



ANEXOS

Anexo I: Entrevista

En este primer anexo se presenta el modelo de entrevista empleado como guía para las conversaciones realizadas con los distintos participantes. Cabe señalar que no se siguió un cuestionario rígido, sino que las preguntas se adaptaron a cada entrevistado en función de su perfil, experiencia y área de conocimiento, con el objetivo de obtener respuestas más específicas y relevantes. Este enfoque flexible permitió profundizar en los aspectos más significativos y extraer la mayor cantidad de información útil posible.

Bloque 1: Situación actual del planeamiento

1. ¿Qué herramientas utilizan actualmente las tripulaciones de helicópteros para planificar una misión?
2. Desde vuestra experiencia, ¿cuáles son las principales dificultades o limitaciones del planeamiento actual?
3. ¿Consideráis que el actual sistema de planeamiento es suficientemente ágil para adaptarse a cambios imprevistos durante la operación?

Bloque 2: Necesidad de automatización e inteligencia artificial

1. ¿Creéis que la automatización del planeamiento podría mejorar la seguridad y eficiencia de las misiones? ¿Por qué?
2. ¿Qué papel podría desempeñar la inteligencia artificial a la hora de detectar amenazas, optimizar rutas o sugerir alternativas durante una misión?
3. ¿Cómo veis la posibilidad de que una IA sugiera un plan alternativo en pleno vuelo? ¿Sería viable operacionalmente?

Bloque 3: Integración con otros sistemas y unidades

1. ¿Qué importancia tiene para vosotros la interoperabilidad con otras unidades, tanto aéreas como terrestres o navales, a la hora de planificar y ejecutar misiones?
2. ¿Consideráis que el AMPS actual facilita suficientemente esta interoperabilidad?
3. ¿Qué otros sistemas (tácticos, de inteligencia, meteorológicos, etc.) deberían integrarse en el planeamiento para mejorar el resultado final?

Bloque 4: Visión de futuro

1. En vuestra opinión, ¿cuáles serían los riesgos o limitaciones de incorporar IA en sistemas críticos como el planeamiento de misión?
2. ¿Qué grado de autonomía creéis que debería tener una IA en este tipo de sistemas: solo apoyo al piloto o también toma de decisiones parcial?
3. A nivel formativo, ¿cómo afectaría a las tripulaciones el uso de sistemas más automatizados e inteligentes? ¿Se necesitaría más formación técnica o táctica?

Cierre

¿Qué recomendaríais a quienes están diseñando estos sistemas para que sean realmente útiles y operativos en el día a día de las unidades de helicópteros del Ejército de Tierra?



Anexo II: Aplicación del método AHP

El presente anexo muestra el proceso de aplicación del método AHP. Esta metodología se llevó a cabo mediante el software interno del ET "AyudaDecision_AHP_net_4.0". A continuación, se muestran las capturas de pantalla con los distintos apartados del software.

Paso 1. Introducción de criterios, subcriterios y alternativas

CRITERIOS	SEGURIDAD	EFICIENCIA	INTEROPERABILIDAD	COSTES
SEGURIDAD V...	1	7	5	7
EFICIENCIA OP...	1/7	1	3	5
INTEROPERABI...	1/5	1/3	1	1/3
COSTES	1/7	1/5	3	1

Valor	Definición
1	a - Igual Importancia
3	b - Importancia Moderada v 1/3
5	c - Importancia Grande v 1/5
7	d - Importancia Muy Grande v 1/7
9	e - Importancia Extrema v 1/9

PESOS(W)
0,61
0,21
0,07
0,11

R.I. : 0.2452

Paso 2. Introducción de los pesos relativos de los distintos criterios.



Método AHP - Evaluación de SubCriterios (Etapa 2.bis)

SEGURIDAD VUELO			PESOS(W)	EFICIENCIA OPERATIVA			PESOS(W)
Menos errores humano	1	7	0.87	Menos carga trabajo	1	9	0.90
Mejora detec. riesgo	1/7	1	0.13	Rapidez planeamiento	1/9	1	0.10

R.I. : 0.0000

INTEROPERABILIDAD			PESOS(W)	COSTES			PESOS(W)
Integración sistemas	1	3	0.75	Costes adquisición	1	1/5	0.17
Coordinación unidad	1/3	1	0.25	Costes mantenimiento	5	1	0.83

R.I. : 0.0000

Calcular

< Volver

Paso 3. Introducción de los pesos relativos de los subcriterios respectivos.

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

Menos errores humano				PESOS(W)	Mejora detec. riesgo				PESOS(W)
AMPS actual	1	1/5	1/9	0.06	AMPS actual	5	1	1/7	0.06
AMPS mejorado	5	1	1/7	0.19	AMPS mejorado	9	7	1	0.19
AMPS IA	9	7	1	0.75	AMPS IA	9	7	1	0.75

R.I. : 0.1889

Menos carga trabajo				PESOS(W)	Rapidez planeamiento				PESOS(W)
AMPS actual	1	1/5	1/9	0.06	AMPS actual	1	1/5	1/9	0.06
AMPS mejorado	5	1	1/7	0.19	AMPS mejorado	5	1	1/7	0.19
AMPS IA	9	7	1	0.75	AMPS IA	9	7	1	0.75

R.I. : 0.1889

Calcular

< Volver

Paso 4. Valoración de las alternativas propuestas.

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

Integración sistemas				PESOS(W)	Coordinación unidad				PESOS(W)
AMPS mejorado	3	1	1/3	0.14	AMPS mejorado	3	1	1/3	0.14
AMPS IA	3	3	1	0.29	AMPS IA	3	3	1	0.29
				0.57					0.57

R.I. : 0.1183

Costes adquisición				PESOS(W)	Costes mantenimiento				PESOS(W)
AMPS actual	1	7	9	0.75	AMPS actual	1/7	1	5	0.75
AMPS mejorado	1/7	1	5	0.19	AMPS mejorado	1/9	1/5	1	0.19
AMPS IA	1/9	1/5	1	0.06	AMPS IA	1/9	1/5	1	0.06

R.I. : 0.1889

Calcular

< Volver

Paso 5. Valoración de las alternativas propuestas.



Método AHP - Jerarquización de Alternativas (Etapa 4)

MATRIZ DE DECISIÓN

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	AMPS actual	AMPS mejorado	AMPS IA
SEGURIDAD VUELO	0.61	0.06	0.19	0.75
+ Menos errores humano	0.87	0.06	0.19	0.75
+ Mejora detec. riesgo	0.13	0.06	0.19	0.75
EFICIENCIA OPERATIVA	0.21	0.06	0.19	0.75
+ Menos carga trabajo	0.90	0.06	0.19	0.75
+ Rapidez planeamiento	0.10	0.06	0.19	0.75
INTEROPERABILIDAD	0.07	0.14	0.29	0.57
+ Integración sistemas	0.75	0.14	0.29	0.57
+ Coordinación unidad	0.25	0.14	0.29	0.57
COSTES	0.11	0.75	0.19	0.06
+ Costes adquisición	0.17	0.75	0.19	0.06
+ Costes mantenimiento	0.83	0.75	0.19	0.06
		0.14	0.20	0.66

Paso 6. Resultado final. En él se muestran los pesos totales de todos los elementos implicados



Anexo III: Encuesta utilizada para la recogida de datos

En este segundo anexo se presentan todas las preguntas que formaron parte de la encuesta. La elaboración del cuestionario se realizó a través de la plataforma “formularios de Google”, y posteriormente se distribuyó mediante enlace informático. La información extraída se empleó para distintos apartados del trabajo.

ENCUESTA TFG SOBRE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PLANEAMIENTO DE MISIONES AÉREAS (AMPS)

El presente cuestionario tiene como finalidad recoger opiniones y percepciones del personal militar y de los cuerpos de seguridad sobre el uso de la inteligencia artificial y la automatización en el planeamiento de misiones aéreas, con especial atención a las unidades de helicópteros.

La participación es anónima y la duración estimada para completarla es de 5 minutos.

