* Prueba exacta de Fisher

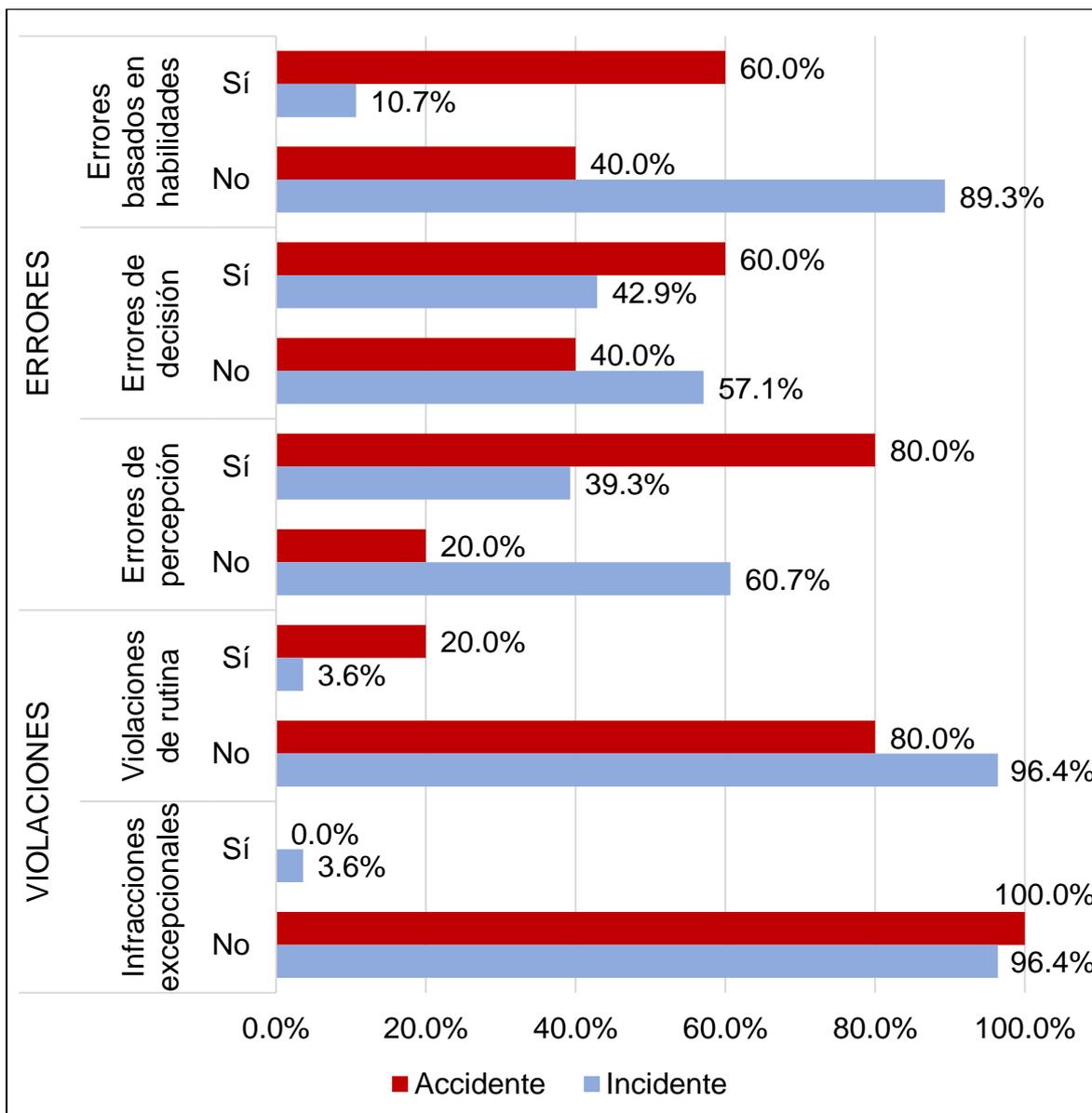
La tabla 3 muestra que los errores basados en habilidades se asociaron a los ACCIDENTES de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del

Perú, 2011-2018 ($p=0.031$); se observó que el 60% de los operadores que sufrieron accidentes tuvieron errores basados en habilidades, mientras que solo el 10.7% de los operadores que sufrieron incidentes tuvieron este tipo de errores. Además, los errores de decisión (60% vs 42.9%), de percepción (80% vs 39.3%) y las violaciones de rutina (20% vs 3.6%) fueron más frecuentes entre los accidentes que en los incidentes, mientras que la única infracción excepcional se presentó entre los incidentes.

El entorno tecnológico se asoció a los ACCIDENTES de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018 ($p=0.007$); se observó que el 60% de los operadores que sufrieron accidentes tuvieron influencia del entorno tecnológico, mientras que solo el 3.6% de los operadores que sufrieron incidentes tuvieron esta influencia. Asimismo, el entorno físico (20% vs 10.7%), la preparación personal (80% vs 67.9%) y la gestión de recursos de la tripulación fue más frecuente entre los incidentes que en los accidentes.

La operación inadecuada del plan se asoció a los ACCIDENTES de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018 ($p=0.038$); se observó que el 40% de los operadores que sufrieron accidentes tuvieron operación inadecuada del plan, mientras que solo el 7.1% de los operadores que sufrieron incidentes tuvieron esta inadecuada operación del plan. Además, la supervisión inadecuada (20% vs 10.7%) fue más frecuente entre los accidentes que en los incidentes.