BLOQUE 1: PERFIL PROFESIONAL

1. ¿En qué ámbito desarrollas tu labor profesional actualmente?
 - Ejército de Tierra
 - Ejército del Aire y del Espacio
 - Armada
 - Guardia Civil
 - Policía Nacional
 - Otro: *[respuesta abierta]*
2. ¿Qué relación tienes con la aviación militar?
 - Piloto
 - Mecánico
 - Personal de mantenimiento
 - Cadete
 - Otro: *[respuesta abierta]*
3. ¿Con qué tipo de plataforma aérea trabajas o has trabajado más frecuentemente?
 - Helicópteros (cualquier modelo o variante)
 - Aviones de ala fija
 - No he trabajado con plataformas aéreas
 - Otro: *[respuesta abierta]*
4. ¿Tienes experiencia en el planeamiento de misiones aéreas?
 - Sí
 - Algo de experiencia
 - No
 - Otro: *[respuesta abierta]*



5. ¿Has utilizado o participado en la planificación de misiones mediante sistemas digitales como AMPS, JMPS u otros similares?
- Sí, con frecuencia
 - Sí, ocasionalmente
 - He recibido formación, pero no lo he usado en operaciones
 - No, pero conozco estos sistemas
 - No los conozco

BLOQUE 2: VALORACIÓN DEL PLANEAMIENTO ACTUAL

6. ¿Cómo valorarías el nivel de automatización del sistema que usas para planear misiones?
- 1 = Nada automatizado | 5 = Totalmente automatizado
7. ¿El sistema actual te permite integrar fácilmente información de diferentes fuentes (meteorología, NOTAMs, inteligencia, etc.)?
- 1 = Muy difícil | 5 = Muy fácil
8. ¿El sistema actual facilita la toma de decisiones durante el planeamiento?
- 1 = Nada útil | 5 = Muy útil
9. ¿Qué factores crees que más afectan a la calidad del planeamiento?
- Falta de tiempo
 - Complejidad de la misión
 - Errores humanos
 - Falta de herramientas automatizadas
 - Otro: *[respuesta abierta]*

BLOQUE 3: PERCEPCIÓN SOBRE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN EL PLANEAMIENTO DE MISIÓN

10. ¿Consideras que la automatización (IA) podría mejorar el planeamiento de misiones?
- Sí, mucho
 - Sí, en parte
 - No lo tengo claro
 - No, podría generar problemas
 - Otro: *[respuesta abierta]*
11. ¿Crees que una inteligencia artificial podría reducir la carga cognitiva durante el planeamiento de una misión aérea?
- 1 = Nada de acuerdo | 5 = Totalmente de acuerdo
12. ¿En qué aspectos crees que la IA podría aportar más al planeamiento de helicópteros? (elige los que quieras)
- Generación de rutas seguras
 - Detección de cables de tensión



- Optimización de consumo de combustible
 - Gestión de información meteorológica
 - Presentación jerarquizada de información relevante
 - Otro: *[respuesta abierta]*
13. ¿Estarías dispuesto a confiar en una IA que sugiera rutas o decisiones tácticas durante el planeamiento?
- 1 = Nada dispuesto | 5 = Totalmente dispuesto
14. ¿Tendría sentido que un sistema de IA recomendara cambios de misión durante el vuelo?
- Sí, totalmente
 - Solo si la tripulación lo valida
 - No, las decisiones deben ser siempre humanas
 - Otro: *[respuesta abierta]*
15. ¿Crees que las FAS deberían invertir en sistemas avanzados de planeamiento con IA?
- Sí, es fundamental
 - Sí, pero con cautela
 - No, es suficiente con lo que hay
 - No tengo opinión
 - Otro: *[respuesta abierta]*
16. ¿Qué riesgos ves en el uso de IA en operaciones militares?
- Dependencia tecnológica
 - Posibles fallos del sistema
 - Deshumanización del proceso de decisión
 - Ninguno
 - Otro: *[respuesta abierta]*
17. Deja cualquier comentario o sugerencia sobre el futuro del planeamiento automatizado de misiones.
- (Respuesta abierta)



Anexo IV: Respuestas a la encuesta

El presente anexo está directamente relacionado con el anterior. En él se muestran las tablas de frecuencias relativas y absolutas, así como los gráficos de las respuestas de la encuesta realizada en el presente trabajo. Con estos datos se realizó el análisis estadístico mostrado en la memoria.

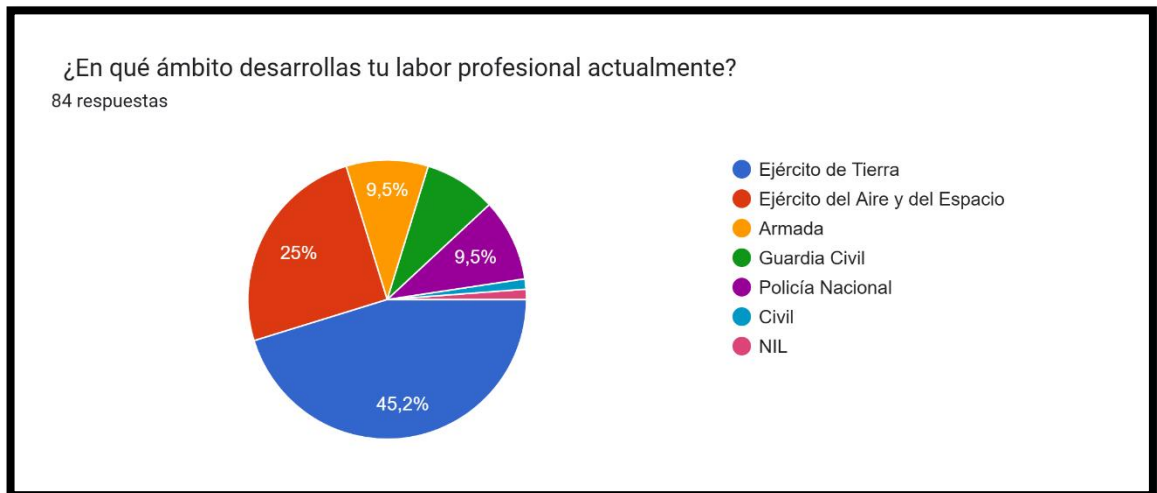


Gráfico 1. Respuestas a la pregunta 1. Fuente: Elaboración propia.

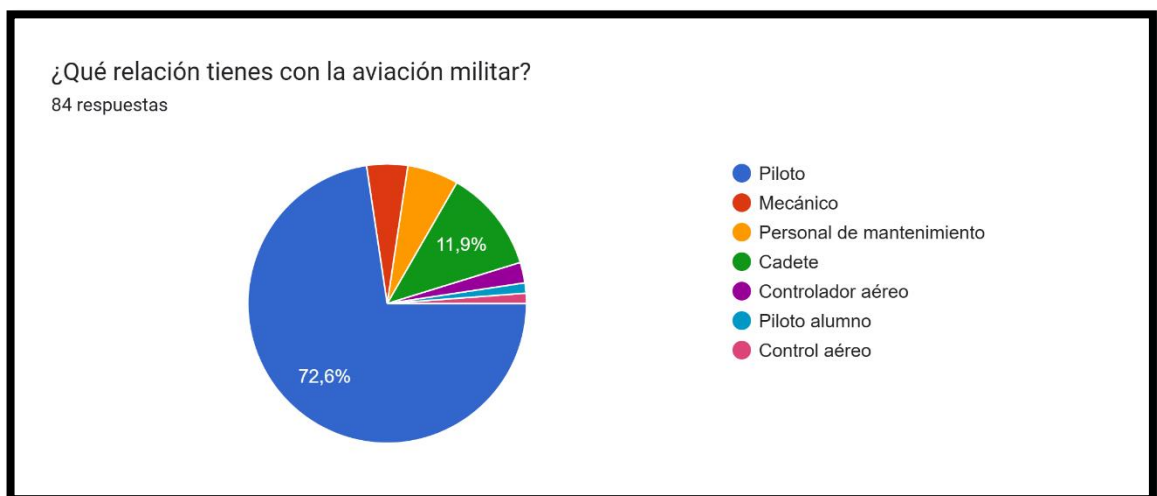


Gráfico 2. Respuestas a la pregunta 2. Fuente: Elaboración propia.

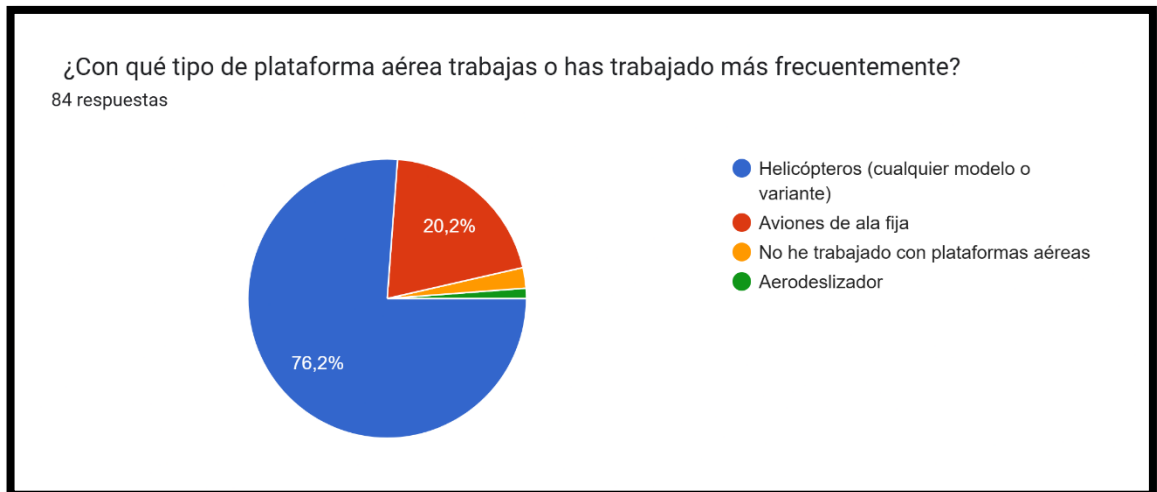


Gráfico 3. Repuestas a la pregunta 3. Fuente: Elaboración propia.

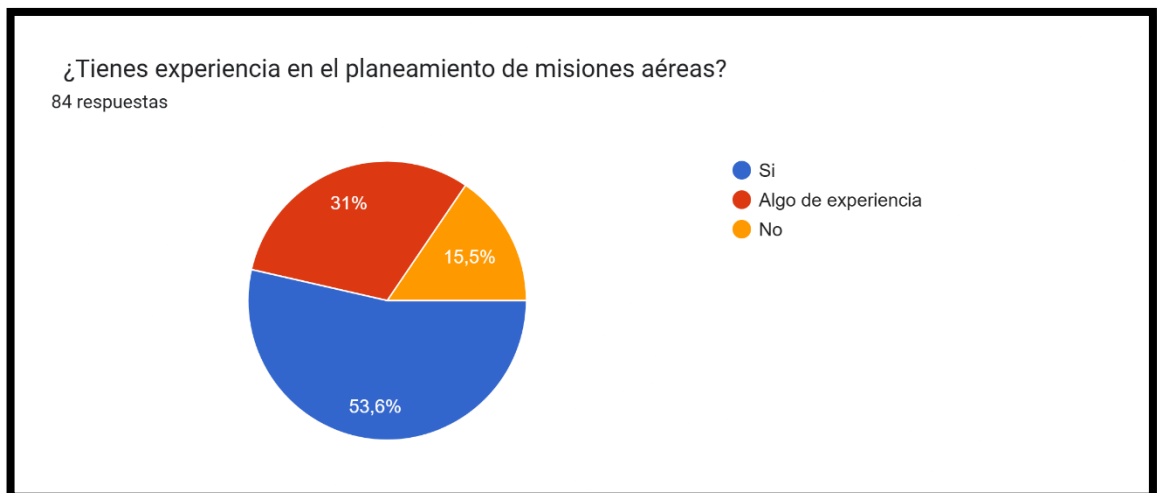


Gráfico 4. Repuestas a la pregunta 4. Fuente: Elaboración propia.

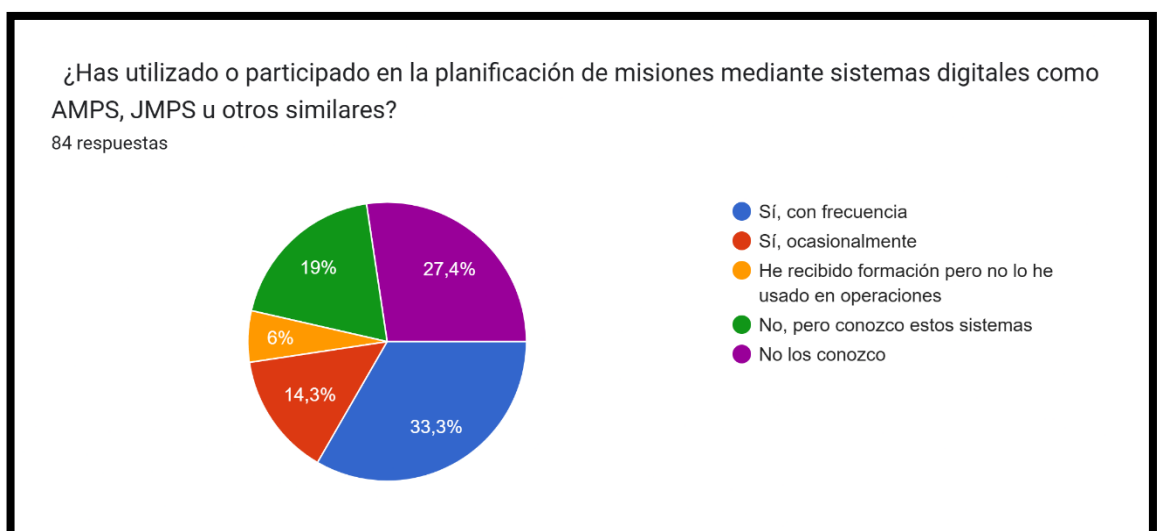


Gráfico 5. Repuestas a la pregunta 5. Fuente: Elaboración propia.

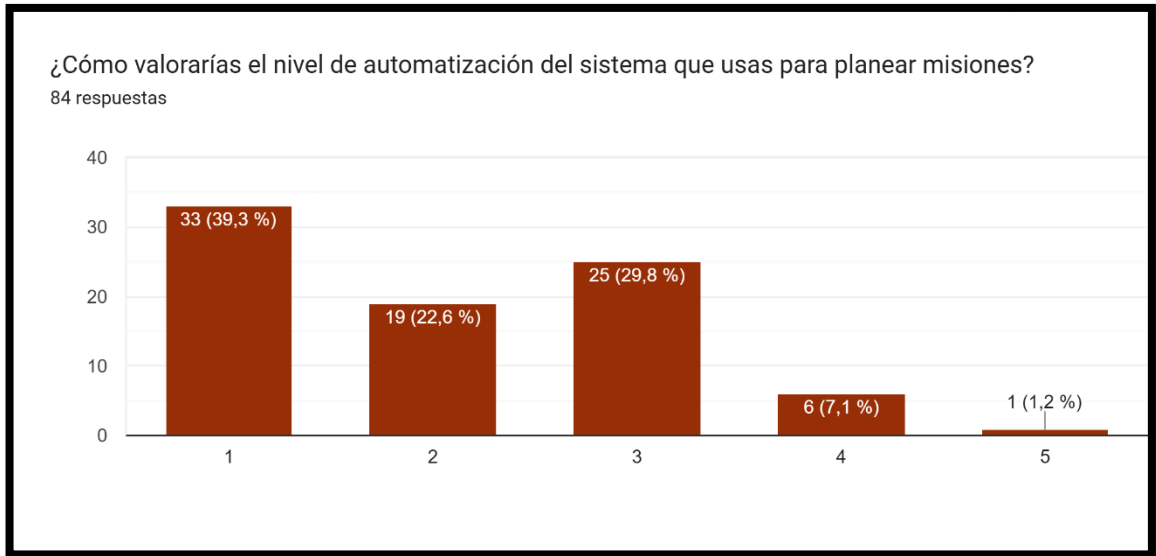


Gráfico 6. Respuestas a la pregunta 6. Fuente: Elaboración propia.