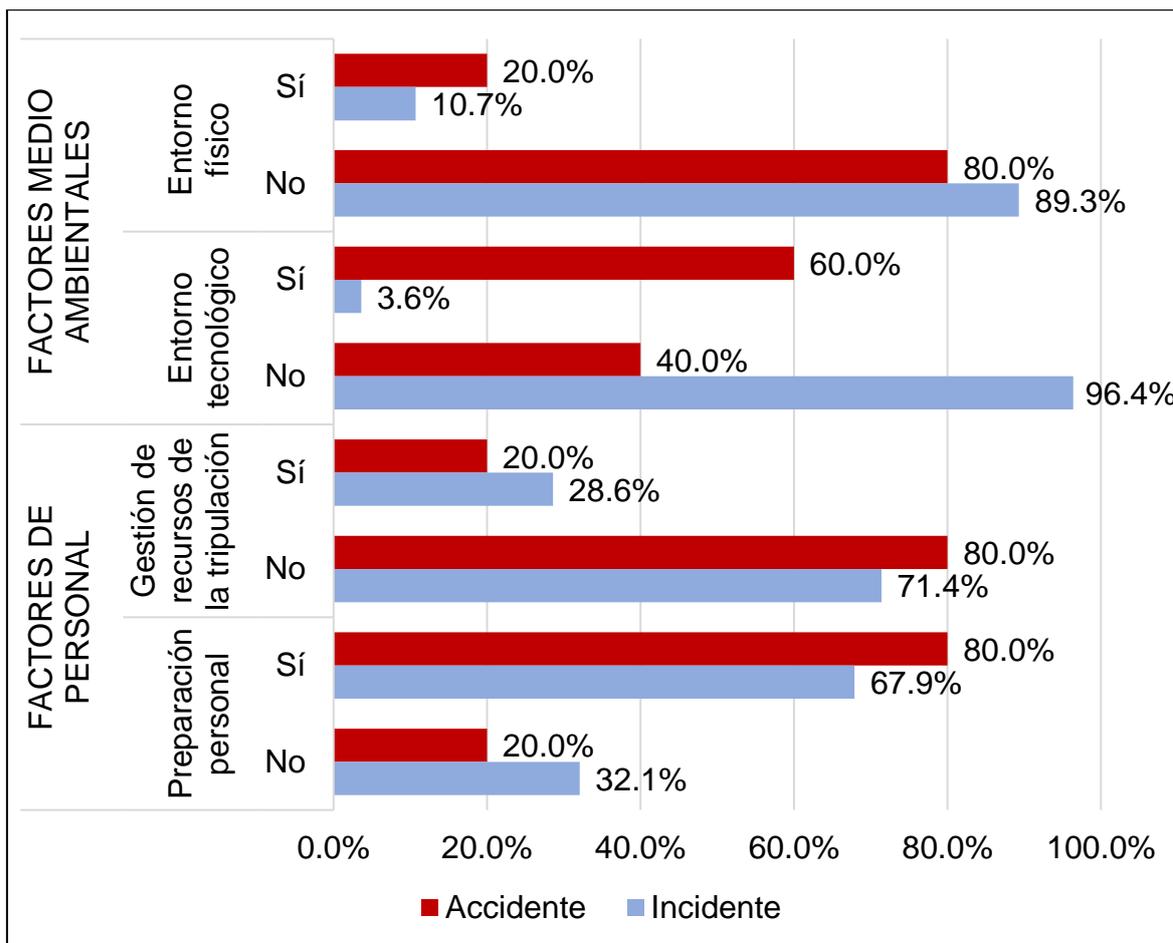
Por último, el error en la gestión de recursos (40% vs 10.7%) fue más frecuente entre los accidentes que en los incidentes, mientras que, los errores en el clima organizacional (7.1%) y el proceso operativo (3.6%) solo se presentaron entre los incidentes, pero no se pudieron determinar que sean factores asociados.



Fuente: Expedientes de accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú entre los años 2011-2018

Figura 1. Nivel 1 – Actos inseguros de los operadores asociados a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018

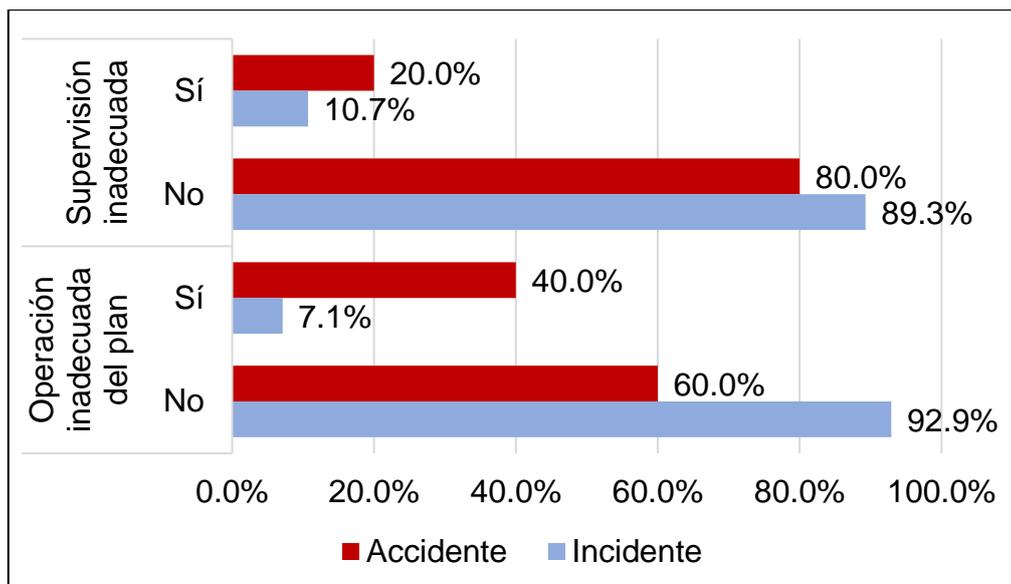
La figura 1 muestra que los operadores que tuvieron errores basados en habilidades (60% vs 10.7%), errores de decisión (60% vs 42.9%), errores de percepción (80% vs 39.3%) y violaciones de rutina (20% vs 3.6%) fueron más frecuentes entre los accidentes que en los incidentes, mientras que, solo el 3.6% presentaron infracción excepcional presente entre los incidentes.



Fuente: Expedientes de accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú entre los años 2011-2018

Figura 2. Nivel 2 – Condiciones previas para actos inseguros asociados a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018

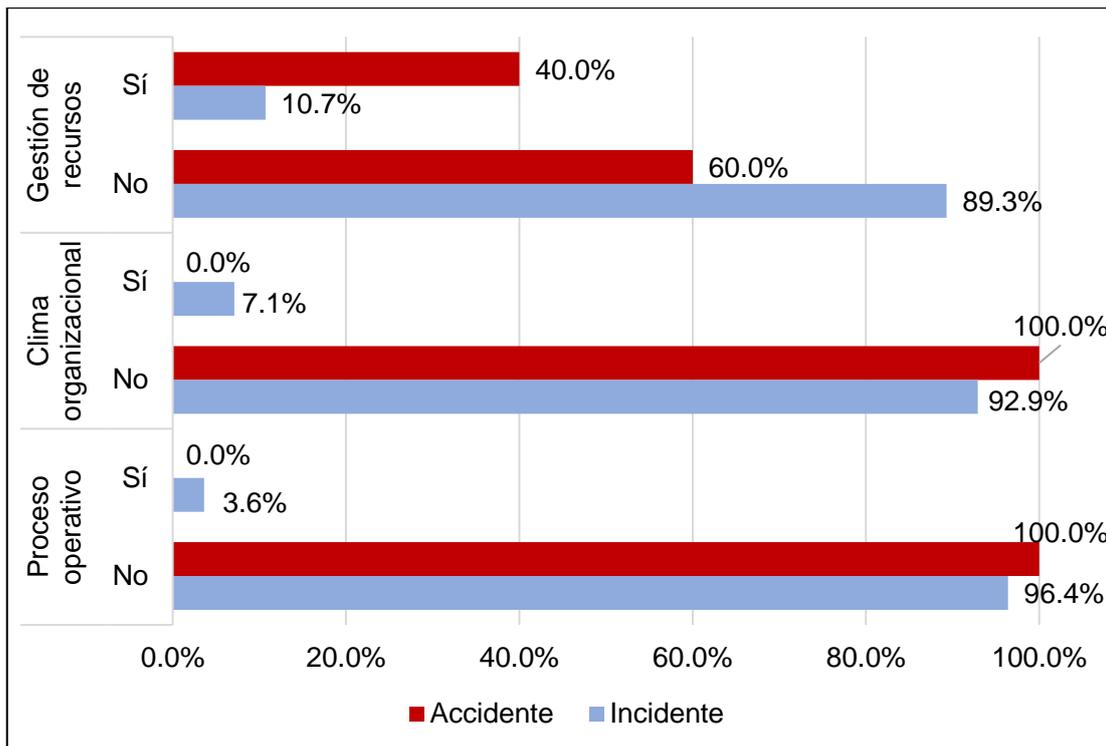
La figura 2 muestra que los operadores que tuvieron influencia del entorno físico (20% vs 10.7%), entorno tecnológico (60% vs 3.6%) y la preparación personal (80% vs 67.9%) fueron más frecuentes entre los accidentes que en los incidentes, mientras la gestión de recursos de la tripulación fue más frecuente entre los incidentes que en los accidentes.