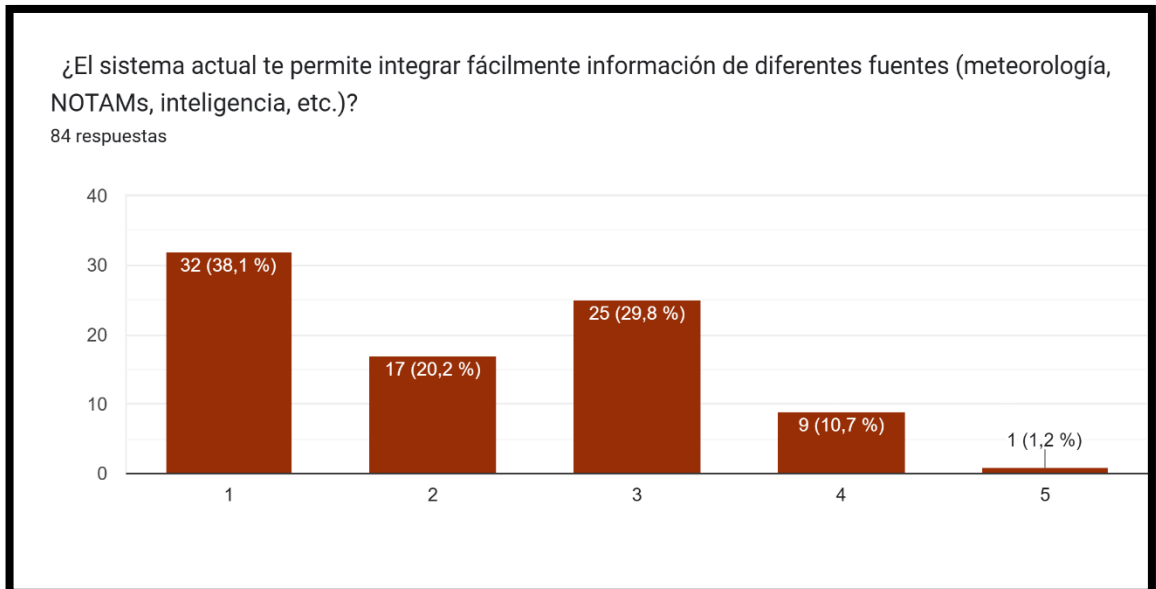


Gráfico 7. Respuestas a la pregunta 7. Fuente: Elaboración propia.

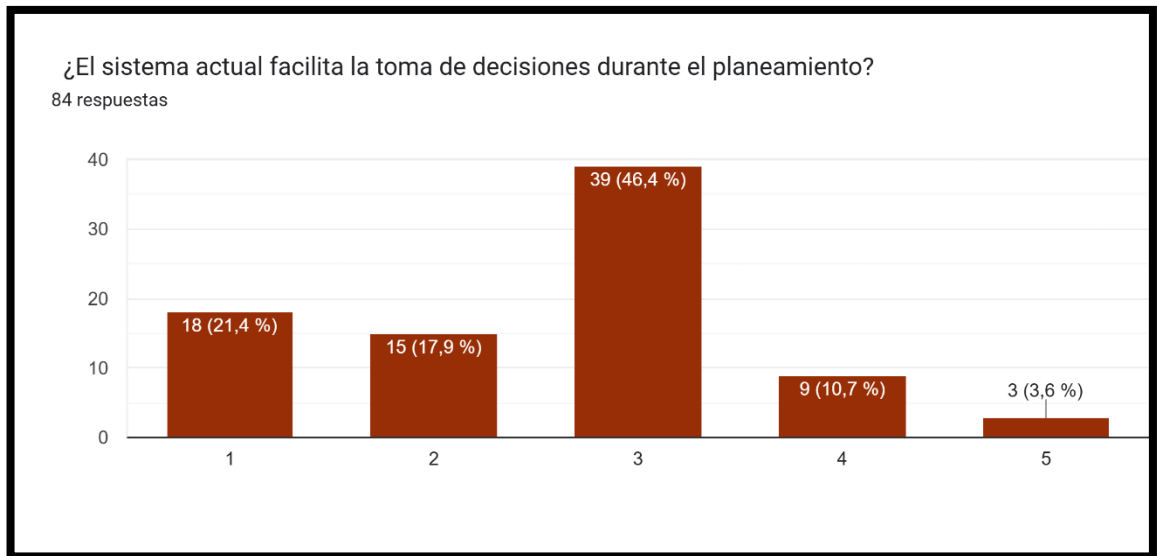


Gráfico 8. Respuestas a la pregunta 8. Fuente: Elaboración propia.

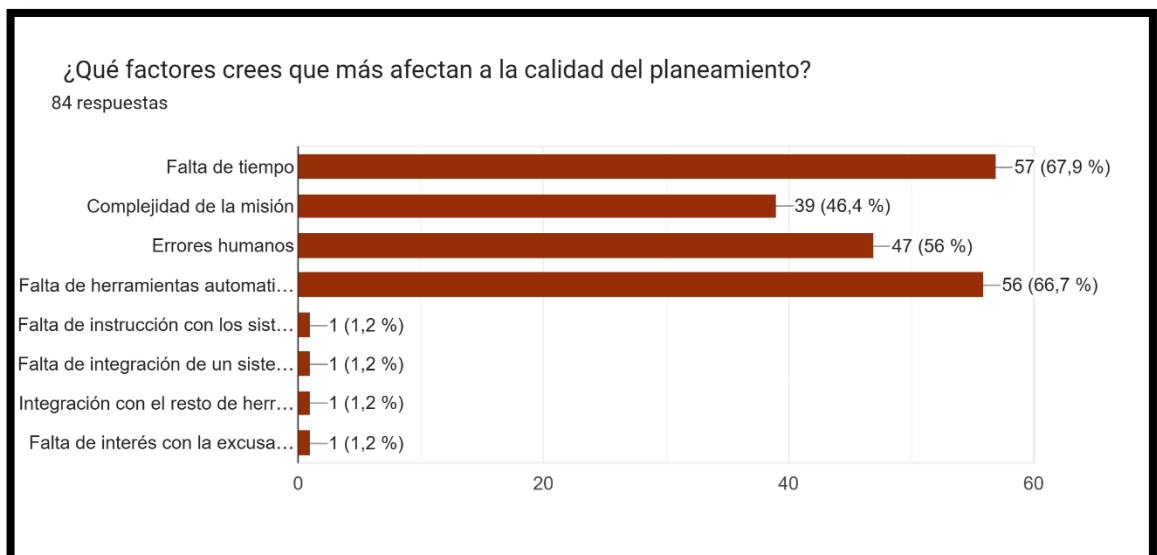


Gráfico 9. Respuestas a la pregunta 9. Fuente: Elaboración propia.

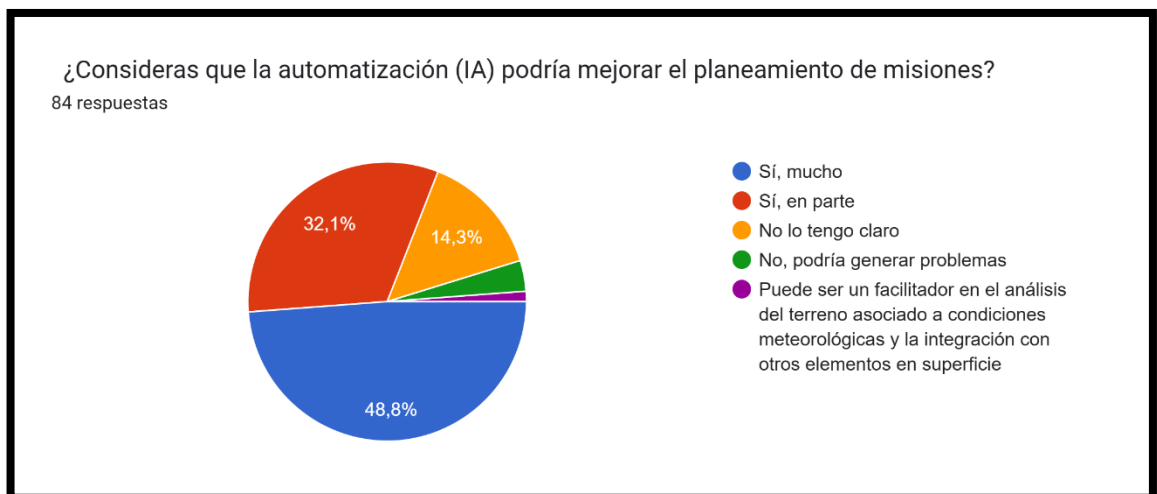


Gráfico 10. Respuestas a la pregunta 10. Fuente: Elaboración propia.