Fuente: Expedientes de accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú entre los años 2011-2018

Figura 3. Nivel 3 – Supervisión insegura asociada a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018

La figura 3 muestra que de los operadores que tuvieron supervivencia inadecuada (20% vs 10.7%) y operación inadecuada del plan (40% vs 7.1%) fueron más frecuentes entre los accidentes que en los incidentes.



Fuente: Expedientes de accidentes e incidentes ocurridos en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú entre los años 2011-2018

Figura 4. Nivel 4 – Influencias organizacionales asociados a accidentes / incidentes asociados a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018

La figura 4 muestra que de los operadores que tuvieron error en la gestión de recursos (40% vs 10.7%) fue más frecuente entre los accidentes que en los incidentes, mientras que, los errores en el clima organizacional (7.1%) y el proceso operativo (3.6%) solo se presentaron entre los incidentes.

4.2 Prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis general

Ho: El error humano no se asocia significativamente a accidentes o incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL) desde 2011 a 2018.

Hi. El error humano se asocia significativamente a los accidentes o incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL) desde 2011 a 2018.

Tabla 4. Resumen de los factores humanos asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018

Factor Humano	Chi ²	p*
Nivel1: Actos inseguros de los operadores		
Errores basados en habilidades	6.927	0.031
Nivel 2: Condiciones previas para actos inseguros		
Entorno tecnológico	12.682	0.007
Nivel 3: Supervisión insegura		
Operación inadecuada del plan	4.300	0.038

* Prueba exacta de Fisher

En la tabla 4, se muestra que errores basados en habilidades, entorno tecnológico y operación inadecuada del plan se encuentran asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018

Prueba de hipótesis específica 1

Ho: No existen actos inseguros de los operadores asociados significativamente a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Hi. Existen actos inseguros de los operadores asociados significativamente a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Tabla 5. Resumen de los actos inseguros de los operadores asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018

Nivel1: Actos inseguros de los operadores	Chi ²	p*
ERRORES		
Errores basados en habilidades	6.927	0.031
Errores de decisión	0.503	0.639
Errores de percepción	2.836	0.152
VIOLACIONES		
Violaciones de rutina	2.011	0.284
Infracciones excepcionales	0.183	0.999

* Prueba exacta de Fisher

En la tabla 5, se muestra que los errores basados en habilidades se asocian de manera significativa a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018, debido a que el p-valor fue menor a 0.05.

Prueba de hipótesis específica 2

Ho: No existen condiciones previas para actos inseguros asociados significativamente a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Hi. Existen condiciones previas para actos inseguros asociados significativamente a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Tabla 6. Resumen de las condiciones previas para actos inseguros asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018

Nivel 2 – Condiciones previas para actos inseguros	Chi ²	p*
FACTORES MEDIO AMBIENTALES		
Entorno físico	0.343	0.500
Entorno tecnológico	12.682	0.007
FACTORES DE PERSONAL		
Gestión de recursos de la tripulación	0.157	0.999
Preparación personal	0.296	0.999

* Prueba exacta de Fisher

En la tabla 6, se muestra que el entorno tecnológico se asocia de manera significativa a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018, debido a que el p-valor fue menor a 0.05.

Prueba de hipótesis específica 3

Ho: La supervisión insegura no se asocia significativamente a accidente / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Hi. La supervisión insegura se asocia significativamente a accidente / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Tabla 7. Resumen de la supervisión insegura asociada a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018

Nivel 3: Supervisión insegura	Chi²	p*
Supervisión inadecuada	0.343	0.500
Operación inadecuada del plan	4.3	0.038

* Prueba exacta de Fisher

En la tabla 7, se muestra que la operación inadecuada del plan se asocia de manera significativa a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018, debido a que el p-valor fue menor a 0.05.

Prueba de hipótesis específica 4

Ho: El error en las influencias organizacionales no se asocia significativamente a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Hi. El error en las influencias organizacionales se asocia significativamente a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

Tabla 8. Resumen de la Influencia organizacionales asociados a accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018

Nivel 4: Influencias organizacionales	Chi²	p*
Gestión de recursos	2.83	0.155
Clima organizacional	0.538	0.999
Proceso operativo	0.184	0.999

* Prueba exacta de Fisher

En la tabla 8, se muestra que el p-valor fue mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la Ho. Es decir, el error en las influencias organizacionales no se asocia significativamente a accidentes / incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú 2011-2018.

V. DISCUSIÓN

Para fines del estudio, se analizaron 33 accidentes e incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, los cuales ocurrieron entre enero 2011 a diciembre 2018, debido a que la evidencia científica demuestra que las principales causas de los accidentes son los errores humanos (7,8).

En relación a los accidentes e incidentes, se identificó que 15.2% fueron accidentes y 84.4% incidentes fatales. Hallazgos comparables a los de Gimeno (26), que reportó 12% de accidentes fatales. Newman (34), al evaluar 51 accidentes de aeronaves identificó que 52.9% fueron fatales. Además, presentaron 4 lesiones graves y 9 lesiones leves. Hermankova L et al. (28), observaron que menos de 15 accidentes por año estuvieron suscitados por el factor humano. Mientras que Boyd (30) encontró que la proporción de accidentes fatales fue comparable; 11 y 13%, respectivamente, para las cohortes de mayor >80 años y menor edad, 30-39 años.

Dada la presencia de incidentes y accidentes de aviación, se debe considerar la capacitación en factores humanos y la capacitación relacionada con la seguridad del paciente y el bienestar del personal dentro de los planes de trabajo del personal médico. La seguridad y el bienestar del personal de aviación debe ser una parte integral del currículo del personal de salud que forma parte la dirección de aviación de la Policía Nacional del Perú, a fin de desarrollar gradualmente la apreciación del impacto de los factores humanos, y las habilidades en seguridad y con ello desarrollar intervenciones para prevenir accidentes/incidentes de aviación.

Los accidentes de aviación mayormente registrados sucedieron con la aeronave tipo CESSNA (60%), ello podría deberse a que este tipo de aeronave es utilizada por lo general para el entrenamiento de los pilotos (72). Mientras que los incidentes, se presentaron en naves tipo CESSNA (50%), con ala fija (71.4%) y motor único (64.3%). Si bien las características generales de la población, por lo general no son comparables, en este caso se puede apreciar que se basa principalmente en la aeronave utilizada en el momento del accidente / incidente, por lo cual es posible realizar la contrastación de información, como por ejemplo, Hooper B et al. (69) al elaborar su estudio en una organización militar australiana, identificaron que los

incidentes, por lo general, eran de ala giratoria; 44.2%, pero evidenciaron que las aeronaves de ala fija tuvieron más incidentes durante la fase de despegue, mientras que Gimeno J (26) al analizar la información del International Civil Aviation Organization, identificó que la mayoría de los incidentes eran en el momento del aterrizaje.