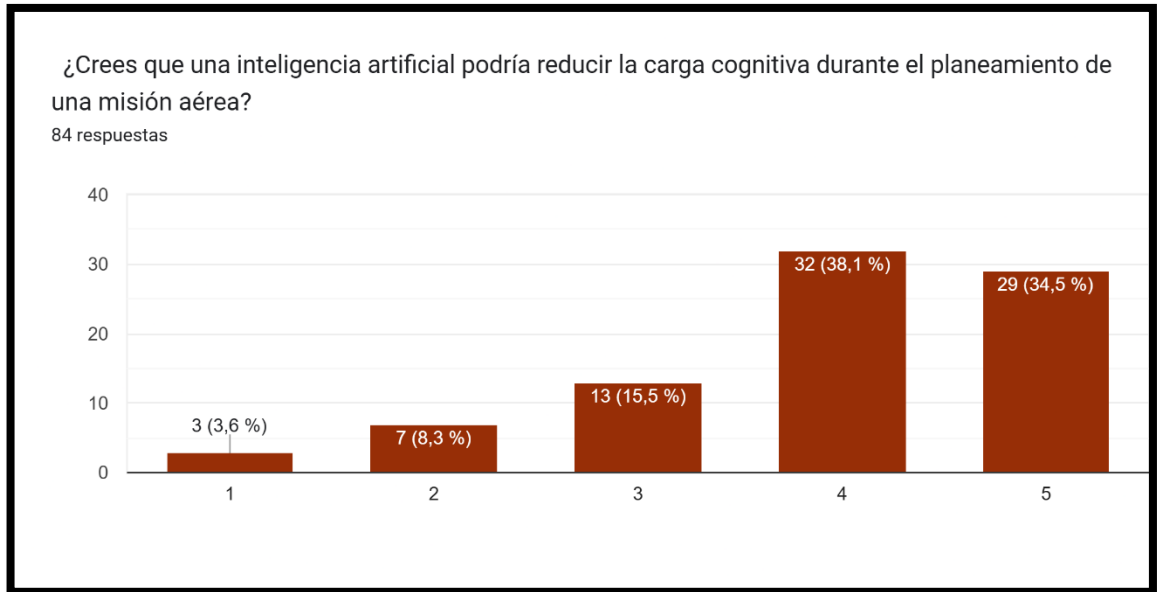


Gráfico 11. Respuestas a la pregunta 11. Fuente: Elaboración propia.

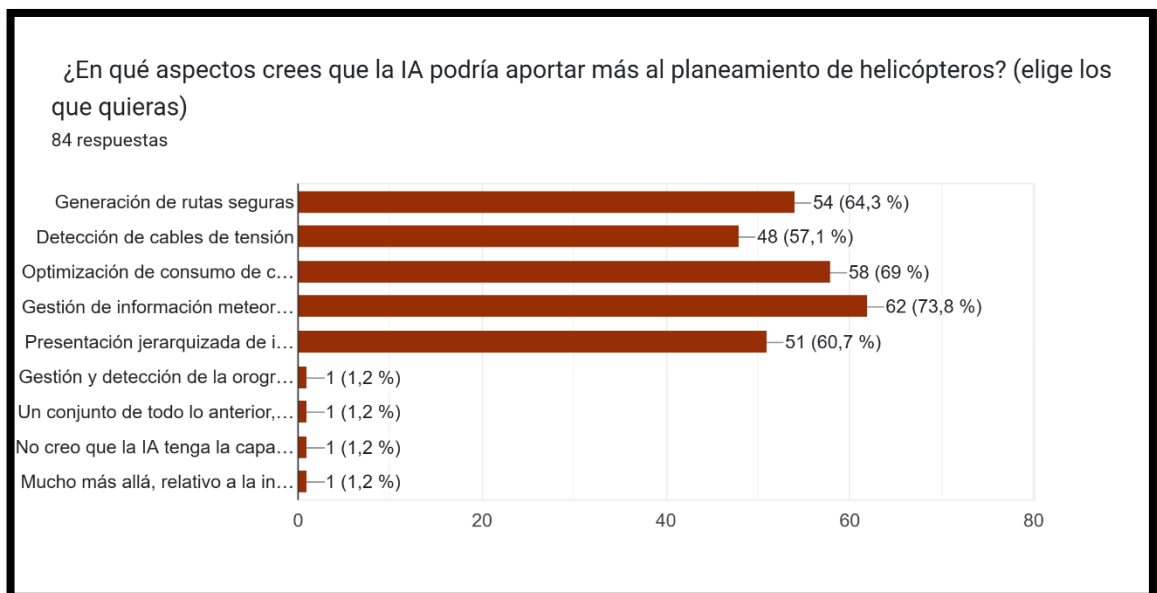


Gráfico 12. Respuestas a la pregunta 12. Fuente: Elaboración propia.

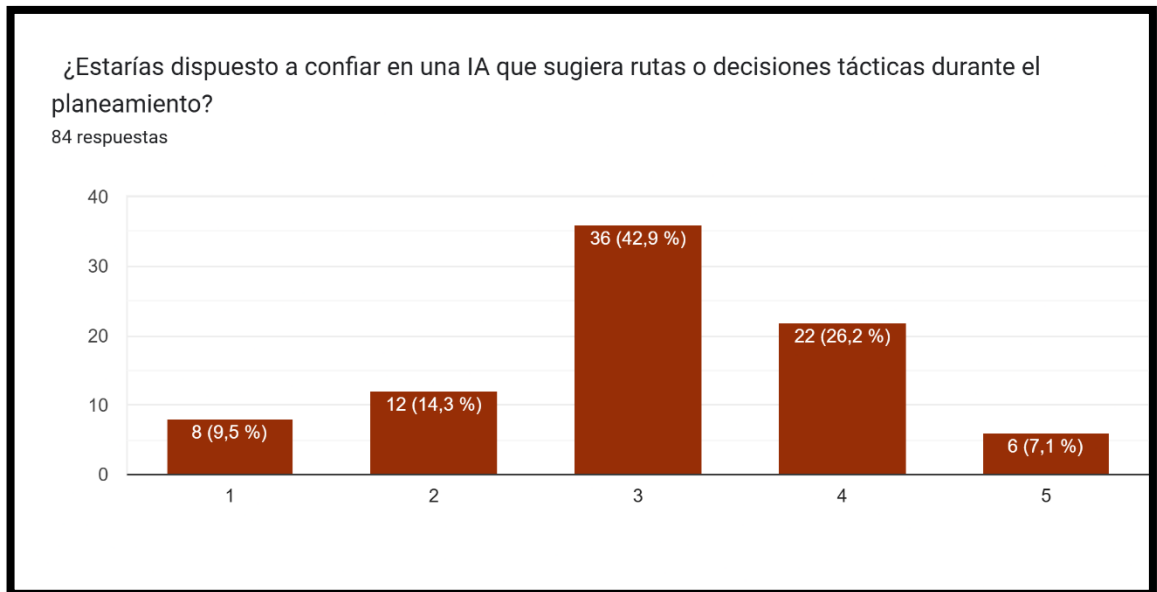


Gráfico 13. Respuestas a la pregunta 13. Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 14. Respuestas a la pregunta 14. Fuente: Elaboración propia.

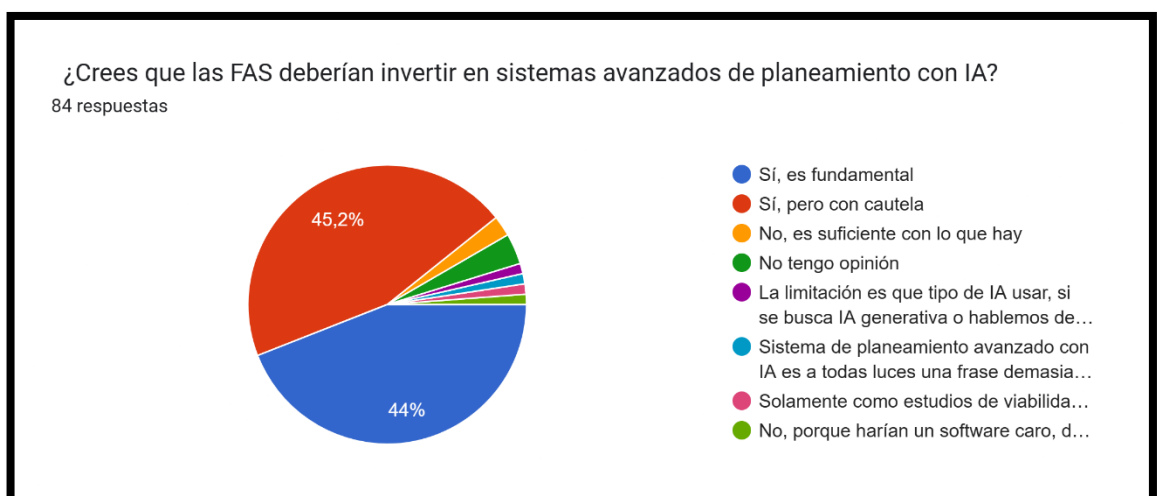


Gráfico 15. Respuestas a la pregunta 15. Fuente: Elaboración propia.