Dichos resultados demuestran que los eventos desafortunados ocurrieron en diferentes fases de vuelo, en incidentes se destaca la etapa de rodaje y aterrizaje, los cuales podrían hacer suponer que los pilotos no tienen destreza o tienen destreza limitada en ambos momentos, por lo cual, las prácticas en simuladores y durante las horas de vuelo deberían basarse en el fortalecimiento de las habilidades del aviador, por lo cual sería apropiado verificar que el entrenamiento de calificación para los pilotos, sea productiva en todas las horas ya fijadas, tanto en las etapas de adaptación y descarte, maniobras básicas y navegación visual (58). Por lo mencionado, surge la interrogante de conocer si existe o no una relación entre la destreza del piloto con las horas de vuelo, lo cual evidencia un vacío del conocimiento, lo cual se debería de analizar y estudiar en otras investigaciones, bajo la misma línea de estudio.

Referente a los actos inseguros de los operarios, se pudo evidenciar que la presencia de accidentes /incidentes se presentaban mayormente por errores de decisión y percepción; 45.5% respectivamente, así como por violaciones de rutina; 6.1%. Así también, las condiciones previas para actos inseguros que se asociaban con los accidentes/incidentes eran el entorno tanto físico como tecnológico; 12.1% respectivamente y la preparación personal; 69.7%. Situación similar se observó en el estudio de Munene (19) quien identificó que 76% de accidentes de aviación estuvieron relacionados a los factores humanos, donde 56.4% fueron errores basados en las habilidades, 56.4% del entorno físico; 36.4% fueron errores de decisión, 9.1% por procesos organizacionales y 7.3% por planificación inadecuada de las operaciones. Kilic (31), identificó como principales causantes o contribuyentes de los accidentes aéreos a los errores basados en las habilidades; 80%, seguido del entorno físico; 58.57%, error de decisión; 24.28% y de percepción; 24.28%, mientras que Donmez et al. (25), evidenciaron errores basados en habilidades; 36%, de decisión; 33% y de percepción; 31%.

El alto número de errores de decisión y percepción muestra una posible deficiencia en el entrenamiento o en la técnica de entrenamiento (73). Es un hecho innegable que la formación de pilotos es importante en la aviación (74). Por tanto, los instructores de vuelo deben prestar atención a las habilidades básicas de aviación de los pilotos y evitar la falta de habilidades o conocimientos (es decir, técnicas de despegue y aterrizaje con viento cruzado) que los mantienen alejados de los problemas (74,75). La toma de decisiones es de suma importancia para una operación segura en la aviación (76). Por lo tanto, los programas de formación de pilotos deben implementar enfoques de enseñanza innovadores para desarrollar las habilidades del factor humano (74).

La clasificación de las causas de accidentes permite identificar los determinantes comunes que conducen a los accidentes/incidentes y permite el desarrollo y aplicación de las acciones correctivas apropiadas. Los factores identificados brindan el beneficio adicional de una línea de base con la cual se puede comparar el desempeño futuro para determinar si las acciones o programas correctivos fueron efectivos. En este contexto, las observaciones realizadas pueden utilizarse para mejorar el entrenamiento. Las técnicas de formación dirigidas a aviadores cuando se implementen deberían abordar el número de accidentes.

En relación a los actos inseguros de los operadores, se observó que los errores basados en habilidades se asociaron significativamente a accidentes, $p=0.031$. Errores de decisión; 60% vs 42.9%, percepción; 80% vs 39.3%, y las violaciones de rutina; 20% vs 3.6%, fueron más comunes en accidentes que incidentes, sin embargo, la diferencia no fue significativa. Resultados similares al estudio evidenciaron, Hooper B et al. (69) identificaron que predominaron los errores basados en las habilidades, 52.1%. Seguidos por los basados en las decisiones, 31.6%. Munene (19), especificó que los errores frecuentemente encontrados en accidentes fueron aquellos basados en habilidades y los de decisión. Donmez et al. (25), también identificaron entre las principales causas de accidentes a errores de decisión y percepción. Contrario a lo determinado por Gimeno (26) quien identificó que la presencia o el número de accidentes aeronáuticos eran principalmente relacionados con el factor técnico, seguido por el humano,

específicamente por incapacidad del operador; y sobre este último Chang Y et al. (21) demostraron y añadieron que el factor riesgo humano es el factor de mayor importancia en cuanto a la actitud de seguridad, debido a que una actitud inaceptable podía causar tragedias.

Según los resultados de las evidencias mencionadas, se puede realizar mayor énfasis en la importancia de la capacitación teórica de los pilotos, el cual es realizado en un período de 30 días, la cual esta relacionada a la ingeniería del avión, los procedimientos de operación normal y emergencia, y otros (58), considerándose como base para una ejecución óptima en futuros vuelos, resguardando de esta manera a los operarios y los recursos materiales, ya que se debe de considerar que ante un accidente/incidente no solo el recurso humano se encuentra en riesgo y/o peligro sino también el recurso material, generando grandes pérdidas económicas a la institución.

También, se puede mencionar que los operarios de las aeronaves deben de tener no solo la capacitación práctica de manera constante, sino también la teórica, debido a que, en base a la teoría, las decisiones y acciones tomadas por el piloto durante el vuelo pueden darse de manera concreta y segura, pudiendo influir en la reducción de los accidentes/incidente. A nivel nacional, la capacitación de los pilotos, está dividido en dos fases, la primera la teórica, la cual tiene una duración de 30 días, y la segunda la práctica que tiene 3 etapas, adaptación y descarte; 15 horas, maniobras básicas; 25 horas y navegación visual; 10 horas, el piloto debe de pasar satisfactoriamente por la primera etapa práctica, para que posteriormente pueda completar las 50 horas requeridas. Con lo mencionado, sería necesario identificar si esta capacitación es suficiente para evitar los actos inseguros de los operarios, lo cual se podrá identificar en la elaboración de otros estudios de investigación al respecto (58).

En relación a las condiciones previas para actos inseguros, se identificó asociación significativa entre el entorno tecnológico y los accidentes de aviación, $p=0.007$. Se observó además que el entorno físico; 20% vs 10.7%, y la preparación personal; 80% vs 67.9%, fueron las causas más frecuentes entre los accidentes que en los incidentes, sin embargo, a diferencia no fue significativa. Ello probablemente

conectaría a los factores medioambientales y los personales como los principales causantes de la ocurrencia de accidente/incidentes, por lo cual resultaría coherente que el mantenimiento de los transportes aéreos sea realizado de manera constante, especialmente antes de cada vuelo; el mantenimiento en línea se realiza antes del vuelo como una manera de asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave, esta es efectuada por personal técnico de mantenimiento y consisten en la identificación de fallas, corrección de defectos sencillos, cambios de componentes, además de inspecciones visuales que permiten detectar condiciones insatisfactorias sencillas (77). Así mismo, se vuelve a evidenciar la importancia y necesidad de que el personal operativo esté debidamente preparado, capacitado y entrenado para realizar su actividad.