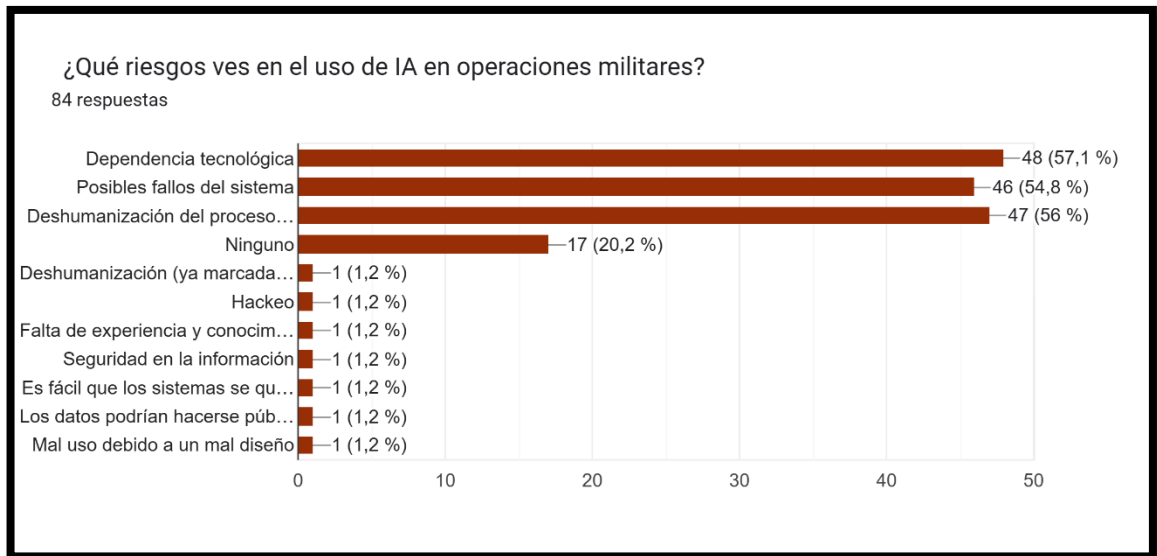


Gráfico 16. Respuestas a la pregunta 16. Fuente: Elaboración propia.



Anexo V: Contrastes estadísticos del cuestionario

El presente anexo recoge los resultados de los contrastes estadísticos aplicados a las respuestas obtenidas en el cuestionario sobre la implementación de sistemas de planeamiento digital en el ámbito de las operaciones aéreas. Estos análisis permiten determinar si existen diferencias significativas entre los distintos cuerpos (Ejército de Tierra y otros) en relación con el uso, la formación y el conocimiento de los sistemas AMPS, JMPS u otros equivalentes.

La tabla 6 muestra la relación entre el ámbito de pertenencia de los encuestados y su nivel de participación o formación en sistemas digitales de planeamiento de misión. Esta distribución permite visualizar las diferencias en la adopción de herramientas como AMPS o JMPS según el cuerpo de procedencia.

*Tabla 5. Distribución cruzada entre el ámbito profesional y el uso de sistemas de planeamiento digital.
Fuente: Elaboración propia.*

			PLANIFICACIÓN MISIONES (P5)			Total
			Sí	Formación	No	
AMBITO (P1)	Otros	Recuento	24	3	19	46
		Recuento esperado	21,9	2,7	21,4	46,0
	Tierra	Recuento	16	2	20	38
		Recuento esperado	18,1	2,3	17,6	38,0
Total		Recuento	40	5	39	84
		Recuento esperado	40,0	5,0	39,0	84,0

Como puede observarse, las frecuencias se reparten de forma similar entre ambos grupos, con un porcentaje ligeramente superior de usuarios en el ámbito “Otros” respecto al Ejército de Tierra. Este resultado sugiere una tendencia hacia la homogeneización en el uso de sistemas digitales de planeamiento entre las distintas instituciones.

Con el fin de comprobar si las diferencias observadas en la tabla anterior son estadísticamente significativas, se ha aplicado la prueba de chi-cuadrado de Pearson, cuyos valores se muestran a continuación.

*Tabla 6. Prueba de independencia chi-cuadrado para las variables “Ámbito” y “Planificación de misiones”.
Fuente: Elaboración propia.*

Pruebas de chi-cuadrado (P5)			
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	1,073 ^a	2	,585
Razón de verosimilitud	1,075	2	,584
Asociación lineal por lineal	1,001	1	,317
N de casos válidos	84		



El valor obtenido ($\chi^2 = 1,073$; $p = 0,585$) indica que no existen diferencias significativas entre los encuestados del Ejército de Tierra y los de otros ámbitos respecto al uso o formación en sistemas de planeamiento digital. Por tanto, se mantiene la hipótesis nula de independencia entre ambas variables, lo que refleja una tendencia común en la adopción tecnológica y doctrinal de estos sistemas dentro de las Fuerzas Armadas y Cuerpos de Seguridad.

La tabla 8 muestra la relación entre el ámbito profesional y la valoración de los encuestados sobre el impacto de la automatización (IA) en el planeamiento de misiones. El objetivo es identificar posibles diferencias en la percepción de la IA como herramienta de mejora operativa.

Tabla 7. Distribución cruzada entre el ámbito profesional y la percepción de mejora del planeamiento mediante IA. Fuente: Elaboración propia.

			IA MEJORA (P10)		Total
			Si	No	
AMBITO (P1)	Otro	Recuento	38	8	46
		Recuento esperado	37,7	8,3	46,0
	Tierra	Recuento	30	7	37
		Recuento esperado	30,3	6,7	37,0
Total		Recuento	68	15	83
		Recuento esperado	68,0	15,0	83,0

Se aprecia una coincidencia general en la valoración positiva de la IA, con porcentajes similares en todos los ámbitos, lo que indica una visión común respecto a su potencial en el planeamiento de misiones.

Para contrastar estadísticamente la independencia entre el ámbito profesional y la percepción sobre la utilidad de la IA, se aplicó la prueba chi-cuadrado de Pearson (tabla 9).

Tabla 8. Prueba de independencia chi-cuadrado para las variables "Ámbito" e "Influencia de la IA". Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	,032 ^a	1	,857		
Corrección de continuidad	0,000	1	1,000		
Razón de verosimilitud	,032	1	,857		
Prueba exacta de Fisher				1,000	,540
Asociación lineal por lineal	,032	1	,858		
N de casos válidos	83				



El valor de $\chi^2 = 0,032$ con $p = 0,857$ demuestra la inexistencia de diferencias significativas entre grupos. Este resultado confirma que la percepción positiva de la IA es compartida de forma homogénea, consolidando su aceptación doctrinal como elemento clave en la digitalización del planeamiento militar.

La tabla 10 resume los valores medios, la desviación y el error estándar para ambas variables, diferenciando entre el personal del Ejército de Tierra y el resto de ámbitos. Estos estadísticos permiten observar de forma preliminar las posibles diferencias entre grupos antes de aplicar el contraste inferencial.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de grupo para las variables P6 y P11. Fuente: Elaboración propia.

ÁMBITO (P1)		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P6	Tierra	38	2,474	1,0840	,1758
	Otro	46	1,761	,8990	,1326
P11	Tierra	38	3,816	1,0096	,1638
	Otro	46	4,000	1,1353	,1674

Puede apreciarse que el Ejército de Tierra presenta una media más alta en la variable P6 (2,47 frente a 1,76), lo que sugiere una percepción de mayor automatización de los sistemas empleados en su ámbito. Sin embargo, en la variable P11 las medias son muy similares (3,82 y 4,00, respectivamente), lo que anticipa una coincidencia de criterios sobre el papel de la inteligencia artificial en la reducción de la carga cognitiva.