Resultados similares a los especificados por Hooper B et al. (69), quienes hallaron que los actos inseguros estuvieron presentes en el 99.3% de los incidentes, siendo los factores personales los más comunes 54.8%, seguidos por los factores ambientales 38.5% y las condiciones de los operadores, 13.5%. Pero, Gimeno (26) evidenció que los incidentes / accidentes eran ocasionados mayormente por causas externas, primero por fallas técnicas, específicamente en los motores, y segundo por fallas ambientales, específicamente en la pista de aterrizaje. Finalmente, Chang Y et al. (21) demostraron que los propios pilotos manifestaban que el entorno era la dimensión de mayor importancia para minimizar los incidentes / accidentes seguido por la interacción con software y la interacción con la organización.

Los resultados de los estudios mencionados demuestran principalmente que el medio en el cual cada operario se desempeña es de relevancia para que éste realice una acción segura, evitando así los accidentes/incidentes de aviación, brindando de esta manera responsabilidad a los directivos de las instituciones de aviación, ya que la monitorización, adecuación, y mantenimiento, es decir, el control, reparación y/o modificación de las aeronaves, son de importancia, ya que se deben de realizar en el pre vuelo y post vuelo, además de inspecciones periódicas (horarias, calendaría, por ciclo, mixtas), no periódicas (para vuelo especial, aceptación, control localizado, reacondicionamiento/prorroga, pericial, eventuales), teniendo en cuenta su complejidad (tercer nivel, trabajos mayores en

instalación fijas, segundo nivel, mediana complejidad en instalaciones fijas o móviles y primer nivel, inspecciones oculares, funcionales cambio de piezas, etc.) (78).

Luego, se evidenció que la operación inadecuada del plan podría asociarse con los accidentes de aviación, $p=0.038$. Demostrando así que los operarios no se encuentran permanentemente monitoreados, lo cual generaría la ocurrencia de errores humanos que podrían evitarse ante una adecuada supervisión. Adicionalmente, la ejecución inadecuada de una operación no solo es el error del operario en acción, sino de todo un equipo de ejecución, ya que el operario no realiza todas las actividades de manera individual, sino que está respaldado por un equipo de profesionales que guían junto a él cada movimiento y ejecución. Finalmente, ante una deficiente gestión de recursos, la ejecución de acciones asignadas no se llevará a cabo de manera correcta, generando así la ocurrencia de accidentes.

Al respecto, no se logró obtener evidencia, pero, algunos estudios demuestran que existen otras variables que pueden influir en la ocurrencia de accidentes/incidentes de aviación, como el elaborado por Mon (18), quien demostró que la carga de trabajo afecta de manera negativa a la conducta humana, ya que genera estrés y presión ocasionando la presencia y ocurrencia de errores, los cuales son generadores de accidentes/incidentes. Por su parte, Laukkala T et al. (22) evidencian que para la mantención de la seguridad de aviación es imprescindible la realización de evaluaciones neurológicas a cada uno de los pilotos de manera periódica, especialmente para la identificación de trastornos por déficit de atención/hiperactividad, debido a que interfieren con el funcionamiento y/o desarrollo, ya que la mayoría de los accidentes de aviación fueron originados principalmente por pilotos con déficit de atención e hiperactividad. A su vez, López (79) indica que los estados tensionales de los aviadores pueden considerarse como agente de riesgo para la actividad laboral y operacional de vuelo.

Finalmente, en relación a las influencias organizacionales, se mostró que el error en la gestión de recursos fue más común entre los accidentes que en los incidentes, sin embargo, la diferencia no fue significativa. Se resalta que los errores en el clima

organizacional, $p=0.999$ y el proceso operativo, $p=0.999$, se presentaron solo en incidentes de aviación, sin embargo, no se observó asociación estadística entre estas variables. Kilic (31) no evidenciaron errores a este nivel al evaluar 70 accidentes de aviación. Por el contrario, Goncalves et al. (32), determinaron que 18% de accidentes de helicóptero se debieron a influencias organizacionales; principalmente, debido a el proceso organizativo, 15% y clima organizacional, 6%.

Cualquier error o acción inapropiada en el Nivel 4 - influencias organizacionales afecta directamente a los niveles inferiores. Es decir, cualquier condición inadecuada en el Nivel 4 da como resultado directamente una supervisión insegura (Nivel 3) y la supervisión insegura da lugar a condiciones previas para actos inseguros (25). La incapacidad de la organización para garantizar que un piloto esté adecuadamente capacitado para volar y para mantener una vigilancia y proceso operativo adecuado en una línea aérea indica una deficiencia institucional que resultaría en accidentes (80).

Las principales limitaciones del estudio fueron que, datos sobre las características del piloto, como por ejemplo sexo, grado de instrucción, grado de escalafón, estado civil, antecedentes patológicos no fueron incluidos, pues no fue posible obtener datos al respecto, por tanto, investigaciones futuras deberían explorar estas variables en un futuro próximo. Así mismo, solo fueron analizados los casos ocurridos en territorio nacional, por lo que los resultados solo demuestran esta realidad, basado en ello, la evidencia científica podría ampliarse al realizar el mismo análisis en otros ámbitos geográficos.

VI. CONCLUSIONES

El error humano se asoció de manera significativa a accidentes/ incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL) desde 2011 a 2018, los cuales correspondieron a actos inseguros de los operadores, condiciones previas para actos inseguros y supervisión insegura.

Respecto a los actos inseguros de los operadores, se demostró que los errores basados en habilidades se asociaron estadísticamente a los accidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018, dado que el p-valor resultó ser menor a 0.05.

De acuerdo a las condiciones previas para actos inseguros, se demostró que el entorno tecnológico se asoció a los accidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018, dado que el p-valor resultó ser menor a 0.05.

Respecto a la supervisión insegura, se demostró que la operación inadecuada del plan se asoció a los accidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018, dado que el p-valor resultó ser menor a 0.05.

Las influencias organizacionales no se asociaron a los accidentes ni incidentes de aviación en la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, 2011-2018.

VII. RECOMENDACIONES

Desarrollar e implementar estrategias referentes a la continuidad de la capacitación teórica-práctica de los pilotos de la dirección de aviación de la Policía Nacional del Perú, así como la mantención de su salud física y mental, lo cual es de relevancia para afianzar y continuar con el ejercicio profesional, previniendo la ocurrencia de actos inseguros, tanto en lo operativo como en la supervisión.

Alentar al personal de la dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú a la continuidad de retroalimentación teórica como práctica para aplicar de manera correcta los procedimientos estándar previamente establecidos para cada uno de los roles que ejercen los miembros.

Implementar métodos que alerten al personal de la dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú, los riesgos potencialmente identificables en el entorno tecnológico, que pueden ocasionar errores, fallas o desviaciones dentro del entorno operacional.

Se recomienda que la dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú desarrolle y plantee programas de simulación de errores tecnológicos, mecánicos y humanos que puedan ocurrir para que los miembros de la supervisión identifiquen soluciones, con la finalidad que tomen medidas que antepongan la ocurrencia de incidentes y accidentes.

Si bien la influencia organizacional no se asoció con los accidentes ni incidentes de aviación, es necesario que la gestión de recursos, el clima organizacional y el proceso operativo sean mejoradas para que el entorno laboral no se vea afectado en la actividad de los miembros de la Dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú.

Adicionalmente, se recomienda a los médicos que laboran en la dirección de Aviación de la Policía Nacional del Perú reportar los problemas de salud que puedan causar un efecto negativo sobre la seguridad de una operación.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Yousefi Y, Karballaezadeh N, Moazami D, Zahed A, Mohammadzadeh S D, Mosavi A. Improving Aviation Safety through Modeling Accident Risk Assessment of Runway. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet] 2020 [Revisado 7 abril 2022]; 17(17): Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/17/6085>.
2. Bai M, Yang W, Song D, Kosuda M, Szabo S, Lipovsky P, et al. Research on Energy Management of Hybrid Unmanned Aerial Vehicles to Improve Energy-Saving and Emission Reduction Performance. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet] 2020 [Revisado 7 abril 2022].; 17(8): Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/8/2917>.
3. Koščák P, Berežný Š, Vajdová I, Koblen I, Ojciec M, Matisková D, et al. Reducing the Negative Environmental Impact of Winter Airport Maintenance through Its Model Design and Simulation. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet] 2020 [Revisado 7 abril 2022]; 17(4): Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7068292/>.
4. Organización Mundial de la Salud. Descriptores en Ciencias de la Salud - Accidentes. [Online].; 2019. [Citado 18 mayo 2023]. Disponible en: https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=23889&filter=ths_termall&q=accidentes.
5. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil - Notificación - Definiciones. [Online].; 2022. [Citado 18 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/ciaiac/definiciones-de-accidente-incidente-e-incidente-grave>.
6. Lyssakov N, Lyssakova E. Human factor as a cause of aircraft accidents. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. [Internet] 2019 [Revisado el 2 de Octubre del 2021]; 321: Disponible en: <https://www.atlantis-press.com/article/125909629.pdf>.

7. International Civil Aviation Organization. State of Global Aviation Safety. Canadá: ICAO; [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]. Disponible en: https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2019_29082019.pdf.
8. International Civil Aviation Organisation (ICAO); National Transportation Safety Board (USA) (NTSB); Flight Safety Foundation (FSF). Statistical summary of commercial jet airplane accidents. Worldwide operations 1959-2020. 1-26. Disponible en: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statusum.pdf; [Internet] 2021 [Revisado 7 abril 2022].
9. Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil. Informe Anual 2021. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Gobierno de España; [Internet] 2021 [Revisado 18 mayo 2023]. Disponible en: https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/ciaiac/Informe__anual_2021.pdf.
10. Damien K, Marina E. An analysis of human factors in fifty controlled flight into terrain aviation accidents from 2007 to 2017. *Journal of Safety Research*. [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]; 69: 155-165. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437518308405>.
11. Kilic B, Gumus E. Application of HFACS to the Nighttime Aviation Accidents and Incidents. *J Aviat*. [Internet] 2020 [Revisado 7 abril 2022]; 4(2): 10-16. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/pub/jav/issue/58730/740590>.
12. Hulme A, Stanton N, Walker G, Waterson P, Salmon P. Accident analysis in practice: A review of Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) applications in the peer reviewed academic literature. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*. [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]; 1849-1853. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1071181319631086>.
13. Xue Y, Fu G. A modified accident analysis and investigation model for the general aviation industry: Emphasizing on human and organizational factors. *J Safety Res*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]; 67: 1-15. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437518300483>.
14. Wang J, Yan M. Application of an Improved Model for Accident Analysis: A Case Study. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet] 2019 [Revisado 7 abril

- 2022]; 16(15): Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6695596/>.
15. Ministerio del Interior. Decreto Supremo N° 026-2017-IN. Reglamento del decreto Legislativo N°1267, Ley de la Policía Nacional del Perú. Lima: Ministerio del Interior; [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]. Disponible en: <http://www.gacetajuridica.com.pe/boletin-nvnet/ar-web/DS0262017IN.pdf>.
 16. Dirección de Aviación Policial. Aviación Policial. [Online].; 2018. [Revisado 7 abril 2022]. Disponible en: https://www.policia.gob.pe/direcciones_policiales/diravpol_17/index.html.
 17. Zorrilla M. Errores comunes de un piloto de Lancair frente a condiciones de tiempo adversas. Ciencia y Poder Aéreo. [Internet] 2015 [Revisado 7 abril 2022].; 10(1): 1-5. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5682854>.
 18. Mon R. Psicología y factores humanos de la aviación. Tesis de maestría. España: Universidad Autónoma de Barcelona; [Internet] 2016 [Revisado 7 abril 2022]. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/169886/MonLecinaRoberto-TFGAa2015-16.pdf>.
 19. Munene I. An Application of the HFACS Method to Aviation Accidents in Africa. Aviation Psychology and Applied Human Factors. [Internet] 2016 [Revisado 7 abril 2022]; 6(1): 33-38. Disponible en: <https://psycnet.apa.org/record/2016-23090-004>.
 20. Walton R, Politano M. Characteristics of General Aviation Accidents Involving Male and Female Pilots. Aviation Psychology and Applied Human Factors. [Internet] 2016 [Revisado 7 abril 2022].; 6(1): 39-44. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/11991502_Characteristics_of_general_aviation_crashes_involving_mature_male_and_female_pilots#:~:text=Male's%20crashes%20were%20more%20likely,49%20\(p%20%3D%200.003\)](https://www.researchgate.net/publication/11991502_Characteristics_of_general_aviation_crashes_involving_mature_male_and_female_pilots#:~:text=Male's%20crashes%20were%20more%20likely,49%20(p%20%3D%200.003)).
 21. Chang Y, Yang H, Hsiao Y. Human risk factors associated with pilots in runway excursions. Accident analysis and prevention. [Internet] 2016 [Revisado 7 abril 2022]; 94: 227-237. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457516302032>.

22. Laukkala T, Bor R, Budowle B, Sajantila A, Navathe P, Sainio M, et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder and fatal accidents in aviation medicine. *Aerospace Medicine and Human Performance*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; 88(9): 871-875. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28818147/>.
23. Aguiar M, Stolzer A, Boyd D. Rates and causes of accidents for general aviation aircraft operating in a mountainous and high elevation terrain environment. *Accid Anal Prev*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; 107: 195-201. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457517301161>.
24. Vilcas G. Seguridad Operacional de las aeronaves pilotadas a distancia en el Perú, 2017: Propuesta de mejora de la Norma técnica complementaria 001-2015. Lima: Universidad César Vallejo; [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12601>.
25. Donmez K, Uslu S. The relationship between flight operations and organizations in aircraft accidents; the application of the human factor analysis and classification system. *Anadolu Univ J of Sci and Technology A – Appl Sci and Eng*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]; 19(2): 1-18. Disponible en: <https://www.readcube.com/articles/10.18038%2Faubtda.348219>.
26. Gimeno J. Accidentes de aviación. Análisis Causal (2012 – 2016). Tesis de grado. España: Universidad Politécnica de Valencia; [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110595/GIMENO%20-%20ACCIDENTES%20DE%20AVIACION%20AN%C3%81LISIS%20CAUSAL%20%282012-2016%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
27. Miranda A. Understanding human error in naval aviation mishaps. *Human Factors*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]; 60(6): 763-777. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0018720818771904>.
28. Hermankova L, Nemeč V. Human factor as cause of aviation accidents. *Universita Pardubice - Pre Pints*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]: 1-6. Disponible en: https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_2_07/article_0

3_2.html#:~:text=Approximately%2080%20percent%20of%20airplane,to%20machine%20(equipment)%20failures.