A continuación, se muestran los resultados (tabla 11) de la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas y del contraste t de Student, que evalúa si las diferencias observadas entre los grupos son estadísticamente significativas.



Tabla 10. Prueba t de Student para la igualdad de medias (P6 y P11). Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
P6	Se asumen varianzas iguales	2,228	,139	3,295	82	,001	,7128	,2163	,2825	1,1431
	No se asumen varianzas iguales			3,237	71,906	,002	,7128	,2202	,2738	1,1518
P11	Se asumen varianzas iguales	,663	,418	-,778	82	,439	-,1842	,2368	-,6553	,2869
	No se asumen varianzas iguales			-,787	81,528	,434	-,1842	,2342	-,6501	,2817

En la pregunta 6, la prueba t nos da un resultado significativo ($t = 3,295$; $p = 0,001$), lo que implica que el Ejército de Tierra percibe un nivel de automatización significativamente superior al resto de ámbitos. En cambio, la pregunta 11 no presenta diferencias significativas ($p = 0,434$), lo que confirma una valoración homogénea del potencial de la IA para reducir la carga cognitiva. En conjunto, los resultados indican una brecha tecnológica actual, asociada a la implantación de sistemas más avanzados en el Ejército de Tierra, pero una visión doctrinal compartida sobre el valor de la inteligencia artificial como apoyo al planeamiento.



La siguiente tabla (tabla 12) muestra la proporción de encuestados que seleccionó cada uno de los factores analizados, diferenciando entre el personal del Ejército de Tierra y el de otros ámbitos. Se incluye el valor del estadístico chi-cuadrado y el nivel de significación (p), que permite comprobar si las diferencias son estadísticamente relevantes.

Tabla 11. Contraste chi-cuadrado por factores que afectan a la calidad del planeamiento (P9). Fuente: Elaboración propia.

Factor	% Total	% ET	% Otros	gl	χ^2	p
Falta de tiempo	67,9	63,2	71,7	1	0,364	0,546
Complejidad de la misión	46,4	26,3	63,0	1	9,857	0,002
Errores humanos	56,0	42,1	67,4	1	4,421	0,035
Falta de herramientas automatizadas	66,7	52,6	78,3	1	5,052	0,025
Otros	4,8	10,5	0,0	1	3,028	0,082

Los resultados muestran que la falta de tiempo (67,9 %) y la falta de herramientas automatizadas (66,7 %) son los factores más señalados de forma general. El contraste estadístico revela diferencias significativas en tres variables: complejidad de la misión ($p = 0,002$), errores humanos ($p = 0,035$) y falta de herramientas automatizadas ($p = 0,025$), siendo más citadas por el personal de otros ámbitos distintos al Ejército de Tierra. Este patrón sugiere que, aunque los problemas estructurales del planeamiento son comunes a todos los cuerpos, el Ejército de Tierra presenta una menor percepción de carencia tecnológica, probablemente debido a la mayor implantación del sistema AMPS en sus unidades.



En la siguiente tabla (tabla 13) se presentan los porcentajes de selección de las principales funciones en las que los encuestados consideran que la IA podría aportar más al planeamiento. De nuevo, se comparan las respuestas entre el Ejército de Tierra y el resto de organismos, aplicando el contraste chi-cuadrado a cada variable.

Tabla 12. Contraste chi-cuadrado por aportaciones potenciales de la inteligencia artificial (P12). Fuente: Elaboración propia.

Aportación IA	% Total	% ET	% Otros	gl	χ^2	p
Generación de rutas seguras	64,3	55,3	71,7	1	1,795	0,180
Detección de cables de tensión	57,1	50,0	63,0	1	0,962	0,327
Optimización de consumo de combustible	69,0	63,2	73,9	1	0,679	0,410
Gestión de información meteorológica	73,8	71,1	76,1	1	0,075	0,785
Presentación jerarquizada de información	60,7	50,0	69,6	1	2,570	0,109

Los resultados reflejan una coincidencia generalizada entre los grupos, sin diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las categorías (todas las $p > 0,05$). Tanto los miembros del Ejército de Tierra como los de otros ámbitos coinciden en priorizar la gestión de información meteorológica (73,8 %), la optimización del consumo de combustible (69 %) y la generación de rutas seguras (64,3 %) como las funciones donde la inteligencia artificial podría ofrecer un mayor impacto. Este consenso doctrinal pone de manifiesto una alineación conceptual en la visión de futuro, donde la IA es percibida como un apoyo decisivo para reducir la carga cognitiva y aumentar la eficiencia del planeamiento, reforzando la tendencia hacia la interoperabilidad tecnológica y la automatización inteligente de los sistemas de planeamiento de misión.



Anexo VI: Organigrama FAMET

En el presente anexo se observa el organigrama general de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (FAMET). Este esquema representa la estructura jerárquica y funcional de la unidad, mostrando la dependencia del Cuartel General de las distintas unidades de helicópteros distribuidas por el territorio nacional. A través de este organigrama se identifican los batallones de helicópteros de maniobra (BHELMA), los batallones de helicópteros de ataque (BHELA), así como el Centro de Enseñanza de las FAMET (CEFAMET) y otras unidades de apoyo logístico y operativo, reflejando así la organización completa del sistema de aviación del Ejército de Tierra.

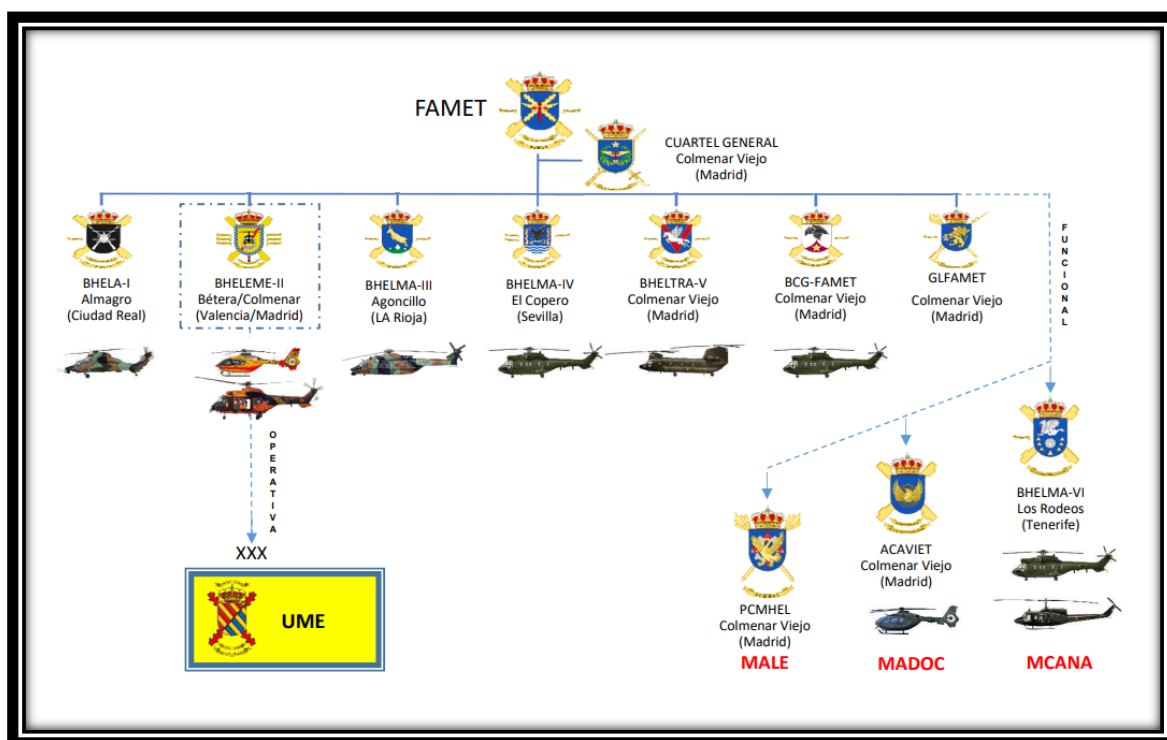


Ilustración 18. Organigrama FAMET. Fuente: Alejandro Pachón Rodríguez.