29. Skrzynska J, Kobos Z, Wochynski Z. Analysis of the human factor in air accidents in polish aviation in the years 2010-2015. *Pol J Aviat Med Bioeng Psychol.* [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]; 24(2): 11-20. Disponible en: http://files.4medicine.pl/download.php?cfs_id=3686.
30. Boyd D. General Aviation Accidents Involving Octogenarian Airmen: Implications for Medical Evaluation. *Aerosp Med Hum Perform.* [Internet] 2018 [Revisado 28 abril 2022]; 89(8): 687-692. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30020052/>.
31. Kilic B. HFACS Analysis for Investigating Human Errors in Flight Training Accidents. *JAV.* [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]; 3(1): 28-37. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jav/issue/43854/553315>.
32. Goncalves A, Souza C, Bonecker E, Anderson M, Pinheiro T. An analysis of helicopter accident reports in Brazil from a human factors. *Reliability Engineering and System Safety.* [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022];(183): 39-46. Disponible en: <http://www.labest.eng.ufba.br/sites/labest.eng.ufba.br/files/RESS%20PUBLISHED.pdf>.
33. González M. Análisis de la accidentalidad aérea civil colombiana (2009-2018) mediante la herramienta "Human factors analysis and classification system"-HFACS. [Tesis de Especialidad]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; [Internet] 2020 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79178>.
34. Newman D. Factors Contributing to Accidents During Aerobatic Flight Operations. *Aerosp Med Hum Perform.* [Internet] 2021 [Revisado 28 abril 2022]; 92(8): 612-618. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34503614/>.
35. Mulholland B. Human Error: How to Prevent Your Team From Self-Sabotaging. [Online].; 2018. [Revisado 7 abril 2022]. Disponible en: <https://www.process.st/human-error/>.

36. INERCO. Errores humanos: Tipología y claves para gestionarlos. Lima: INERCO; [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en: <https://www.inerco.com/wp-content/uploads/Ebook-Errores-humanos.pdf>.
37. Key R. Human error in aviation Estados Unidos: Routledge; 2016.
38. Filho A, Souza C, Siqueira E, Anderson M, Vasconcelos T. Human Factors and Helicopter Accidents: An Analysis Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). Springer Int Publ. [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]; 786: 105–12. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326042837_Human_Factors_and_Helicopter_Accidents_An_Analysis_Using_the_Human_Factors_Analysis_and_Classification_System_HFACS.
39. Madigan R, Golightly D, Madders R. Application of Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) to UK rail safety of the line incidents. Accident Analysis & Prevention. [Internet] 2016 [Revisado 7 abril 2022]; 97: p. 122-131. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457516303098>.
40. Kelly D, Efthymiou M. An analysis of human factors in fifty controlled flight into terrain aviation accidents from 2007 to 2017. J Safety Res. [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]; 69: 155-165. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437518308405>.
41. Ergai A, Cohen T, Sharp J, Wiegmann D, Gramopadhye A, Shappell S. Assessment of the human factors analysis and classification system (HFACS): intra-rater and inter-rater reliability. Saf. Sci. [Internet] 2016 [Revisado 7 abril 2022]; 82: 393–398. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092575351500257X>.
42. Martinussen M, Hunter D. Aviation Psychology and Human Factors. 2nd ed. Miami: CRC Press; 2017.
43. Jiang W, Han W, Zhou J, Huang Z. Analysis of Human Factors Relationship in Hazardous Chemical Storage Accident. Int. J. Environ. Res. Public Health. [Internet] 2020 [Revisado 7 abril 2022]; 17: Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7504537/>.

44. Yoon Y, Ham D, Yoon W. A new approach to analyzing human-related accidents by combined use of HFACS and activity theory-based method. *Cognition, Technology and Work*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; 19(4): 759-783. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10111-017-0433-3>.
45. Sanchez-Alarcos J. *Aviation and Human Factors. How to incorporate Human*. 1st ed. Estados Unidos : Press, CRC; 2020.
46. Zhan Q, Zheng W, Zhao B. A hybrid human and organizational analysis method for railway accidents based on HFACS-Railway Accidents (HFACS-RAs). *Safety Science*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; 91: 232-250. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753516301801>.
47. Selby J, Thompson A. Aviation and Procedural Medicine. *Tech Vasc Interv Radiol*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]; 21(4): 295-304. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30545508/>.
48. Alexander T. A Case Based Human Reliability Assessment Using HFACS For Complex Space Operations. *J Space Saf Eng*. [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]; 6(1): 53–59. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468896718300016>.
49. Wakeman D, Langham M. Creating a safer operating room: Groups, team dynamics and crew resource management principles. *Semin Pediatr Surg*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]; 27(2): 107-113. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29548351/>.
50. Powell-Dunford N, Bushby A. Management of Sea Sickness in Susceptible Flight Crews. *Mil Med*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; 182(11): 1846-1850. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29087851/#:~:text=Conclusions%3A%20Scopolamine%20should%20be%20considered,trial%20to%20evaluate%20in%20individual%20response>.
51. Muñoz-Marrón D. Factores humanos en aviación: CRM. *Papeles del Psicólogo*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022]; 39(3): 191-199. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/778/77857281007/html/>.

52. Yıldırım U, Başar E, Uğurlu O. Assessment of collisions and grounding accidents with human factors analysis and classification system (HFACS) and statistical methods. *Safety Science*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753517316211>.
53. Fu G, Cao J, Zhou L, Xiang Y. Comparative study of HFACS and the 24Model accident causation models. *Petroleum Science*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; 14(3): 570-578. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12182-017-0171-4>.
54. Mirzaei Aliabadi M, Aghaei M, Kalatpour O, Soltanian A. Analysis of human and organizational factors that influence mining accidents based on Bayesian network. *Journal of Occupational Safety in Ergonomics*. [Internet] 2018 [Revisado 7 abril 2022];: 1-8. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10803548.2018.1455411>.
55. Verma S, Chaudhari S. Safety of Workers in Indian Mines: Study, Analysis, and Prediction. *Safety and Health at Work*. [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022]; 8(3): 267-275. Disponible en: <http://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201731951961118.do>.
56. Hulme A, Stanton N, Walker G, Waterson P, Salmon P. What do applications of systems thinking accident analysis methods tell us about accident causation? A systematic review of applications between 1990 and 2018. *Safety Science*. [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022]; 117: 164-183. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753518319672>.
57. Aeronáutica Civil. Manual del inspector de aeronavegabilidad. Colombia:, Unidad Administrativa Especial; [Internet] 2019 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/418631/4.MIA_PART_I_CAP_4_.pdf.
58. DIRAVPOL-PNP. Plan de estudio para el entrenamiento de calificación para alumnos pilotos en la especialidad de ala fija en el avión CESSNA 172-H (T41D) y CESSNA 206. ESCAVI-PNP. 2021.