La estructura orgánica de las FAMET evidencia la alta especialización y la distribución estratégica de sus unidades, orientadas a garantizar una respuesta rápida, eficaz y coordinada en operaciones tanto nacionales como internacionales. Este despliegue territorial, junto con la diversidad de modelos de helicópteros y capacidades operativas, permite a las FAMET mantener una elevada flexibilidad y adaptabilidad, factores esenciales en el planeamiento y ejecución de misiones aéreas en el ámbito del Ejército de Tierra.



Anexo VII: Fases análisis propuesta

En el presente Anexo se observa la tabla 6 donde se pueden ver las diferentes fases en las que se estructura el experimento comparativo diseñado para este estudio. Cada fase responde a un propósito metodológico concreto que permite analizar, de forma ordenada y objetiva, el comportamiento de distintos modelos de inteligencia artificial ante escenarios de planeamiento de misión. Este enfoque secuencial asegura la homogeneidad en la evaluación y facilita la comparación de resultados entre plataformas.

Tabla 13. Fases del experimento comparativo de evaluación de inteligencias artificiales. Fuente: Elaboración propia.

Fase	Objetivo principal	Descripción resumida
1. Análisis previo de capacidades	Identificar las limitaciones y arquitectura de cada modelo.	Se formulan preguntas generales sobre el tipo de lenguaje, acceso a fuentes abiertas (AEMET, cartografía) y comprensión de imágenes o mapas.
2. Comprensión situacional (sin imagen)	Evaluar la lógica de razonamiento táctico ante escenarios teóricos.	Se plantean supuestos textuales de vuelo y se analizan los factores que la IA considera prioritarios (meteorología, seguridad, consumo).
3. Interpretación visual (con mapa o imagen)	Comprobar la capacidad de análisis visual del terreno.	Se presentan ortofotos o mapas reales y se solicita una propuesta de ruta valorando orografía, obstáculos y distancia.
4. Integración de datos meteorológicos	Verificar la capacidad de acceder o razonar con información climática.	Se pregunta por la obtención o uso de datos de AEMET y por la influencia de viento, visibilidad y nubosidad en la elección de la ruta.
5. Simulación de planeamiento completo	Evaluar la generación de rutas completas y justificadas.	Se pide a cada modelo planificar un trayecto (p. ej., Armilla–Almería) con criterios de seguridad, eficiencia y realismo operativo.
6. Evaluación comparativa final	Analizar la coherencia, utilidad y limitaciones de cada IA.	Se registran y comparan los resultados según criterios de coherencia táctica, integración de factores reales y claridad en la argumentación.



Anexo VIII: Preguntas

El siguiente anexo recoge las preguntas empleadas en las seis fases del experimento comparativo, el contenido completo se conserva en formato digital, disponible para consulta.

Fase 1: Análisis previo — Conocimiento y capacidades de cada IA

1. ¿Qué tipo de lenguaje o arquitectura utilizas (GPT, PaLM, Claude, etc.) y cómo procesas información visual o cartográfica?
2. ¿Tienes acceso en tiempo real a fuentes meteorológicas como AEMET OpenData o solo a información previa a tu entrenamiento?
3. ¿Puedes interpretar una imagen o mapa y reconocer en ella elementos geográficos como ríos, carreteras o líneas eléctricas?
4. ¿Podrías integrar datos meteorológicos y topográficos para recomendar una ruta de vuelo segura?
5. ¿Qué formato de imagen o mapa interpretas mejor (por ejemplo, ortofotos, capturas satelitales, mapas topográficos)?
6. ¿Qué limitaciones reconoces a la hora de planificar una ruta aérea en entornos reales?

Fase 2: Prueba de comprensión situacional (sin mapas aún)

1. Si un helicóptero debe volar desde la base de Armilla hasta Almería con vientos cruzados moderados y nubosidad parcial, ¿qué factores considerarías para planificar la ruta?
2. ¿Qué importancia tiene la altitud del terreno, el consumo de combustible y la visibilidad en la selección de la ruta óptima?
3. ¿Qué criterios priorizarías en un planeamiento táctico: seguridad, rapidez o consumo?

Fase 3: Prueba de análisis visual (con mapa)

1. Basándote en este mapa, ¿qué ruta de vuelo recomendarías para minimizar el riesgo?
2. ¿Has tenido en cuenta la orografía, líneas eléctricas u obstáculos?
3. ¿Podrías estimar cuál es el trayecto más corto o el más seguro según la meteorología actual?

Fase 4: Evaluación meteorológica y de fuentes externas

1. ¿Puedes acceder a los datos meteorológicos actuales en España o usar fuentes como OpenData de AEMET?
2. Si no puedes acceder directamente, ¿qué alternativa propondrías para integrar esa información en un sistema de planeamiento?
3. Con viento de 20 nudos del oeste y base de nubes a 1500 ft, ¿cómo afectaría eso a la ruta y altitud de vuelo de un EC-120 Colibrí?

Fase 5: Simulación de planeamiento completo



“Eres un asistente de planeamiento de vuelo del Ejército de Tierra. Debes planear una misión en helicóptero EC-120 desde la base de Armilla hasta el aeropuerto de Almería. Considera meteorología, consumo de combustible, altitud del terreno, líneas de tensión, riesgo aviar y zonas urbanas. Propón tres rutas posibles (segura, rápida y equilibrada) y justifica tus decisiones.”

- ¿De dónde obtienes la información meteorológica?
- ¿Has considerado el viento o la altitud de densidad?
- ¿Cómo calculas el consumo de combustible?
- ¿Cómo evitarías las zonas urbanas o los obstáculos eléctricos?



Anexo IX: Respuestas y análisis

En este anexo se presentan múltiples tablas con puntuaciones obtenidas por cada modelo en las seis fases del experimento. Los resultados se basan en observaciones directas y en la valoración crítica de las respuestas según criterios de coherencia táctica, integración de factores reales, claridad y utilidad operativa, todo ello realizado de manera propia.

La siguiente tabla (tabla 7) muestra la valoración media obtenida por cada modelo de inteligencia artificial en las distintas fases del experimento. Las puntuaciones reflejan la calidad, coherencia y aplicabilidad práctica de las respuestas en el contexto del planeamiento de misión.

Tabla 14. Medias de calificación por fase y modelo de inteligencia artificial. Fuente: Elaboración propia.

Fase	ChatGPT	Copilot	Gemini
Fase 1	8.00	7.60	7.40
Fase 2	9.33	8.00	8.67
Fase 3	8.33	6.33	8.33
Fase 4	7.00	6.00	7.33
Fase 5	8.00	6.75	7.50
Media global	8.13	6.94	7.45

Las puntuaciones confirman que ChatGPT obtuvo los mejores resultados globales, combinando precisión, razonamiento táctico y utilidad práctica. Gemini mostró un comportamiento sólido, aunque más teórico, mientras que Copilot presentó las mayores limitaciones en coherencia operativa y profundidad analítica.

La siguiente tabla (tabla 8) refleja el tiempo medio de respuesta de cada modelo durante las seis fases del experimento, medido desde la formulación de la pregunta hasta la finalización de la respuesta generada.

Tabla 15. Tiempo medio de respuesta (en segundos) por fase y modelo de IA. Fuente: Elaboración propia.

Fase	ChatGPT	Copilot	Gemini
Fase 1	12.00	9.00	10.17
Fase 2	14.00	11.00	10.33
Fase 3	13.00	11.00	12.00
Fase 4	14.33	11.67	12.33
Fase 5	14.33	9.67	11.67
Media global	13.53 s	10.47 s	11.30 s

Copilot respondió de forma más rápida, pero a costa de una menor calidad y coherencia táctica. ChatGPT y Gemini, aunque ligeramente más lentos, ofrecieron respuestas más detalladas, estructuradas y aplicables al planeamiento de misión, priorizando la exactitud sobre la rapidez.



El siguiente índice (tabla 9) resume la estabilidad del rendimiento de cada IA a lo largo de las distintas fases, valorando la regularidad en la calidad de las respuestas y su alineación con los criterios operativos del planeamiento de vuelo.

Tabla 16. Índice de consistencia táctica (escala 0–10). Fuente: Elaboración propia.

Modelo de IA	Coeficiente de consistencia táctica
ChatGPT	9.1
Gemini	8.4
Copilot	6.8

ChatGPT mantiene la mayor consistencia entre fases, con un comportamiento homogéneo y fiable. Gemini conserva un rendimiento equilibrado, mientras que Copilot muestra mayor variabilidad, alternando respuestas adecuadas con otras de escaso valor operativo.