59. Real Academia de la Lengua Española. Accidente. RAE. [Online].; 2021. [Revisado el 20 de Octubre del 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/accidente>.
60. Ministerio de Salud y Protección Social. Guía de investigación de incidentes, accidentes y enfermedades laborales. Bogotá: Gobierno de Colombia; [Internet] 2017 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHG03.pdf>.
61. Real Academia de la Lengua Española. Aviación. RAE. [Online].; 2021 [Revisado el 20 de Octubre del 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/aviaci%C3%B3n?m=form>.
62. Real Academia de la Lengua Española. Aeronáutico. RAE. [Online].; 2021 [Revisado el 20 de Octubre del 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/aeron%C3%A1utico#0ubm1K5>.
63. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. Descriptores en Ciencias de Salud - Medicina Aeronáutica. [Online]. [Revisado el 20 de Octubre del 2021]. Disponible en: <http://decs2020.bvsalud.org/cgi-bin/wxis1660.exe/decserver/>.
64. Real Academia de la Lengua Española. Piloto. RAE. [Online].; 2021 [Revisado el 20 de Octubre del 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/piloto?m=form>.
65. Real Academia de la Lengua Española. Tripulación. RAE. [Online].; 2021 [Revisado el 20 de Octubre del 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/tripulaci%C3%B3n>.
66. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación Mexico D.F: MCGrawHill Education; 2014.
67. Argimon J, Jiménez J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica Barcelona-España: ELSEVIER; 2013.
68. Universidad de San Martín de Porres. Guía para elaborar el plan de investigación, tesis y artículo científico. Lima:, Facultad de Medicina Humana; 2021.
69. Hooper B, O'Hare D. Exploring human error in military aviation flight safety events using post-incident classification systems. Aviation, Space and

- Environmental Medicine. [Internet] 2013 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23926655/>; 84(8): 803-813.
70. Córdova-Aguilar A. Ética en la investigación y la práctica clínica: un binomio complejo. Rev. Fac. Med. Hum. [Internet] 2019 [revisado 28 abril 2022]; 19(4): Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312019000400015.
71. Osuna I, Escobar V, Pérez M. Declaración de Helsinki: cambios y exégesis. Revista Cubana de Salud Pública. [Internet] 2016 [revisado 28 abril 2022]; 42(1): 132-142. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubsalpub/csp-2016/csp161n.pdf>.
72. Dowling S. El Cessna 172 Skyhawk, un avión tan seguro que se sigue fabricando casi idéntico 60 años después. [Online].; 2017 [citado 26 enero 2023]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39207463>.
73. Casner S, Geven R, Williams K. The effectiveness of airline pilot training for abnormal events. Hum Factors. [Internet]2013; 55(3): 477-485. [citado 26 enero 2023]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23829023/>.
74. Europeam Cockpit Association. Pilot training compass. Estados Unidos : ECA; [Internet] 2013. [citado 26 enero 2023]. Disponible en: https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/eca_pilot_training_compass_back_to_the_future_13_0228.pdf.
75. Ministerio de Transporte de Argentina. Manual del instructor de vuelo. Argentina : Aviación Civil Argentina - ANAC; [Internet] 2019 [citado 26 enero 2023]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual-de-instructor-de-vuelo-digital-final.pdf>.
76. Federal Aviation Administration. Aeronautical Decision-Making. Estados Unidos : FAA; [Internet] 2013 [citado 26 enero 2023]. Disponible en: https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/04_phak_ch2.pdf.
77. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Regulaciones Aeronáuticas del Perú - Mantenimiento. Lima : Dirección General de Aeronáutica Civil; [Internet] 2019 [citado 26 enero 2023]. Disponible en:

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/377285/1._RAP_43_NE_enm2_completa.pdf?v=1603162681.

78. Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas de Argentina. DIRAM parte 6 - Mantenimiento aeronáutico. Ministerio de Defensa. [Internet] 2016 [Revisado 7 abril 2022]: 1-27. Disponible en: <https://www.fuerzas-armadas.mil.ar/Dependencias/DIGAMC-Documentacion/Normas-Vigentes/DIRAM/PDF%20DIRAM%206%20Rev.%207%20controlada.pdf>.
79. López C. Riesgo psicosocial y seguridad operacional de vuelo: un estudio en pilotos de rescate. Guayaquil.; [Internet] 2015 [Revisado 7 abril 2022] Disponible en:<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13139>.
80. Shappell S, Wiegmann D. The Human Factors Analysis and Classification System—HFACS. Estados Unidos : Office of Aviation Medicine; [Internet] 2000 [citado 26 enero 2023]. Disponible en: <https://www.skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/1481.pdf>.

ANEXOS

1. Instrumento de recolección

ERROR HUMANO ASOCIADO A ACCIDENTES / INCIDENTES DE AVIACIÓN EN LA DIRECCIÓN DE AVIACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ 2011-2018

Fecha: ___/___/___.

ID: _____

1. Datos generales del accidente / incidente:

Fecha: ___/___/___

Hora: ____: ____

Tipo de aeronave: _____ (modelo)

Tipo de ala: Ala fija () Ala rotatoria ()

Tipo de motor: _____

Número de motores: _____

Nivel de daños a aeronave: _____

Fase de vuelo de ocurrencia del accidente: _____

Condiciones meteorológicas a la hora del accidente: _____

2. Datos de la tripulación y ocupantes a bordo:

Nivel de lesiones: _____

Porcentaje de supervivencia: _____ %

Edad del piloto al mando: _____ años.

Horas de vuelo del piloto al mando: ____: ____

Estado de licencia médico del piloto a mando: _____

Estado de licencias técnicas del piloto a mando: _____

3. Human Factors Analysis and Classification System – HFACS:

Marcar con una X donde corresponda.

NIVELES	CATEGORIAS		PRESENCIA	AUSENCIA
Nivel 1 – Actos inseguros de los operadores	Errores	Errores basados en habilidades		
		Errores de decisión		
		Errores de percepción		
	Violaciones	Violaciones de rutina		
		Infracciones excepcionales		
Nivel 2 – Condiciones previas para actos inseguros	Factores medio ambientales	Entorno físico		
		Entorno tecnológico		
	Condiciones de los operadores	Estado mental adverso		
		Estado fisiológico adverso		
		Limitaciones físicas / mentales		
	Factores de personal	Gestión de recursos de la tripulación		
		Preparación personal		
	Nivel 3 – Supervisión insegura	Supervisión inadecuada		
Operación inadecuada del plan				
No corregir el problema conocido				
Violación de supervisión				
Nivel 4 – Influencias organizacionales	Gestión de recursos			
	Clima organizacional			
	Proceso operativo			

2. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Edad del piloto al mando	0.961	33	0.275
Horas de vuelo del piloto al mando	0.837	33	0.000
Porcentaje de supervivencia	0.501	33	0.000